



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105556684 B

(45)授权公告日 2019.10.18

(21)申请号 201480052062.5

K-H.H.崔 M.A.德桑伯

(22)申请日 2014.07.02

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105556684 A

72001

(43)申请公布日 2016.05.04

代理人 陈俊 景军平

(30)优先权数据

(51)Int.CI.

61/856,857 2013.07.22 US

H01L 33/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.03.22

H01L 21/78(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/IB2014/062784 2014.07.02

CN 102903814 A, 2013.01.30, 说明书第28-51段, 图1-6.

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 101335235 A, 2008.12.31, 说明书第11页第17行至第16页第24行、第18页第31行至第19页第6行, 图17-19.

W02015/011583 EN 2015.01.29

CN 1965393 A, 2007.05.16, 说明书第5页第5行至第13页第12行, 图1-2.

(73)专利权人 亮锐控股有限公司
地址 荷兰史基浦

审查员 潘元真

(72)发明人 F.伊利夫斯基 N.A.M.斯维格斯

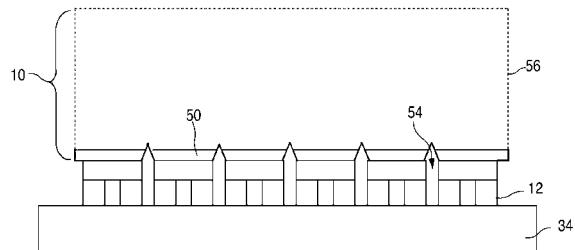
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

分离形成在衬底晶片上的发光设备的方法

(57)摘要

依据本发明的实施例的一种方法包含:在蓝宝石衬底的第一表面上生长包含设置在n型区和p型区之间的发光层的半导体结构。该半导体结构形成为多个LED。裂缝在该蓝宝石衬底中形成。该裂缝从该蓝宝石衬底的第一表面延伸并且不穿透该蓝宝石衬底的整个厚度。在该蓝宝石衬底中形成裂缝之后,该蓝宝石衬底从该蓝宝石衬底的第二表面减薄。该第二表面与该第一表面相对。



1. 一种形成发光设备的方法,包含:

在蓝宝石衬底的第一表面上生长包含设置在n型区和p型区之间的发光层的半导体结构;

将所述半导体结构形成为多个发光二极管(LED);

在第一减薄过程中从所述蓝宝石衬底的第二表面减薄所述蓝宝石衬底,所述第二表面与所述第一表面相对;

在所述第一减薄过程中从所述第二表面减薄所述蓝宝石衬底之后,在所述蓝宝石衬底中形成裂缝,所述裂缝从所述蓝宝石衬底的第一表面延伸入所述衬底中而不穿透所述蓝宝石衬底的整个厚度;以及

在所述蓝宝石衬底中形成裂缝之后,在第二减薄过程中从所述蓝宝石衬底的第二表面减薄所述蓝宝石衬底。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中形成裂缝包含激光划片。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中形成裂缝包含机械地划片。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中形成裂缝包含从所述第二表面激光划片所述裂缝。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中从所述蓝宝石衬底的第二表面减薄所述蓝宝石衬底包含减薄所述蓝宝石衬底以暴露所述裂缝。

分离形成在衬底晶片上的发光设备的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是在2014年7月2日递交的并且名称为“METHOD OF SEPARATING LIGHT EMITTING DEVICES FORMED ON A SUBSTRATE WAFER”的国际申请No. PCT/IB2014/062784的§371申请,该国际申请要求在2013年7月22日递交的美国临时申请序列号No. 61/856,857的权益。PCT/IB2014/062784以及US 61/856,857两者合并于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于分离在衬底晶片上生长的发光设备的方法。

背景技术

[0004] 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)以及边射型激光器的半导体发光设备属于当前可获得的最有效率光源。在能够在可见光谱各部分操作的高亮度发光设备的生产中当前引起兴趣的材料系统包含III-V族半导体,特别是也称为III族氮化物材料的镓、铝、铟和氮的二元、三元和四元合金。典型地,III族氮化物发光设备通过用金属有机物化学气相沉积(MOCVD)、分子束外延(MBE)或其它外延技术,在蓝宝石、碳化硅、III族氮化物或其它合适衬底上外延生长不同组分和掺杂剂浓度的半导体层的叠层而制作。该叠层通常包含形成在该衬底之上的掺杂有例如Si的一个或更多个n型层,在形成于在该一个或更多个n型层上的有源区中的一个或更多个发光层,以及形成在该有源区之上的掺杂有例如Mg的一个或更多个p型层。电气接触在该n型区和该p型区上形成。

[0005] 在一些LED中,该生长衬底保持为最终设备结构的部分,例如从而为该半导体结构提供机械稳定性。显著数量的光可以穿过生长衬底的侧面发射。在要求或优选绝大多数或全部的光从设备顶部发射的应用中,从衬底的侧面光发射是不期望的。

[0006] US2010/0267219描述一种减薄生长衬底的方法。依据摘要,该方法包含“研磨蓝宝石衬底的背侧的蓝宝石衬底研磨步骤;将激光束从蓝宝石衬底的背侧应用到蓝宝石衬底,以藉此沿着每条道(street)在蓝宝石衬底中形成改性层的改性层形成步骤;…以及,沿着改性层形成处的每条道打破蓝宝石衬底的晶片分开步骤”。

发明内容

[0007] 本发明的一目的是提供一种通过在衬底中形成凹槽,然后减薄该衬底以暴露该凹槽,从而分离生长在衬底上的发光设备的方法。

[0008] 一种依据本发明的实施例的方法包含:提供生长在衬底上的发光半导体结构。该衬底具有前侧和与该前侧相对的背侧。在该衬底中形成凹槽。该凹槽从该衬底的前侧延伸入该衬底中。在该衬底中形成凹槽之后,减薄该衬底的背侧以暴露该凹槽。

[0009] 一种依据本发明的实施例的方法包含:在蓝宝石衬底的第一表面上生长包含设置在n型区和p型区之间的发光层的半导体结构。将该半导体结构形成为多个LED。在该蓝宝石衬底中形成裂缝。该裂缝从该蓝宝石衬底的第一表面延伸而且不穿透该蓝宝石衬底的整个

厚度。在该蓝宝石衬底中形成裂缝之后,从该蓝宝石衬底的第二表面减薄该蓝宝石衬底。该第二表面与该第一表面相对。

附图说明

- [0010] 图1阐释III族氮化物LED的一个例子。
- [0011] 图2阐释形成于衬底上的LED的晶片的部分。
- [0012] 图3阐释在将该晶片接附到处理带以及减薄该衬底之后的图2的结构。
- [0013] 图4阐释在划片(scribing)该衬底之后的图3的结构。
- [0014] 图5阐释在减薄该衬底之后的图4的结构。
- [0015] 图6阐释在拉伸该处理带以分离该LED之后的图5的结构。
- [0016] 图7阐释应用到衬底的部分的掩膜。
- [0017] 图8阐释在衬底中蚀刻形成凹槽之后的图7的结构。
- [0018] 图9阐释在剥离掩膜之后的图8的结构。
- [0019] 图10阐释在形成有凹槽的衬底上形成LED之后的图9的结构。
- [0020] 图11阐释在将晶片接附到处理带并且减薄该衬底以分离LED之后的图10的结构。
- [0021] 图12阐释包含部分地形成的LED的衬底的部分。
- [0022] 图13阐释在衬底中形成凹槽之后的图12的结构。
- [0023] 图14阐释在完成LED之后的图13的结构。
- [0024] 图15阐释在将晶片接附到处理带并且减薄该衬底以分离LED之后的图14的结构。
- [0025] 图16阐释形成于衬底之上的LED的晶片的部分,其具有在相邻LED之间形成的裂缝。
- [0026] 图17阐释在减薄该衬底之后的图16的结构。

具体实施方式

[0027] 在本发明的实施例中,蓝宝石或者其它生长衬底保持为最终设备结构的部分,但是被减薄以减少或者消除从该生长衬底的侧面的光发射。在本发明的实施例中,晶片首先通过穿过该衬底的厚度的至少部分而形成分离区带而部分地分离,该分离区带通常是衬底中的凹槽或裂缝。该晶片之后通过减薄该衬底直到达到该分离区带而完全地分离。本发明的实施例特别地适合于要求从设备的顶表面发射全部或显著部分的光的应用,例如一些汽车应用。

[0028] 尽管在下面的例子中,半导体发光设备是发射蓝或者UV光的III族氮化物LED,可以使用除LED以外的半导体发光设备,例如由其它材料系统制成的激光二极管和半导体发光设备,该其它材料例如为III-V材料、III族磷化物、III族砷化物、II-VI材料、ZnO或基于硅的材料。

[0029] 图1阐释可以用于本发明的实施例中的单一的III族氮化物LED 12。可以使用任何合适的半导体发光设备并且本发明的实施例不限制于阐释于图1中的设备。图1的设备通过在生长衬底10的部分上生长III族氮化物半导体结构而形成,如在本领域中已知的。生长衬底通常是蓝宝石但是可以是任何合适衬底,比如例如SiC、Si、GaN或者复合衬底。该半导体结构包含夹置于n和p型区之间的发光或有源区。n型区14可以首先生长并且可以包含不同

组分和掺杂剂浓度的多个层,该多个层包括例如:准备层,比如缓冲层或成核层,和/或可以是n型或非故意掺杂的设计成促进生长衬底的移除的层;以及n或甚至p型设备层,其是针对发光区域高效地发光所期望的具体光学、材料或电学性质而设计的。发光或有源区16生长在该n型区14之上。合适的发光区的例子包含单一的厚或薄的发光层,或者包含被势垒层分隔的多个薄或厚发光层的多量子阱发光区。p型区18可以之后在该发光区16之上生长。与n型区14相似,p型区18可以包含不同组分、厚度和掺杂浓度的多个层,其包含非故意掺杂层或n型层。

[0030] 在生长之后,在p型区的表面上形成p接触20。该p接触20通常包含多个传导层,例如反射金属和可以阻止或减少反射金属的电迁移的保护金属。反射金属通常是银但是可以使用任何合适的一种或多种材料。在形成p接触20后,部分的p接触20、p型区18和有源区16被移除以暴露n接触22形成于其上的n型区14的部分。n接触22和p接触20通过示为阴影的间隙25彼此电气绝缘,该间隙可以填充以例如硅的氧化物的电介质或任何其它的合适材料。可以形成多个n接触通路;n接触22和p接触20不限制于在图1中阐释的布置。n和p接触可以重新分配以形成具有电介质/金属叠层的接合垫,如在本领域中已知的。

[0031] 为了形成到LED 12的电气连接,一个或更多个互连26和28形成在n接触22和p接触20上或者电气连接到该n接触22和p接触20。在图1中,互连26电气地连接到n接触22。互连28电气地连接到p接触20。通过电介质层24(示为阴影)和间隙27,互连26和28与n接触22和p接触20电气绝缘,并且彼此电气绝缘。互连26和28可以是例如焊料、凸块、金层或者任何其它合适结构。许多独立的LED 12可以在单一的晶片上形成,之后从设备的晶片上切割,如下面描述的。

[0032] 尽管下面的实施例示出将晶片分离成独立的LED 12,描述的技术可以用于将晶片分离成LED的组。尽管下面的实施例涉及蓝宝石生长衬底,描述的技术可以应用到任何合适衬底。

[0033] 本发明的一个实施例阐释于图2、3、4、5和6。在阐释于图2-6中的实施例中,衬底10被减薄,然后被划片,然后被再次减薄。

[0034] 在图2中,若干LED 12的示例的组形成在衬底10上。例如LED 12可以是阐释于图1中的设备或者任何其它合适设备。尽管示出六个LED 12,对于可以在单一衬底上创建的LED的数量没有明示的限制,也不要求这些LED在一组中。附图中的LED仅仅是在衬底10的部分或者完整的衬底10上的“一些”LED的例子。

[0035] 在图3中,晶片处理带34接附到LED 12。生长衬底10的厚度的部分30通过任何合适技术被移除,留下剩余部分32,该技术例如为比如研磨的机械技术。衬底10减薄到适应描述于图4中的划片的厚度。在减薄之前,图2中的衬底10的厚度可以是例如在一些实施例中至少300 μm 厚,并且在一些实施例中不超过1500 μm 厚,不过在一些实施例中衬底可以厚于1500 μm 。衬底10的剩余部分32可以是例如,在一些实施例中不超过300 μm 厚,在一些实施例中不超过275 μm 厚,并且在一些实施例中不超过250 μm 厚。

[0036] 在图4中,独立的LED 12或LED 12的组之间的区域38被划片以在衬底的剩余部分32中形成裂缝或者凹槽40。裂缝40位于最靠近于LED 12的衬底32的厚度的部分中。裂缝40不完全穿透衬底的剩余部分32。裂缝40可以通过例如下述形成:激光划片,其中激光36在区域38中照耀穿过衬底32,或者隐形切割,其中通过将激光聚焦到衬底内部而在衬底中形成

改性层。例如,具有266和355nm之间的波长的飞秒激光可以用于激光划片,并且具有800和1100nm之间的波长的激光可以用于隐形切割。

[0037] 在图5中,蓝宝石衬底10的剩余部分32之后减薄以暴露在图4中形成的裂缝40的顶部。衬底可以通过任何合适技术减薄,包含例如研磨的机械技术。剩余部分32的所移除的部分42的厚度可以是在一些实施例中至少100 μm 厚,并且在一些实施例中不超过200 μm 厚。在减薄后保留的形成有裂缝的部分44可以是例如在一些实施例中不超过60 μm 厚,在一些实施例中不超过50 μm 厚,以及在一些实施例中不超过40 μm 厚。在减薄后保留的形成有裂缝的部分44在一些实施例中足够厚以机械地支持该半导体结构。在阐释于图5中的减薄之后,裂缝40的一些或全部延伸穿过形成有裂缝的部分44的整个剩余厚度。优选地,所有裂缝40延伸穿过形成有裂缝的部分44的整个剩余厚度。

[0038] 在图6中,带34可以被拉伸以在裂缝40形成处的间隙46中分离独立的LED 12或LED 12的组。每个LED 12或LED 12的组具有接附到半导体结构的顶部的小片的衬底10(形成有裂缝的部分44)。形成有裂缝的部分44可以足够厚以机械地支持该半导体结构。形成有裂缝的部分44可以具有平滑的或粗糙的边缘。

[0039] 在图7、8、9、10和11中阐释另一实施例。在阐释于图7-11的实施例中,衬底被蚀刻,然后减薄。

[0040] 在图7中,掩膜50在蓝宝石衬底10之上形成并且被图案化以形成与衬底之后于此被分离的区域对齐的开口52。开口52可以对应于单一的LED或一组中的多个LED的边缘。半导体结构可以在形成开口52之前或之后生长在衬底10上。半导体结构可以被图案化,使得该半导体结构从LED之间的区域移除。

[0041] 在图8中,蓝宝石衬底10被蚀刻以在掩膜50中的开口52内的衬底10中形成凹槽54。在一些实施例中,凹槽54至少一微米深。在一些实施例中,凹槽54至少1微米宽。衬底10用比如例如干蚀刻或湿蚀刻的任何合适技术蚀刻。

[0042] 在图9中,掩膜50被剥离,留下具有在区域52中形成的凹槽54的衬底10。

[0043] 作为对于在图7、8和9中阐释的掩膜、蚀刻和剥离技术的替代,在一些实施例中,在生长LED 12的半导体结构之前,凹槽通过不同于蚀刻的技术在衬底10中形成。例如凹槽54可以如上面描述的通过激光划片或隐形切割,通过利用具有266到355nm之间的波长的UV激光的激光切割,或者通过例如使用刀片的机械切割而形成。这种技术可以不要求首先对衬底施加掩膜,不过图案化的掩膜可以被使用。

[0044] 在图10中,LED 12在凹槽54之间的区域中形成。例如,生长在衬底10上的半导体结构可以通过蚀刻以及形成金属层以形成接触和互连而形成为LED,如上文参考图1所描述。

[0045] 在图11中,LED 12连接到晶片处理带34。衬底10如上文描述通过任何合适技术而减薄。被移除的衬底10的部分56足够厚,使得一些或全部的凹槽54被暴露,这分离独立的LED 12或者LED的组。优选地,暴露所有的凹槽54。衬底10的部分50保持接附于每个LED 12或LED的组。部分50在一些实施例中足够厚以机械地支持LED 12的半导体结构。

[0046] 在图12、13、14、和15中阐释另一实施例。在阐释于图12-15中的实施例中,LED被部分地形成,衬底被形成有凹槽,LED被完成,之后衬底被减薄。

[0047] 在图12中,LED在衬底10上部分地形成。例如,LED的半导体结构可以在衬底10上生长。

[0048] 在图13中,凹槽54在独立LED之间或LED的组之间的区域52中的衬底10中形成。凹槽54可以由包括例如蚀刻、锯切或者激光划片的任何合适技术形成。

[0049] 在图14中,LED 12例如通过蚀刻以及形成金属层以形成接触和互连而完成,如上文参考图1所描述。

[0050] 在图15中,LED 12连接到晶片处理带34。如上面描述的,衬底10通过任何合适技术而减薄。被移除的衬底10的部分56足够厚,使得凹槽54的一些或全部被暴露,这分离独立的LED 12或LED的组。优选地,暴露全部凹槽54。衬底10的部分50保持接附于每个LED 12或者LED的组。部分50在一些实施例中足够厚以机械地支持LED 12的半导体结构。

[0051] 另一实施例阐释于图16和17中。在图16中,LED 12在衬底10上生长。例如,LED 12可以是在图1中阐释的设备或者任何其它合适设备。独立的LED 12或者LED 12的组之间的区域38从衬底10的LED 12形成于其上的那侧被激光划片。该划片在衬底10的厚度的部分中形成裂缝或者凹槽40。裂缝40位于最靠近于LED 12的衬底的厚度的部分中。裂缝40可以是例如在一些实施例中至少30 μm 深,并且在一些实施例中不超过100 μm 。

[0052] 如图17所示,LED 12之后被安装于例如框架、支持晶片或处理带的结构34上。生长衬底10的厚度的部分30通过任何合适技术被移除,比如,例如研磨的机械技术。减薄之前的衬底10的厚度可以是例如在300和2000 μm 之间。在一些实施例中,衬底减薄超过一厚度,其中裂缝40的顶部的一些或全部(在阐释于图17中的取向上)被达到。优选地,裂缝40的顶部的全部被达到。在一些实施例中,衬底10的剩余部分32足够厚以机械地支持LED 12的半导体结构。

[0053] 用上面描述的技术形成的发光设备可以具有若干优势。因为一些衬底保持接附于最终设备,易碎的半导体结构被衬底支持,这可以减少由于形成裂缝导致的失效的发生,可以消除对支持半导体结构的昂贵和复杂的厚金属互连的需要,并且可以消除对支持半导体结构的底填充剂或其它结构的需要。该设备可以被焊接安装。另外,与衬底的整个厚度保持接附到半导体结构的设备相比,因为衬底减薄,穿过衬底的侧面而逃离的光的量可以减少。据此,用上面描述的技术形成的设备可以避免或者减少与衬底保持接附在半导体结构的设备典型地相关联的效率处罚。

[0054] 发明已经被详细地描述,本领域技术人员将理解,鉴于当前公开,可以对本发明做出修改而不背离在此处描述的发明概念的精神。因此,不打算将本发明的范围限制于所阐释和描述的具体实施例。

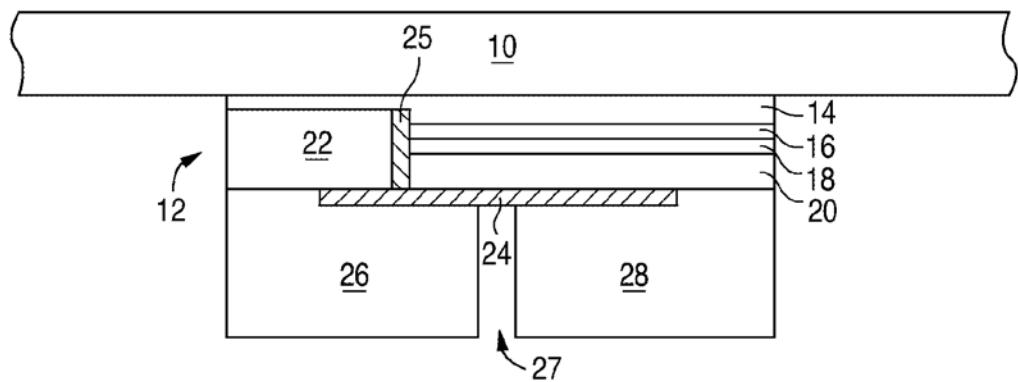


图 1

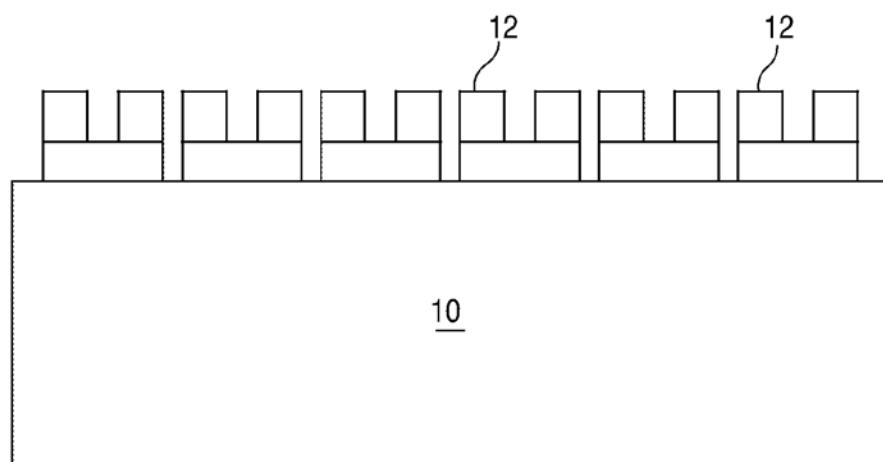


图 2

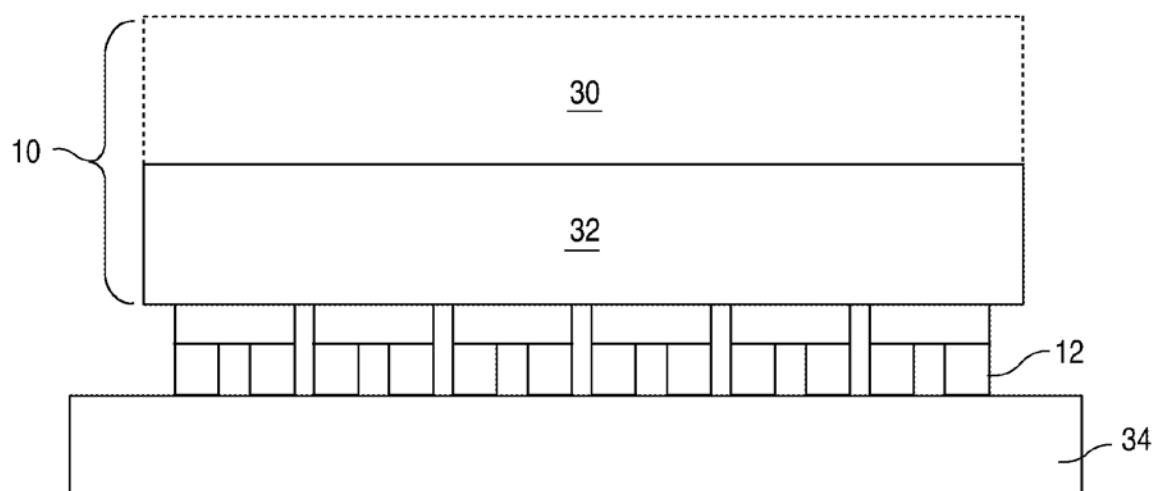


图 3

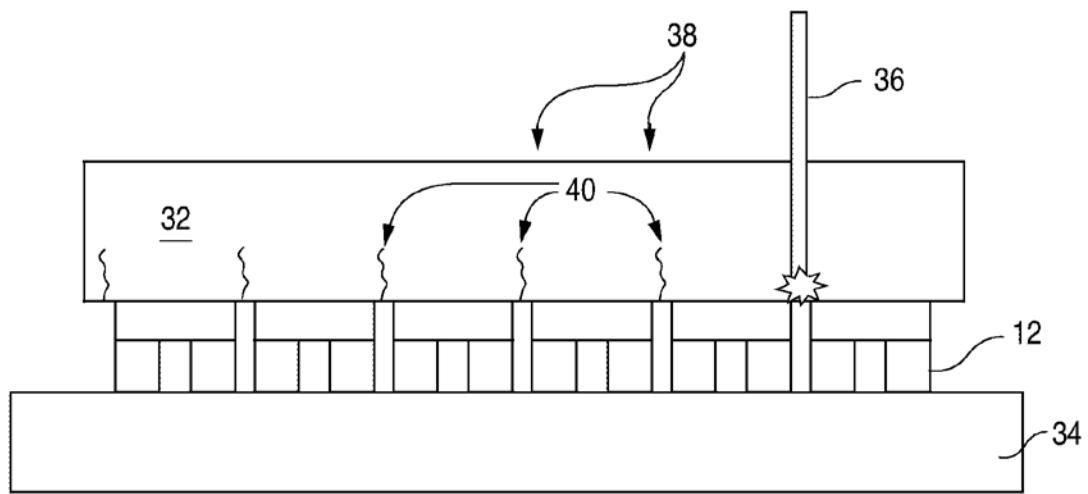


图 4

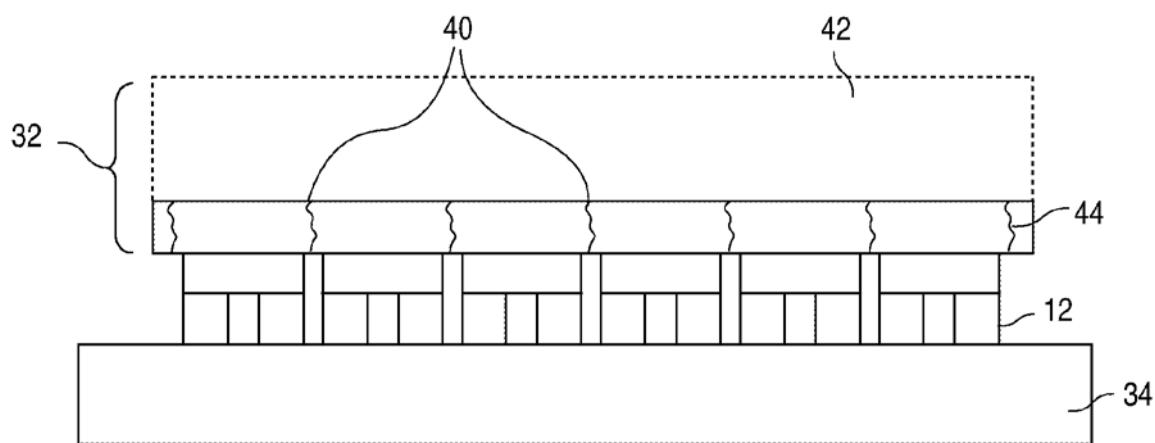


图 5

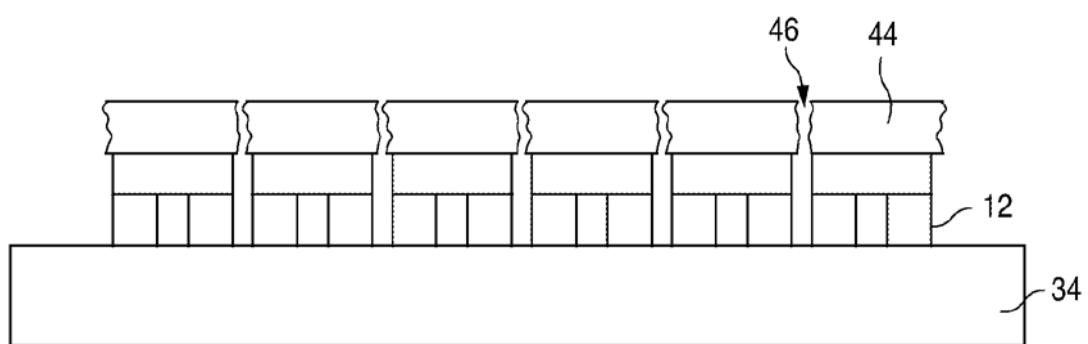


图 6

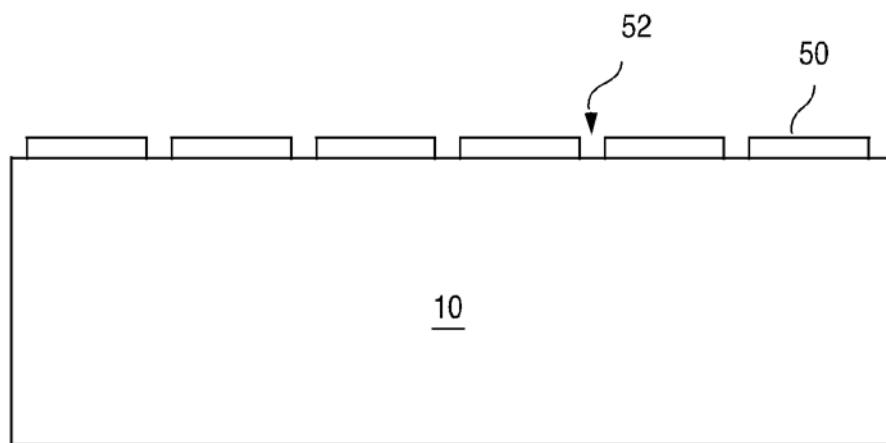


图 7

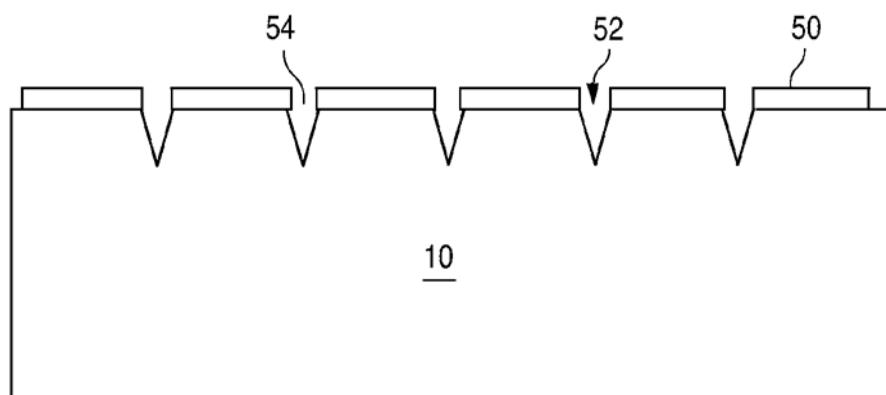


图 8

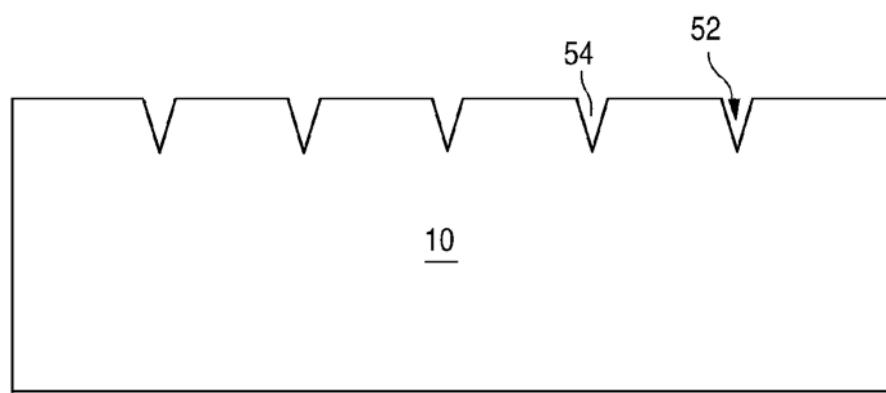


图 9

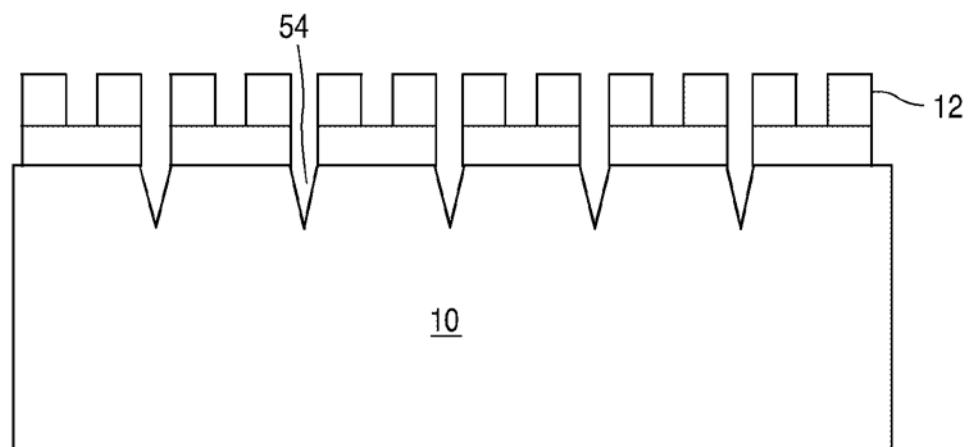


图 10

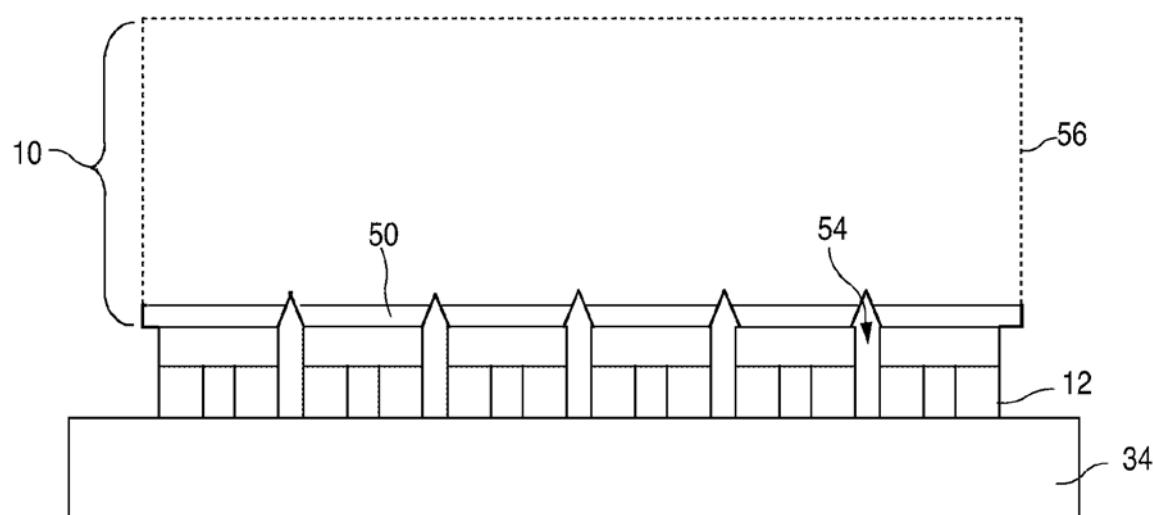


图 11

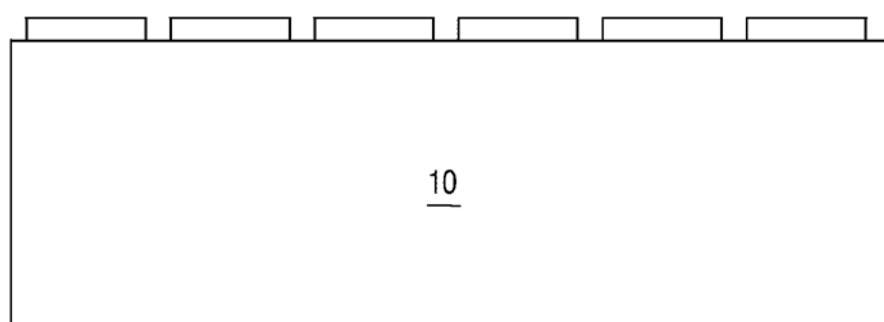


图 12

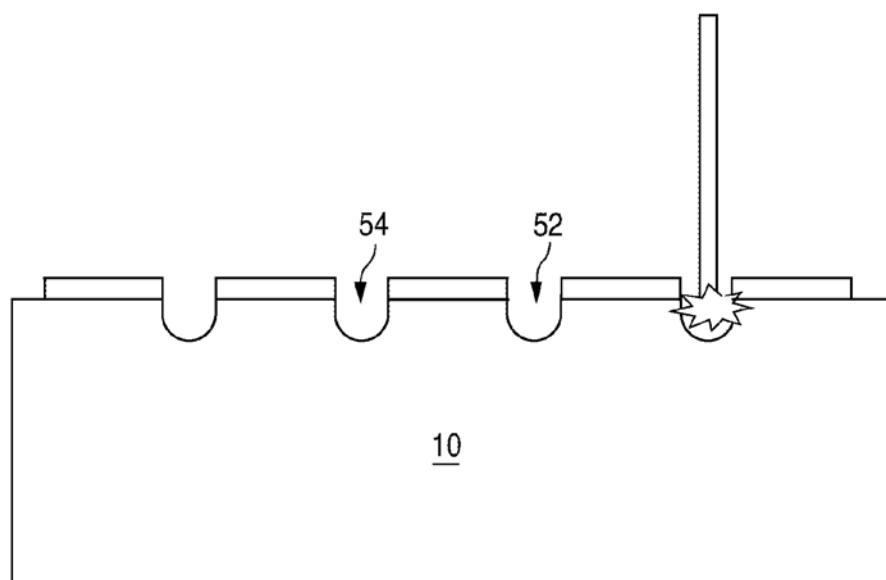


图 13

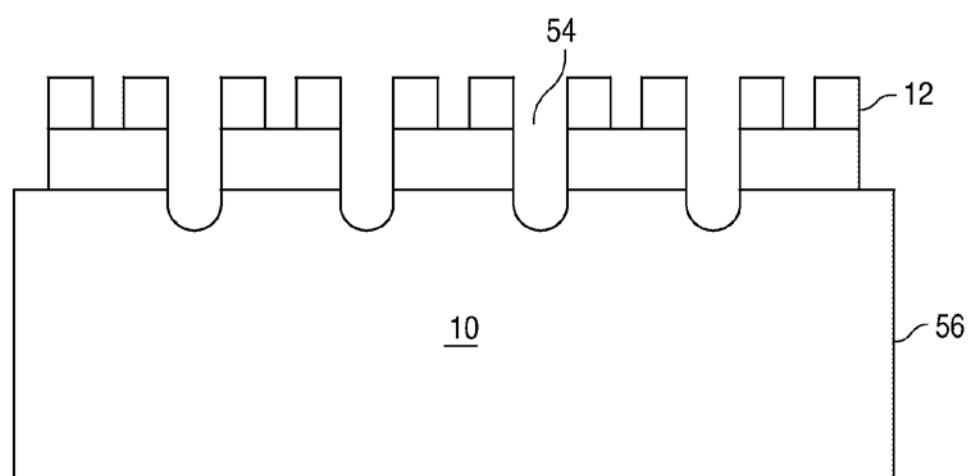


图 14

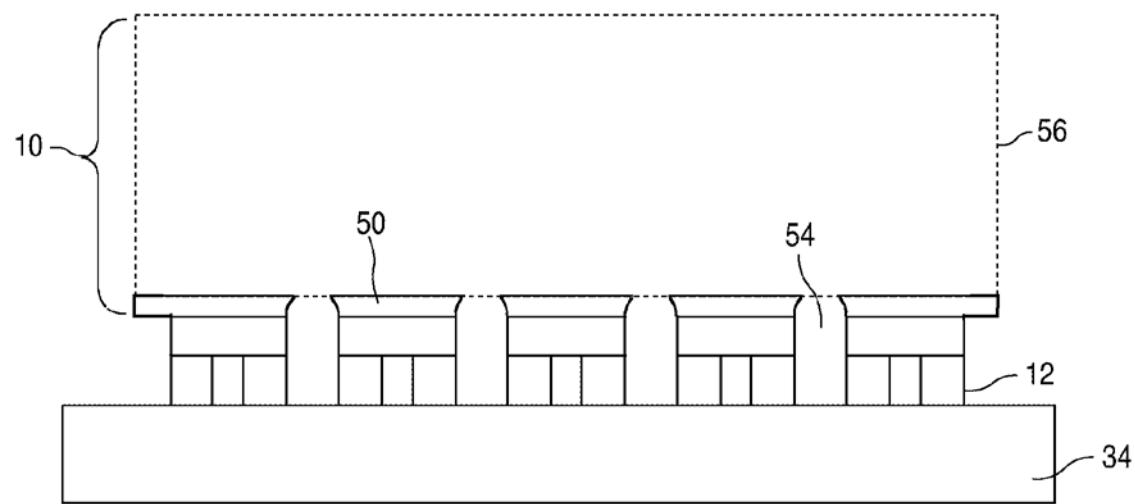


图 15

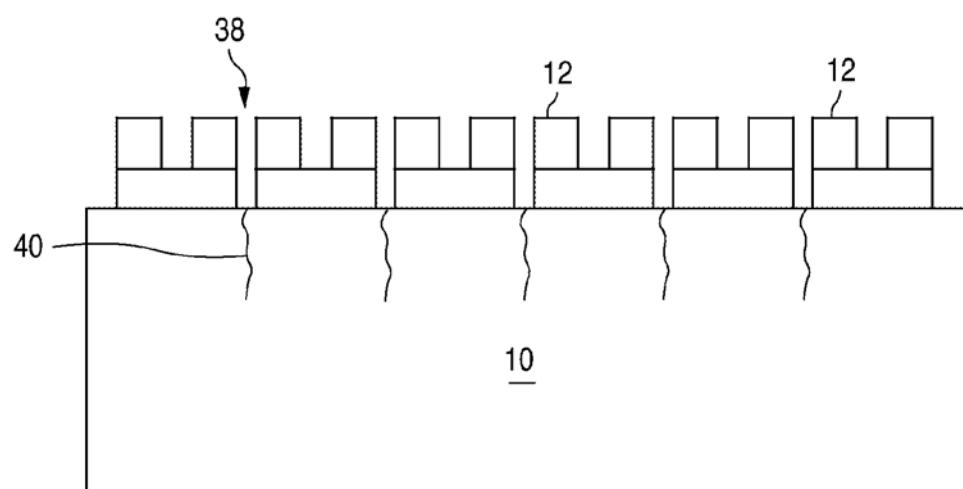


图 16

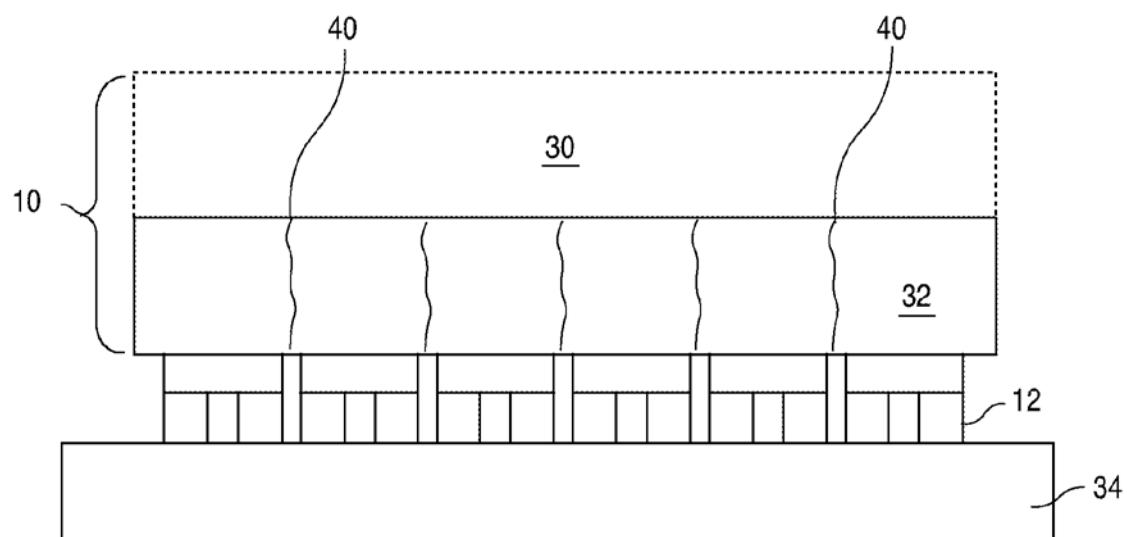


图 17