



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105122478 B

(45)授权公告日 2018.01.23

(21)申请号 201480023174.8

T.米霍波洛斯

(22)申请日 2014.04.10

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105122478 A

代理人 江鹏飞 景军平

(43)申请公布日 2015.12.02

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H01L 33/38(2006.01)

61/814940 2013.04.23 US

H01L 33/62(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.10.23

(56)对比文件

WO 2004/013916 A1,2004.02.12,

CN 101681969 A,2010.03.24,

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/060617 2014.04.10

CN 101933166 A,2010.12.29,

CN 102110754 A,2011.06.29,

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/174400 EN 2014.10.30

CN 102117821 A,2011.07.06,

CN 102646769 A,2012.08.22,

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

WO 2013/051326 A1,2013.04.11,

审查员 史敏娜

(72)发明人 T.洛佩茨 M.M.布特沃思

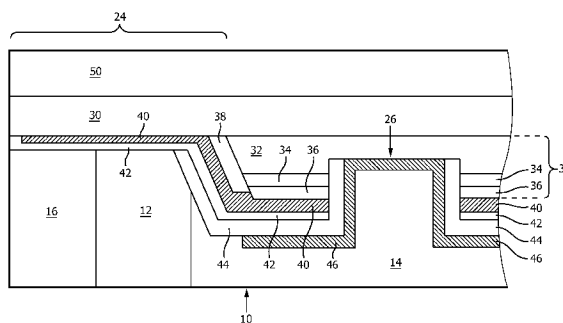
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

用于发光器件的侧面互连

(57)摘要

本发明的实施例包括一种半导体结构,其包括部署在n型区与p型区之间的发光层。金属n接触件连接到n型区。金属p接触件与p型区直接接触。互连电气连接到n接触件和p接触件中的一个。互连部署成邻近于半导体结构。



1. 一种发光器件,包括:

包括部署在n型区与p型区之间的发光层的半导体结构,半导体结构具有第一侧和第二侧,其中第二侧与第一侧相对;

连接到n型区的金属n接触件和与p型区直接接触的金属p接触件,其中n接触件和p接触件二者形成在半导体结构的第一侧上,其中从半导体结构提取的大部分光是从半导体结构的第二侧提取的;以及

与n接触件和p接触件中的一个直接接触的互连,其中互连部署成邻近于半导体结构。

2. 权利要求1的发光器件,还包括叠覆互连和半导体结构的生长衬底。

3. 权利要求2的发光器件,其中没有半导体材料部署在互连与生长衬底之间。

4. 权利要求2的发光器件,其中互连为第一互连,器件还包括电气连接到n接触件和p接触件中的另一个的第二互连,其中半导体结构部署在第二互连与生长衬底之间。

5. 权利要求4的发光器件,其中第一互连电气连接到p接触件并且第二互连电气连接到n接触件。

6. 权利要求2的发光器件,其中互连为第一互连,器件还包括电气连接到n接触件和p接触件中的另一个的第二互连,其中第二互连部署成邻近于半导体结构。

7. 权利要求2的发光器件,其中p接触件部署在互连与生长衬底之间。

8. 权利要求2的发光器件,其中生长衬底是导电的,并且金属n接触件部署在生长衬底和互连之间,并且金属n接触件与生长衬底直接接触。

9. 权利要求1的发光器件,其中p接触件部署在半导体结构的侧壁之上和互连之上。

10. 权利要求9的发光器件,其中p接触件部署在分布式布拉格反射镜与互连之间。

11. 一种半导体发光器件,包括:

包括部署在n型区与p型区之间的发光层的半导体结构,半导体结构具有第一侧和第二侧,其中第二侧与第一侧相对;

与n型区直接接触的金属n接触件和与p型区直接接触的金属p接触件,其中n接触件和p接触件二者形成在半导体结构的第一侧上,其中从半导体结构提取的大部分光是从半导体结构的第二侧提取的;以及

电气连接到n接触件和p接触件中的一个的第一互连,以及电气连接到n接触件和p接触件中的另一个的第二互连,其中半导体结构部署在第一互连上方,并且没有半导体结构部署在第二互连上方。

12. 权利要求11的半导体发光器件,还包括部署在半导体结构和第二互连上方的生长衬底。

13. 权利要求12的半导体发光器件,还包括部署在生长衬底上方的波长转换材料。

14. 权利要求11的半导体发光器件,其中p接触件部署在半导体结构的侧壁之上和第二互连之上。

15. 权利要求14的半导体发光器件,其中p接触件部署在分布式布拉格反射镜与第二互连之间。

用于发光器件的侧面互连

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体发光器件,其中至少一个互连部署成邻近于半导体结构而不是在半导体结构以下。

背景技术

[0002] 包括发光二极管(LED)、谐振腔发光二极管(RCLED)、垂直腔激光二极管(VCSEL)和边缘发射激光器的半导体发光器件是当前可得到的最高效光源之一。在能够跨可见光谱操作的高亮度发光器件的制造中当前所感兴趣的系统包括III-V族半导体,特别是镓、铝、镉和氮的二元、三元和四元合金,其也称为III氮化物材料。典型地,通过借由金属有机化学气相沉积(MOCVD)、分子束外延(MBE)或其它外延技术在蓝宝石、碳化硅、III氮化物或其它合适衬底上外延生长具有不同组成和掺杂剂浓度的半导体层的堆叠来制造III氮化物发光器件。堆叠通常包括在衬底之上形成的掺杂有例如Si的一个或多个n型层、在一个或多个n型层之上形成的有源区中的一个或多个发光层、以及在有源区之上形成的掺杂有例如Mg的一个或多个p型层。电气接触件形成在n和p型区上。

[0003] 图1图示了在US7,348,212中描述的器件。图1图示了附连到底座的倒装芯片发光器件。倒装芯片器件包括附连到半导体器件层74的衬底73,该半导体器件层包括部署在n型区与p型区之间的至少一个发光或有源层。n型接触件71和p型接触件72电气连接到半导体结构74的n和p型区。半导体结构74经由接触件71和72连接到底座70。通过首先在底座70上形成薄金属层76b和77b并且在接触件71和72上形成薄金属层76a和77a,然后通过光刻将薄金属层图案化成期望的布置从而导致以期望形状的薄金属区来形成将半导体结构74连接到底座70的金属到金属互连。在图案化薄金属区76a,77a,76b和77b之后,将可延展的厚金属层78和79电镀在底座70或接触件71和72上,因而电镀在区76a和77a或区76b和77b上。金属层78和79选择成可延展的,具有高热导率和电导率,并且相当抗氧化。半导体器件然后定位在底座70上,并且器件和底座通过导致薄金属层76a,77a,76b和77b与厚金属层78和79之间的相互扩散的任何过程而结合。合适过程的示例包括热超声焊和热压键合,其中器件和底座被加热到例如150与600°C之间的温度,通常为300至600°C,并且例如以互连区域的10到200N/mm²之间的压力按压在一起。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种发光器件,其中互连部署成邻近于半导体结构,而不是在半导体结构下方。

[0005] 本发明的实施例包括一种半导体结构,其包括部署在n型区与p型区之间的发光层。金属n接触件连接到n型区。金属p接触件与p型区直接接触。互连电气连接到n接触件和p接触件中的一个。互连部署成邻近半导体结构。

[0006] 本发明的实施例包括一种半导体结构,其包括部署在n型区与p型区之间的发光层。金属n接触件与n型区直接接触。金属p接触件与p型区直接接触。第一互连电气连接到n

接触件和p接触件中的一个。第二互连电气连接到n接触件和p接触件中的另一个。半导体结构部署在第一互连上方。没有半导体结构的部分部署在第二互连上方。

附图说明

- [0007] 图1图示了具有大区域金互连的发光器件。
- [0008] 图2是具有侧面互连的发光器件的底部视图。
- [0009] 图3是图2中所图示的器件的截面视图。
- [0010] 图4是图2和3中所图示的器件的一部分的截面视图。
- [0011] 图5和6图示了用于侧面互连的可替换布置。
- [0012] 图7是具有导电衬底和侧面互连的器件的一部分的截面视图。
- [0013] 图8是具有侧面互连的发光器件的底部视图,其在图7中的截面中部分地图示。
- [0014] 图9是图8中所图示的器件的顶部视图。
- [0015] 在不同图中并且标记为相同参考标号的类似结构可以是相同结构或者服务相同功能的结构。

具体实施方式

[0016] 在图1中所图示的器件中,互连78和79二者部署在半导体结构74下方。互连78和79典型地通过间隙或沟道彼此电气隔离。特别地在其中移除生长衬底73的器件中,间隙通常填充有诸如环氧树脂之类的绝缘材料,以便机械支撑半导体结构74。这样的填充材料通常具有非常低劣的热导率,其限制互连结构的总体导热性并且限制互连结构中的横向热扩散的量,这可以导致可能减低器件效率或者甚至引起器件故障的热点。例如,在一些器件中,在沟道中出现热机械诱发的断裂和其它可靠性问题。

[0017] 在本发明的实施例中,至少一个互连部署成邻近于半导体结构或者在半导体结构的侧面上,而不是在半导体结构下方。

[0018] 尽管在以下示例中半导体发光器件为发射蓝光或UV光的III氮化物LED,但是可以使用除LED之外的半导体发光器件,诸如激光二极管以及由其它材料系统制成的半导体发光器件,所述其它材料系统诸如其它III-V材料、III磷化物、III砷化物、II-VI材料、ZnO或基于Si的材料。

[0019] 图2图示了根据本发明的实施例的器件的底部视图。图3图示了平行于底部视图的图2的器件的截面视图。图4是垂直于底部视图的图2和3中所图示的器件的一部分的截面视图。

[0020] 图2图示了布置在诸如LED之类的发光器件的底表面上的互连。n互连14经由n接触件电气连接到n型区,如图4中所图示的和以下所描述的那样。n互连14部署在半导体结构下方。两个p互连16部署在n互连14的任一侧上。通常填充有电介质材料的间隙12将p互连16从n互连14电气隔离。包括发光区的半导体结构从p互连16的区移除或者未形成在该区中。

[0021] 图3图示了通过顶部看到的图2的器件。作为器件的部分并且在图4中图示的波长转换材料和生长衬底为了简化而没有包括在图3中。半导体结构22是器件中心处的矩形。在半导体结构22的任一侧上的两个区24中,半导体结构被移除或者没有形成。没有半导体材料的区24与结构底部上的p互连16和间隙12对准。

[0022] 图3中所图示的器件是倒装芯片器件,即n接触件和p接触件二者形成在半导体结构的一侧上并且大部分光通过半导体结构的另一侧提取。在图3的半导体结构中图示多个过孔26。过孔26被蚀刻通过半导体结构以暴露可以在其上形成n接触件的n型区的一部分。p接触件形成在围绕过孔26的半导体区域上。尽管图3图示了n接触件过孔的6乘10阵列,但是可以制作n接触件和p接触件的任何合适布置,包括单个n接触件而不是n接触件过孔的阵列。此外,n接触件区26不需要如所图示的那样为椭圆形,而是可以为任何合适的形状,包括例如方形、矩形或圆形。

[0023] 图4是图2和3中所图示的器件的一部分的截面视图。图4中所图示的结构不一定按照比例。例如,比如半导体结构35、p金属层40和42以及n金属层46的结构相比于p互连16和n互连14可以比所描绘的薄得多。而且,过孔26的深度相比于p互连16和n互连14可以比所描绘的小得多。如以上所描述的,图2图示了图4的器件的底表面10。图3是在图4中的(多个)过孔26的水平处取得的截面视图。

[0024] 图2,3和4中所图示的器件通过在生长衬底30上生长半导体结构35来形成,如本领域中已知的。生长衬底30可以是任何合适的衬底,诸如例如蓝宝石、SiC、Si、GaN或复合衬底。在一些实施例中,生长衬底30的厚度与总体管芯面积(包括以下描述的侧面互连区域)的平方根成比例。对于 1mm^2 管芯,衬底厚度在一些实施例中可以为至少 $200\mu\text{m}$ 厚。在一些实施例中,在其上生长半导体结构的衬底30的表面在生长之前被粗糙化或图案化,这可以改进从器件的光提取。半导体结构包括夹在n和p型区之间的发光或有源区。n型区32可以首先生长并且可以包括具有不同组成和掺杂剂浓度的多个层,包括例如诸如缓冲层或成核层之类的准备层,和/或设计成促进生长衬底的移除的层,其可以是n型的或并非有意掺杂的,以及设计用于使发光区高效地发射光所合期望的特定光学、材料或电气性质的n或甚至p型器件层。发光或有源区34生长在n型区之上。合适的发光区的示例包括单个厚或薄发光层,或者包括通过阻挡层分离的多个薄或厚发光层的多量子阱发光区。p型区36然后可以生长在发光区之上。如同n型区那样,p型区可以包括具有不同组成、厚度和掺杂剂浓度的多个层,包括并非有意掺杂的层或n型层。图4中的结构相对于半导体结构的生长方向颠倒示出。

[0025] 在半导体结构的生长之后,在器件边缘处的区24中,蚀刻掉半导体结构的整个厚度以显露生长衬底30。诸如硅的氧化物或氮化物或者任何其它合适材料之类的电介质38可以被形成并图案化以电气隔离经蚀刻区的边缘。(图4图示了具有绝缘衬底的器件并且因此示出仅隔离半导体结构35的边缘的电介质38。电介质38可以覆盖半导体结构35的整个边缘或者其可以延伸超出包括有源区的边缘的部分。在具有导电衬底的器件中,在区24中,电介质38在衬底30与反射p金属40之间延伸,以防止p互连16通过衬底30使器件短路。)区24和过孔26可以在分离的蚀刻步骤中形成,如以下所描述的那样,或者它们可以在相同的蚀刻步骤中形成。在形成电介质38之后,p接触件形成在半导体结构35之上、电介质38之上以及区24中的生长衬底30的经暴露表面之上。如图4中所图示的,p接触件包括形成在p型区36上的反射金属40。反射金属40通常是银,但是可以为任何合适的金属或多层堆叠。保护金属42可以部署在反射金属40之上。保护金属42防止或减少反射金属40的电迁移。保护金属42可以延伸超出反射金属40的边缘,如图4中所图示的,以便包封反射金属40。反射金属40覆盖半导体结构35的侧壁,并且因此可以改进从器件的光提取。

[0026] 在形成p接触件之后,过孔26被蚀刻通过p接触件金属、p型区36和有源区34以暴露

n型区32的部分。过孔26的侧壁可以沿电介质44排列以防止有源区34的短接。电介质44可以是硅的氧化物或氮化物或者任何其它合适的材料。n接触件金属46形成在电介质44之上并且与n型区32直接接触。n接触件金属到n型区32的电气连接可以在过孔26内部或在过孔26的底部。n接触件金属46通常为铝,尽管可以使用任何合适的金属或多层堆叠。

[0027] 将形成n互连14和p互连16的厚金属层在n接触件金属46之后部署在结构上。互连14和16可以为金、铜或任何其它合适的金属,包括多层堆叠。在一些实施例中,互连14和16是反射性的。例如,互连14和16可以制成反射性的以便增加互连的侧壁的反射率。最靠近衬底30的互连16的顶表面涂敷有高反射材料40(反射p接触件金属)和保护金属42。反射金属40可以增加衬底内部的光反射性。

[0028] 对厚金属层图案化以打开将n互连14从p互连16电气隔离的间隙12。间隙12可以填充有诸如硅树脂、环氧树脂、聚合物、有机材料、苯并环丁烯(BCB)或任何其它适当的材料之类的电介质。在一些实施例中,间隙12填充有诸如BCB之类的电介质,其避免由于热机械问题所致的断裂和其它可靠性相关问题。n互连14与n接触件金属46电气接触,并且通过电介质层44与p金属40和42电气隔离。p互连16与p金属40和42电气接触,并且通过间隙12与n接触件金属46电气隔离。一个或多个侧面互连(图2-4的器件中的p互连16)在一些实施例中可以至少300 μm 宽并且在一些实施例中不超过500 μm 宽。间隙12在一些实施例中可以至少100 μm 宽并且在一些实施例中不超过300 μm 宽。互连14和16用于将LED电气连接到诸如印刷电路板或任何其它合适结构之类的外部结构。在一些实施例中,互连14和16的极性相反使得侧面互连16电气连接到n型区并且另一互连14电气连接到p型区。互连14和16的极性可以通过适当图案化的电介质28和44以及间隙12而与图4中所示的布置相反。可能要求一个或多个附加的电介质和/或金属层。可以修改所描述和图示的蚀刻步骤,或者可以包括一个或多个附加的蚀刻步骤。具有与图4中所示的布置相反的互连14和16的极性的器件的一个示例在图7中图示。

[0029] 可以包括例如波长转换材料、滤波器和诸如透镜之类的光学结构中的一个或多个的结构50可以部署在生长衬底30之上。在一些实施例中,生长衬底30保留为最终器件的部分。在其它实施例中,将生长衬底30减薄或者从半导体结构35完全移除。

[0030] 如图4中所图示的,半导体结构35部署在n互连14与生长衬底30之间,或者部署在n互连14与波长转换材料50之间,其中移除生长衬底30。没有半导体结构部署在p互连16与生长衬底30之间或者p互连16与波长转换材料50之间。p互连16被限制到没有半导体材料的区。

[0031] 互连不限于图2中所图示的布置。图5和6图示了具有互连的可替换布置的器件的底部。在图5中所图示的器件中,半导体结构部署在器件中心处的方形80中。p互连16部署在半导体结构的三个侧面上并且基本上围绕半导体结构。n互连14部署在半导体结构的一个侧面上。n互连14在图5中所图示的布置中在整个半导体结构80下方延伸,尽管它不需要这样。

[0032] 在图6中所图示的器件中,半导体结构部署在器件中心处的矩形82中。n互连14部署在半导体结构的一侧上并且p互连16部署在半导体结构的另一侧上。在半导体结构正下方的区域82可以用作热沉并且可以不电气牵涉在器件中。

[0033] 图5和6中所图示的互连布置可以通过适当图案化的电介质38和44以及间隙12制

作。可以修改所描述和图示的蚀刻步骤,或者可以包括一个或多个附加的蚀刻步骤。在一些实施例中,可以使用一个或多个附加的电介质或金属层以便如所期望的那样布置p互连和n互连。

[0034] 图8图示了根据本发明的实施例的具有导电衬底的器件的底部视图。图9图示了图8的器件的顶部视图。图7是图8和9中所图示的器件的部分的截面视图。

[0035] 如图8中所图示的,n互连14部署在区24中,在该区中将半导体结构35从衬底30移除。p互连16在图9中所示的区22中部署在半导体结构35下方。n和p互连14和16通过间隙12彼此电气隔离,间隙12可以填充有如以上所描述的电介质。

[0036] 图7中所图示的结构以与图4中所图示的结构类似的方式形成。p接触件反射金属40和保护金属42形成在p型区36上。形成电介质层38以隔离半导体结构35的经蚀刻边缘。电介质38沿其中移除半导体结构35的区24中的生长衬底30的部分延伸。

[0037] n接触件金属46形成在区24中,与导电衬底30直接接触。n接触件金属46通过电介质38与p接触件金属40和42电气隔离。当器件正向偏置时,电子从n互连14通过n接触件46,通过导电衬底30,通过n型区32流动到发光区34。空穴从p互连16通过p接触件金属40和42,通过p型区36流动到发光区34。如图9中所图示的,不需要过孔。因此,相比于如图4中所图示的具有形成容纳n接触件金属的过孔的类似尺寸器件而言,图7中所图示的器件可以具有更大的发光区面积。

[0038] 在本文所描述的一些实施例中,LED的反射性相比于没有侧面互连的常规器件有所改进。例如,图3中的区24是高度反射的,在一些实施例中甚至比区22更为反射,因为邻近于衬底30(在图4中图示)的反射材料40非常具有反射性。区24中的反射性还可以通过在反射材料40与衬底30之间部署分布式布拉格反射镜(DBR)来改进。为了形成DBR,在反射材料40与衬底30之间部署如本领域中已知的具有不同折射率的层的交替堆叠。DBR可以被调谐成反射光和/或在特定方向上引导光以例如增强从衬底30到环境中或结构50中的光提取。

[0039] 本文所描述的侧面互连可以具有若干优点。由于半导体结构下方的所有或近乎所有空间被互连或其它导热结构占据,因此相比于诸如在半导体结构下方包括间隙以电气隔离互连的图1的器件之类的器件而言,该器件可以具有更低的热阻。横向热扩散可以增强并且热点可以减少或消除。其中从衬底移除半导体结构的区中的反射p接触件金属可以改进从器件的光提取,例如通过反射由波长转换层反向散射的光。生长衬底和/或半导体结构下方的互连可以机械支撑没有任何间隙的半导体结构,这可以防止或减少与不受支撑的半导体结构相关联的故障机制的出现。而且,由于至多仅一个互连部署在半导体结构下方,因此n接触件设计是灵活的并且可以针对通过n层(例如具有如图3中所图示的大量小接触件过孔)的电流扩散进行优化。

[0040] 已经详细描述了本发明,本领域技术人员将领会到,在给定本公开的情况下,可以对本发明做出修改而不脱离于本文所描述的发明概念的精神。因此,不意图将本发明的范围限于所图示和描述的特定实施例。

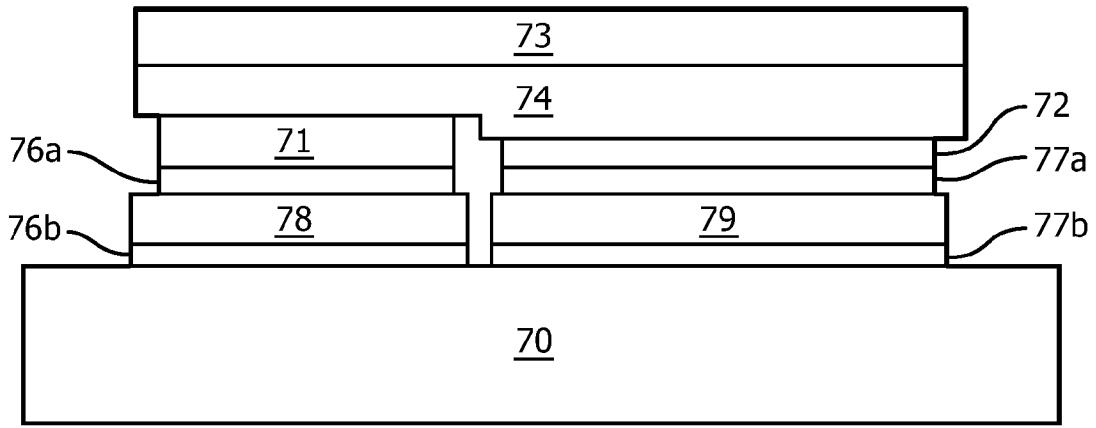


图 1(现有技术)

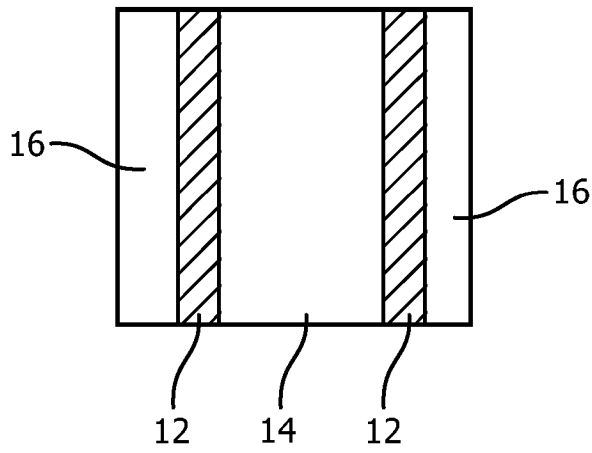


图 2

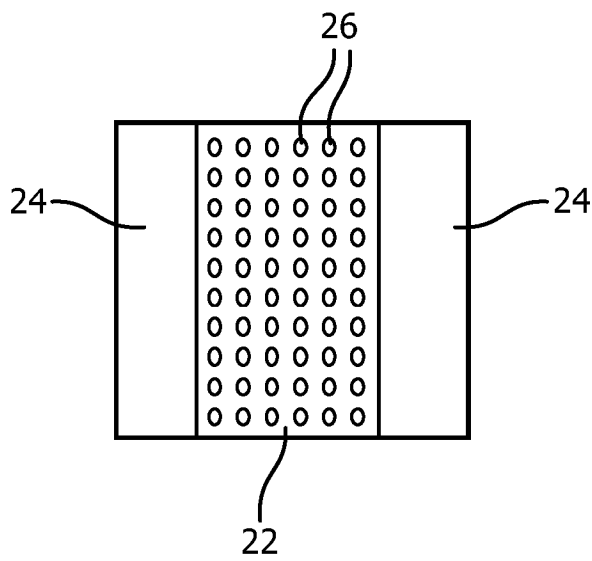


图 3

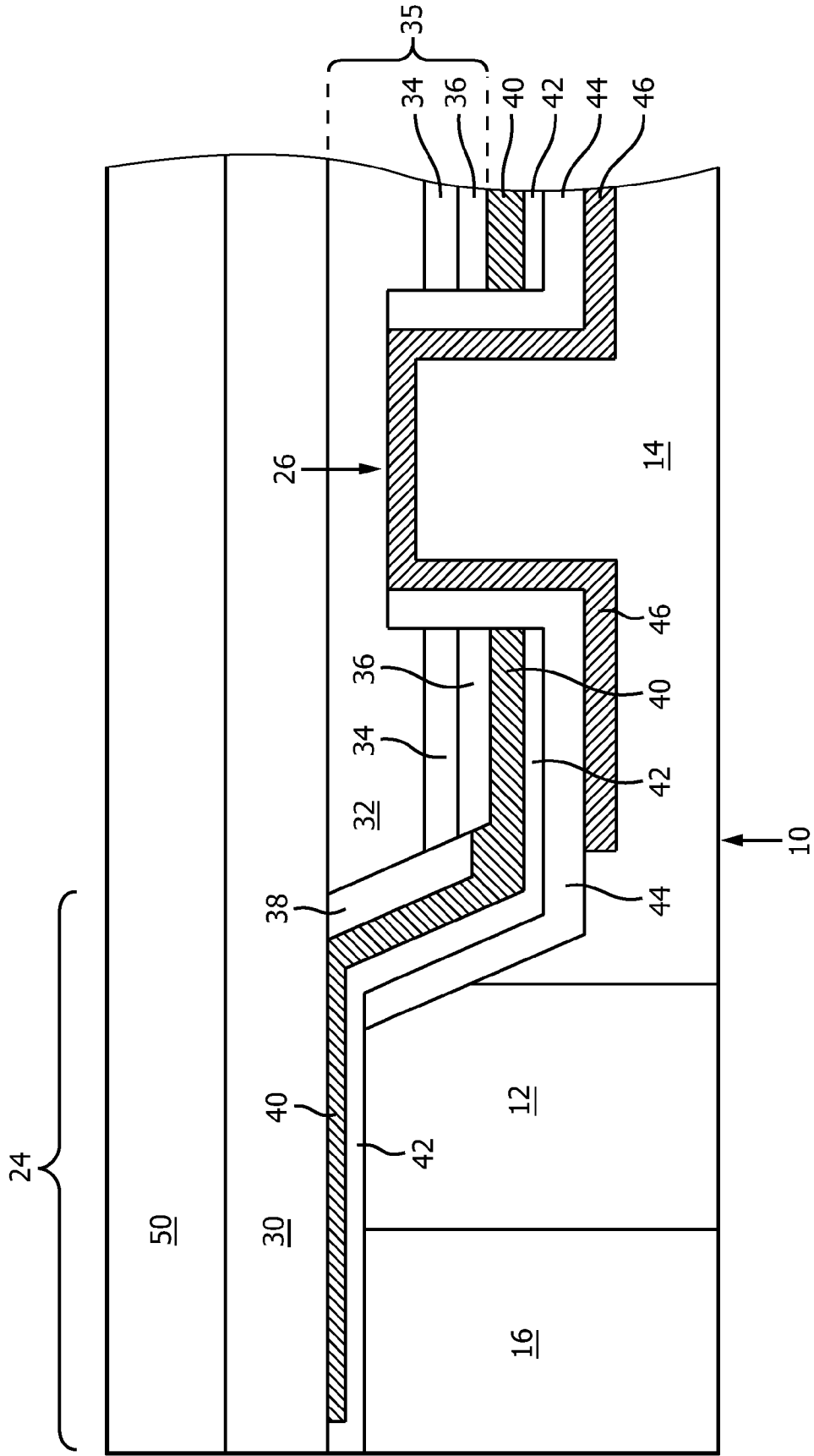


图 4

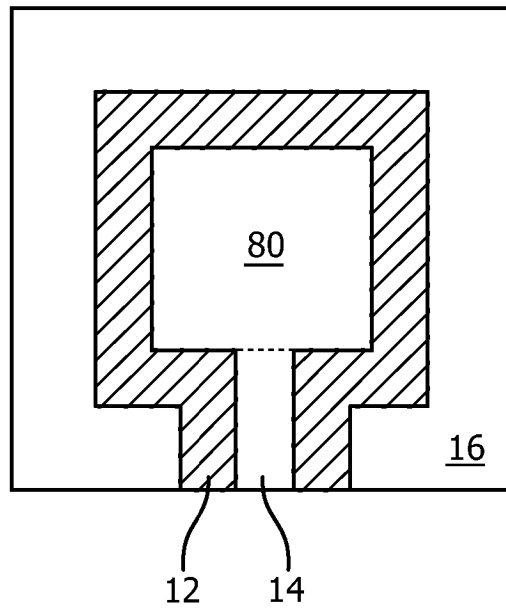


图 5

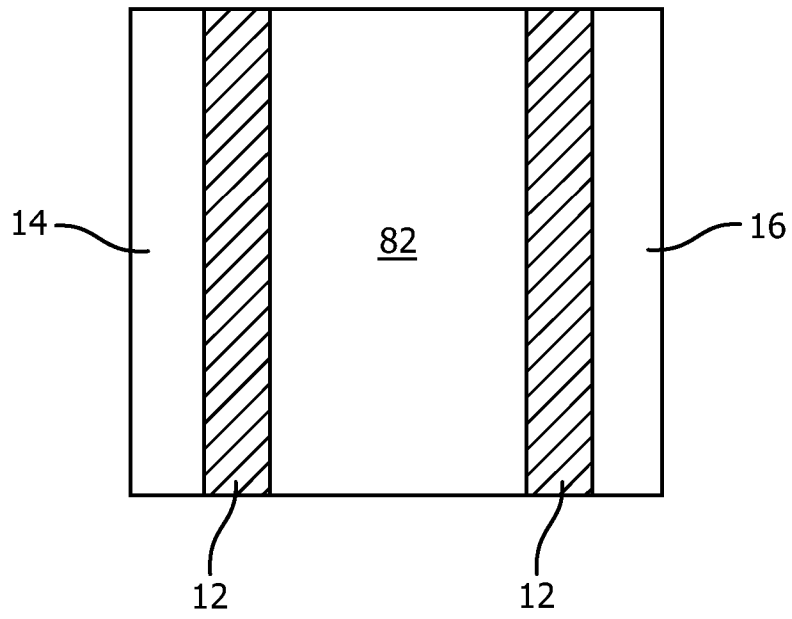


图 6

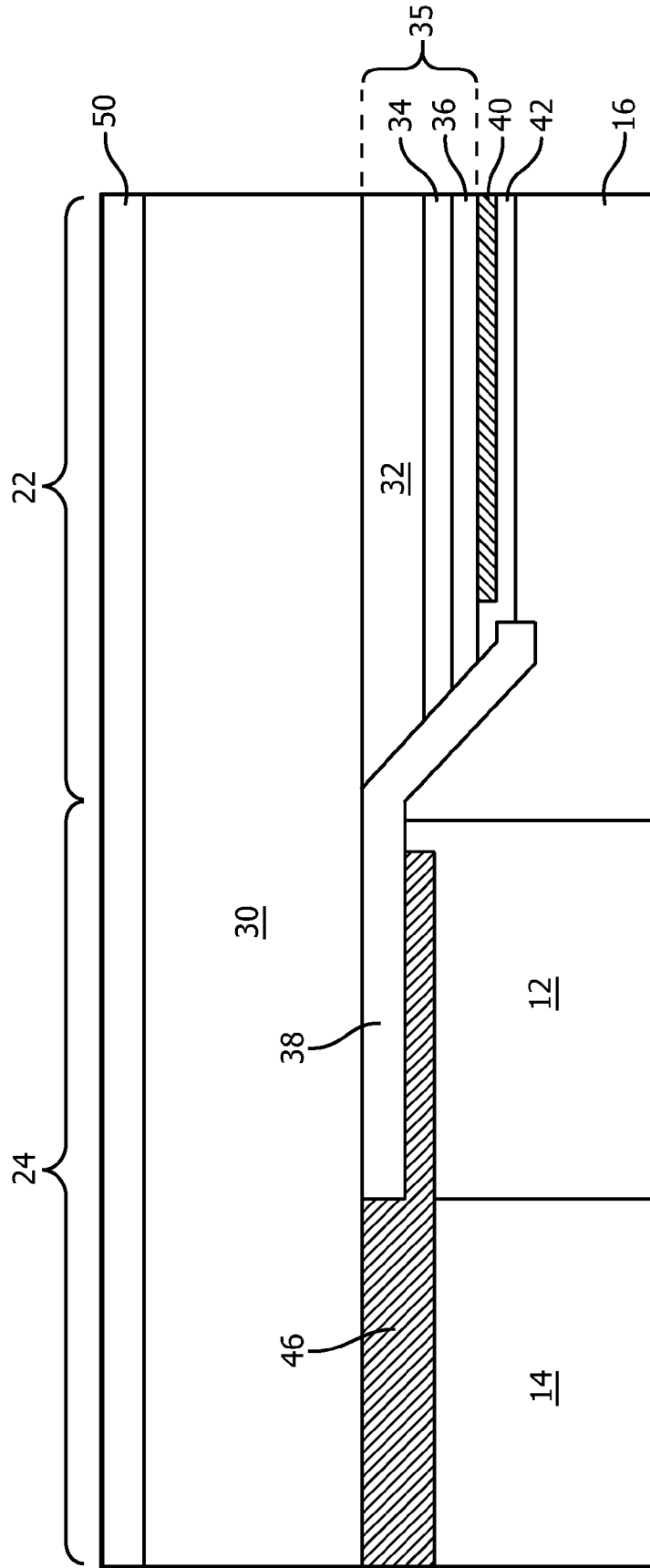


图 7

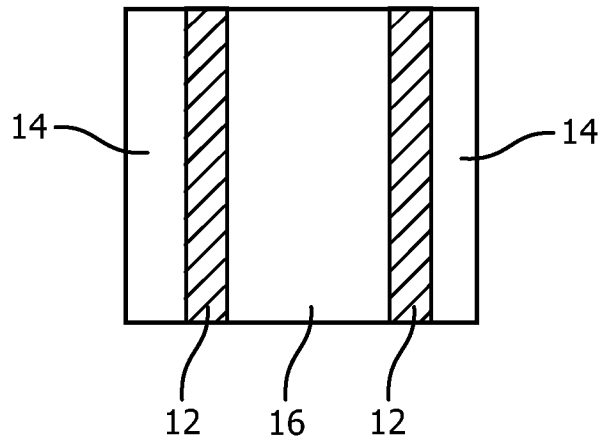


图 8

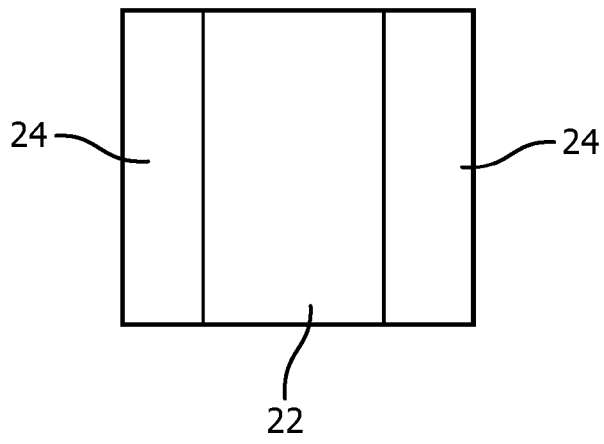


图 9