



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113764456 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202111057859.2

H01L 33/62 (2010.01)

(22) 申请日 2021.09.09

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 2018226597 A1, 2018.08.09

申请公布号 CN 113764456 A

CN 105098048 A, 2015.11.25

CN 212277221 U, 2021.01.01

(43) 申请公布日 2021.12.07

CN 112201738 A, 2021.01.08

(73) 专利权人 杭州士兰明芯科技有限公司

US 2021013367 A1, 2021.01.14

地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发

CN 101084583 A, 2007.12.05

区白杨街道10号大街300号1幢1层

CN 109768134 A, 2019.05.17

(72) 发明人 沈铭 马拥军

审查员 谢中亮

(74) 专利代理机构 上海思捷知识产权代理有限

公司 31295

专利代理师 刘畅

(51) Int. Cl.

H01L 27/15 (2006.01)

H01L 33/00 (2010.01)

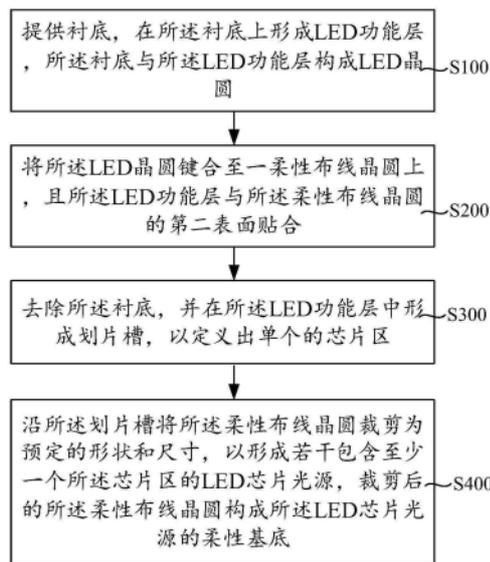
权利要求书7页 说明书19页 附图20页

(54) 发明名称

LED芯片光源及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种LED芯片光源及其制备方法,在形成LED晶圆之后,利用晶圆级键合工艺将所述LED晶圆键合至一柔性布线晶圆上,令所述LED晶圆的LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合,再去除所述LED晶圆的衬底并在所述LED功能层中形成划片槽即可定义出单个的芯片区;沿所述划片槽可将所述柔性布线晶圆裁剪为预定的形状和尺寸,形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆构成所述LED芯片光源的柔性基底,如此每个所述LED芯片光源均具备柔性,容易弯曲和折叠,避免将LED芯片制备好后转移至柔性电路基板上产生的不良率高、效率低、返修率高及成本高等问题,使利用Mini/Micro LED芯片制备柔性显示屏具备量产可行性。



1. 一种LED芯片光源的制备方法,其特征在于,包括:

提供衬底,在所述衬底上形成LED功能层,所述衬底与所述LED功能层构成LED晶圆;

将所述LED晶圆键合至一柔性布线晶圆上,且所述LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合;

去除所述衬底,并在所述LED功能层中形成划片槽,以定义出单个的芯片区;以及,

沿所述划片槽将所述柔性布线晶圆裁剪为预定的形状和尺寸,以形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆构成所述LED芯片光源的柔性基底;

所述柔性布线晶圆的第二表面具有金属布线层,所述金属布线层包括若干布线区,每个所述布线区内均具有至少一条金属线,将所述LED晶圆键合至所述柔性布线晶圆上之后,一个所述芯片区对准一个所述布线区,每个所述芯片区对应的电极分别与对应的所述布线区的金属线电性连接;

所述LED功能层包括若干电极组,每个所述电极组均包括两个相互绝缘的电极,两个所述电极分别与所述LED功能层的第一半导体层及第二半导体层电性连接,所述电极的材料均为键合金属材料,利用所有所述电极将所述LED晶圆键合至所述柔性布线晶圆上。

2. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述LED芯片光源包含的所述芯片区的数量相同或不相同。

3. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述LED芯片光源的形状相同或不相同。

4. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述LED芯片光源的尺寸相同或不相同。

5. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述LED功能层为倒装结构的LED功能层,所述LED芯片光源为倒装结构的LED芯片光源。

6. 如权利要求5所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层包括外延层、凹槽及反射镜层;在所述衬底上形成所述倒装结构的LED功能层的步骤包括:

在所述衬底上形成所述外延层,所述外延层包括顺次设置于所述衬底上的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

刻蚀所述外延层以形成所述凹槽,所述凹槽从所述第二半导体层的第一表面延伸至所述第一半导体层中;

在所述第二半导体层的部分第一表面上形成所述反射镜层;以及,

在所述反射镜层上形成所述电极组。

7. 如权利要求6所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括第一绝缘层及第一开口;形成所述凹槽之后,形成所述反射镜层之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

在所述第二半导体层上以及所述凹槽的内壁上形成所述第一绝缘层,所述第一绝缘层具有所述第一开口,一部分所述第一开口露出所述凹槽底部的部分所述第一半导体层,另一部分所述第一开口露出部分所述第二半导体层;以及,

形成所述反射镜层时,将所述反射镜层形成于露出部分所述第二半导体层的所述第一

开口中。

8. 如权利要求7所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括电流扩展层及连接金属层;形成所述反射镜层之后,形成所述电极组之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

在所述反射镜层上形成所述电流扩展层,所述电流扩展层通过所述反射镜层与所述第二半导体层电性连接;

在所述电流扩展层上及所述凹槽中形成所述连接金属层,所述连接金属层与所述第一半导体层电性连接,所述连接金属层与所述电流扩展层彼此电性隔离;以及,

两个所述电极中的一个通过所述电流扩展层与所述第二半导体层电性连接,另一个通过所述连接金属层与所述第一半导体层电性连接。

9. 如权利要求8所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括第二绝缘层及第二开口;形成所述电流扩展层之后,形成所述连接金属层之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

在所述第一绝缘层及所述电流扩展层上形成所述第二绝缘层,其中,所述第二绝缘层中具有所述第二开口,一部分所述第二开口与一部分所述第一开口连通以露出部分所述第一半导体层,另一部分所述第二开口露出部分所述电流扩展层;以及,

形成所述连接金属层时,将所述连接金属层形成于所述第二绝缘层上并填充连通的所述第一开口及所述第二开口。

10. 如权利要求9所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括第三绝缘层及第三开口;形成所述连接金属层之后,形成所述电极组之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

在所述第二绝缘层及所述连接金属层上形成所述第三绝缘层,所述第三绝缘层中具有所述第三开口,一部分所述第三开口与一部分所述第二开口连通以露出部分所述电流扩展层,另一部分所述第三开口露出部分所述连接金属层。

11. 如权利要求10所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,两个所述电极均形成于所述第三绝缘层上,且一个所述电极填充连通的所述第二开口及所述第三开口,以与所述电流扩展层电性连接;另一个所述电极填充剩余的所述第三开口,以与所述连接金属层电性连接。

12. 如权利要求11所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,刻蚀所述第一半导体层以形成贯穿所述第一半导体层的所述划片槽,沿所述划片槽裁剪所述柔性布线晶圆之前,弯曲所述柔性布线晶圆,以使所述第一绝缘层、第二绝缘层及第三绝缘层自所述划片槽处断裂。

13. 如权利要求5所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层包括外延层、凹槽及绝缘反射层;在所述衬底上形成所述倒装结构的LED功能层的步骤包括:

在所述衬底上形成所述外延层,所述外延层包括顺次设置于所述衬底上的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

刻蚀所述外延层以形成所述凹槽,所述凹槽从所述第二半导体层的第一表面延伸至所述第一半导体层中;

在所述第二半导体层上形成所述绝缘反射层,所述绝缘反射层填充所述凹槽;以及,
在所述绝缘反射层上形成所述电极组,每个所述电极组的两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与所述第一半导体层及所述第二半导体层电性连接。

14. 如权利要求13所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括两个第一层金属;在所述第二半导体层上形成所述绝缘反射层之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

分别在所述凹槽底部的所述第一半导体层上以及所述第二半导体层上形成一个所述第一层金属,两个所述第一层金属分别与所述第一半导体层和所述第二半导体层电性连接;以及,

在所述绝缘反射层上形成所述电极组之后,两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与一个所述第一层金属电性连接。

15. 如权利要求14所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括电流阻挡层及电流扩展层;形成所述第一层金属之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

在所述第二半导体层的部分第一表面上形成所述电流阻挡层;以及

在所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述电流阻挡层上形成所述电流扩展层。

16. 如权利要求13所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,刻蚀所述第一半导体层以形成贯穿所述第一半导体层的所述划片槽,沿所述划片槽裁剪所述柔性布线晶圆之前,弯曲所述柔性布线晶圆,以使所述绝缘反射层自所述划片槽处断裂。

17. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述LED功能层为垂直结构的LED功能层,所述LED芯片光源为垂直结构的LED芯片光源。

18. 如权利要求17所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述垂直结构的LED功能层包括外延层、反射镜层及两个绝缘保护层;在所述衬底上形成所述垂直结构的LED功能层的步骤包括:

在所述衬底上形成所述外延层,所述外延层包括顺次设置于所述衬底上的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

在所述第二半导体层的部分第一表面上形成所述反射镜层;

在所述第二半导体层上以及所述反射镜层上形成第一绝缘保护层;

在所述第一绝缘保护层上形成所述电极组中的一个电极,所述一个电极穿过所述第一绝缘保护层并与所述第二半导体层电性连接;

在所述LED功能层中形成所述划片槽之后,在所述第一半导体层以及所述柔性布线晶圆的第二表面形成第二绝缘保护层;以及,

在所述第二绝缘保护层上形成所述电极组中的另一个电极,所述另一个电极的一端穿过所述第二绝缘保护层与所述第一半导体层电性连接,另一端延伸至所述划片槽内,并穿过所述划片槽底部的所述第二绝缘保护层与所述柔性布线晶圆电性连接。

19. 如权利要求18所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述垂直结构的LED功能层还包括金属保护层;形成所述反射镜层之后,形成所述第一绝缘保护层之前,形成所述垂直结构的LED功能层的步骤还包括:

在所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述反射镜层上形成所述金属保护层。

20. 如权利要求18所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,刻蚀所述外延层及所述第一绝缘保护层以形成贯穿所述外延层及所述第一绝缘保护层的所述划片槽;或者,刻蚀所述外延层以形成贯穿所述外延层的所述划片槽,然后弯曲所述第一绝缘保护层,以使所述第一绝缘保护层自所述划片槽处断裂;以及,

沿所述划片槽裁剪所述柔性布线晶圆之前,弯曲所述柔性布线晶圆,以使所述第二绝缘保护层自所述划片槽处断裂。

21. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述键合金属材料包括金、锡、镍、银及铜中的至少两种。

22. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,将所述LED晶圆键合至所述柔性布线晶圆上之前,还包括:

将所述柔性布线晶圆固定在一支撑晶圆上;以及,

在裁剪所述柔性布线晶圆之前,将所述柔性布线晶圆与所述支撑晶圆分离。

23. 如权利要求22所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,将所述柔性布线晶圆固定在所述支撑晶圆上的步骤包括:

在所述支撑晶圆上形成一粘合层,通过所述粘合层将所述柔性布线晶圆固定在所述支撑晶圆上;当所述粘合层的材料为金属材料时,采用研磨工艺去除所述支撑晶圆及所述粘合层,以将所述柔性布线晶圆与所述支撑晶圆分离;当所述粘合层的材料为有机胶材时,采用有机清洗溶剂分解所述粘合层,以将所述柔性布线晶圆与所述支撑晶圆分离。

24. 如权利要求22所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述支撑晶圆的厚度大于或等于250 μm 。

25. 如权利要求22所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述支撑晶圆为含硅晶圆或蓝宝石晶圆。

26. 如权利要求22所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,将所述柔性布线晶圆的第二表面固定在所述支撑晶圆上,并将所述LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合。

27. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,所述柔性布线晶圆的材料为柔性玻璃、硅胶或环氧树脂或含氧化硅的柔性高分子聚合物。

28. 如权利要求1所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,采用激光剥离工艺或研磨工艺去除所述衬底。

29. 如权利要求1或28所述的LED芯片光源的制备方法,其特征在于,去除所述衬底之后,还包括:

采用碱性溶液对所述LED功能层的所述第一半导体层的第二表面进行粗化。

30. 一种利用如权利要求1~29中任一项所述的LED芯片光源的制备方法制备的LED芯片光源,其特征在于,包括:

柔性基底,具有预定的形状和尺寸,所述柔性基底由柔性布线晶圆裁剪而成;以及,

LED功能层,具有电极面,所述LED功能层位于所述柔性基底上且所述电极面与所述柔性基底贴合,所述LED功能层包括至少一个芯片区;

所述柔性基底的第二表面具有金属布线层,所述电极面与所述柔性基底的第二表面贴合,所述金属布线层包括至少一个布线区,每个所述布线区内均具有至少一条金属线,一个

所述芯片区对准一个所述布线区,每个所述芯片区对应的电极分别与对应的所述布线区的金属线电性连接。

31.如权利要求30所述的LED芯片光源,其特征在于,所述LED芯片光源为倒装结构的LED芯片光源,所述LED功能层为倒装结构的LED功能层。

32.如权利要求31所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层包括:外延层,包括由上至下依次设置的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

凹槽,位于所述外延层中,并从所述第二半导体层的第一表面延伸至所述第一半导体层中;

反射镜层,形成于所述第二半导体层的第一表面并覆盖部分所述第二半导体层;以及,

电极组,形成于所述反射镜层的第一表面,包括两个相互绝缘的电极,两个所述电极分别与所述第一半导体层及所述第二半导体层电性连接,所述电极的第一表面为所述电极面。

33.如权利要求32所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括:

电流扩展层,形成于所述反射镜层的第一表面,并通过所述反射镜层与所述第二半导体层电性连接;

连接金属层,形成于所述电流扩展层的第一表面并填充所述凹槽,以与所述第一半导体层电性连接,所述连接金属层与所述电流扩展层彼此电性隔离;以及,

两个所述电极中的一个通过所述电流扩展层与所述第二半导体层电性连接,另一个通过所述连接金属层与所述第一半导体层电性连接。

34.如权利要求33所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括:

第一绝缘层,形成于所述第二半导体层的第一表面并覆盖所述凹槽的内壁,所述第一绝缘层具有第一开口,一部分所述第一开口露出所述凹槽底部的部分所述第一半导体层,另一部分所述第一开口露出部分所述第二半导体层,所述反射镜层位于露出部分所述第二半导体层的所述第一开口中。

35.如权利要求34所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括:

第二绝缘层,形成于所述第一绝缘层及所述电流扩展层的第一表面,以电性隔离所述电流扩展层与所述连接金属层,其中,所述第二绝缘层中具有第二开口,一部分所述第二开口与一部分所述第一开口连通以露出部分所述第一半导体层,另一部分所述第二开口露出部分所述电流扩展层。

36.如权利要求35所述的LED芯片光源,其特征在于,所述连接金属层形成于所述第二绝缘层的第一表面并填充连通的所述第一开口及所述第二开口,以与所述第一半导体层电性连接。

37.如权利要求35所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括:

第三绝缘层,形成于所述第二绝缘层及所述连接金属层的第一表面,以电性隔离两个所述电极,其中,所述第三绝缘层中具有第三开口,一部分所述第三开口与一部分所述第二

开口连通以露出部分所述电流扩展层,另一部分所述第三开口露出部分所述连接金属层。

38. 如权利要求37所述的LED芯片光源,其特征在于,两个所述电极均位于所述第三绝缘层的第一表面,且一个所述电极填充连通的所述第二开口及所述第三开口,以与所述电流扩展层电性连接;另一个所述电极填充剩余的所述第三开口,以与所述连接金属层电性连接。

39. 如权利要求31所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层包括:外延层,所述外延层包括由上至下依次设置的第一半导体层、发光层及第二半导体层;凹槽,所述凹槽从所述第二半导体层的第一表面延伸至所述第一半导体层中;绝缘反射层,形成于所述第二半导体层的第一表面并填充所述凹槽;以及,电极组,形成于所述绝缘反射层的第一表面,每个所述电极组均包括两个相互绝缘的电极,两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与所述第一半导体层及所述第二半导体层电性连接,所述电极的第一表面为所述电极面。

40. 如权利要求39所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括:

两个第一层金属,分别形成于所述凹槽底部的所述第一半导体层以及所述第二半导体层的第一表面,两个所述第一层金属分别与所述第一半导体层和所述第二半导体层电性连接;以及,

两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与一个所述第一层金属电性连接。

41. 如权利要求40所述的LED芯片光源,其特征在于,所述倒装结构的LED功能层还包括:

电流阻挡层,形成于所述第二半导体层的部分第一表面;以及

电流扩展层,形成于所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述电流阻挡层的第一表面。

42. 如权利要求30所述的LED芯片光源,其特征在于,所述LED芯片光源为垂直结构的LED芯片光源,所述LED功能层为垂直结构的LED功能层。

43. 如权利要求42所述的LED芯片光源,其特征在于,所述垂直结构的LED功能层包括:

外延层,包括由上至下依次设置的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

反射镜层,形成于所述第二半导体层的部分第一表面上;

两个绝缘保护层,其中,第一绝缘保护层形成于所述第二半导体层以及所述反射镜层的第一表面,第二绝缘保护层形成于所述第一半导体层的第二表面及所述柔性布线晶圆露出的第二表面;

若干电极组,所述电极组中的一个电极形成于所述第一绝缘保护层的第一表面,并穿过所述第一绝缘保护层与所述第二半导体层电性连接,所述电极组中的另一个电极形成于所述第二绝缘保护层的第二表面,且两端穿过所述第二绝缘保护层分别与所述第一半导体层及所述柔性布线晶圆电性连接,所述一个电极及所述另一个电极的第一表面为所述电极面。

44. 如权利要求43所述的LED芯片光源,其特征在于,所述垂直结构的LED功能层还包括:

金属保护层,形成于所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述反射镜层的第一表

面。

45. 如权利要求30所述的LED芯片光源,其特征在于,所述柔性基底的材料为柔性玻璃、硅胶或环氧树脂或含氧化硅的柔性高分子聚合物。

LED芯片光源及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制备技术领域,尤其涉及一种LED芯片光源及其制备方法。

背景技术

[0002] 目前能够用于量产的柔性显示屏的光源只有OLED(Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管)光源,该光源主要有以下几个缺点:1)亮度低,功率小,屏幕不能做很大;2)光衰大,易烧屏,寿命短;3)投资成本高,价格贵;4)技术门槛高,目前只掌握在三星等少数厂家手里。

[0003] 另一方面,利用Mini/Micro LED芯片制作显示屏(非柔性显示屏)的概念火爆,但是都很难实现量产,归结原因还是芯片面积太小,要制作一块完整的显示屏需要大量的时间把Mini/Micro LED芯片巨量转移到电路基板上去进行封装。目前芯片巨量转移的效率非常低,且转移位置易偏移,导致不良率高、返修率高及成本高等问题,设备机台能力也达不到要求的精度,基本不具备量产的可行性。若想要利用Mini/Micro LED芯片制备出柔性显示屏,则需要把Mini/Micro LED芯片巨量转移到柔性电路基板上,因柔性电路基板易变形、难固定,做出柔性显示屏更是难上加难。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种LED芯片光源及其制备方法,以解决目前难以利用Mini/Micro LED量产柔性显示屏的问题。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提供了一种LED芯片光源的制备方法,包括:

[0006] 提供衬底,在所述衬底上形成LED功能层,所述衬底与所述LED功能层构成LED晶圆;

[0007] 将所述LED晶圆键合至一柔性布线晶圆上,且所述LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合;

[0008] 去除所述衬底,并在所述LED功能层中形成划片槽,以定义出单个的芯片区;以及,

[0009] 沿所述划片槽将所述柔性布线晶圆裁剪为预定的形状和尺寸,以形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆构成所述LED芯片光源的柔性基底。

[0010] 可选的,所述LED芯片光源包含的所述芯片区的数量相同或不相同。

[0011] 可选的,所述LED芯片光源的形状相同或不相同。

[0012] 可选的,所述LED芯片光源的尺寸相同或不相同。

[0013] 可选的,所述LED功能层为倒装结构的LED功能层,所述LED芯片光源为倒装结构的LED芯片光源。

[0014] 可选的,所述倒装结构的LED功能层包括外延层、凹槽、反射镜层及若干电极组;在所述衬底上形成所述倒装结构的LED功能层的步骤包括:

[0015] 在所述衬底上形成所述外延层,所述外延层包括顺次设置于所述衬底上的 第一半导体层、发光层及第二半导体层;

[0016] 刻蚀所述外延层以形成所述凹槽,所述凹槽从所述第二半导体层的第一表 面延伸 至所述第一半导体层中;

[0017] 在所述第二半导体层的部分第一表面上形成所述反射镜层;以及,

[0018] 在所述反射镜层上形成所述电极组,每个所述电极组均包括两个相互绝缘 的电极,两个所述电极分别与所述第一半导体层及所述第二半导体层电性连接。

[0019] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括第一绝缘层及第一开口;形成 所述凹 槽之后,形成所述反射镜层之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步 骤还包括:

[0020] 在所述第二半导体层上以及所述凹槽的内壁上形成所述第一绝缘层,所述 第一 绝缘层具有所述第一开口,一部分所述第一开口露出所述凹槽底部的部分 所述第一半导 体层,另一部分所述第一开口露出部分所述第二半导体层;以及,

[0021] 形成所述反射镜层时,将所述反射镜层形成于露出部分所述第二半导体层 的所 述第一开口中。

[0022] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括电流扩展层及连接金属层;形 成所述 反射镜层之后,形成所述电极组之前,形成所述倒装结构的LED功能层 的步骤还包括:

[0023] 在所述反射镜层上形成所述电流扩展层,所述电流扩展层通过所述反射镜 层与 所述第二半导体层电性连接;

[0024] 在所述电流扩展层上及所述凹槽中形成所述连接金属层,所述连接金属层 与所 述第一半导体层电性连接,所述连接金属层与所述电流扩展层彼此电性隔 离;以及,

[0025] 两个所述电极中的一个通过所述电流扩展层与所述第二半导体层电性连 接,另 一个通过所述连接金属层与所述第一半导体层电性连接。

[0026] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括第二绝缘层及第二开口;形成 所述电 流扩展层之后,形成所述连接金属层之前,形成所述倒装结构的LED功 能层的步骤还包括:

[0027] 在所述第一绝缘层及所述电流扩展层上形成所述第二绝缘层,其中,所述 第二绝 缘层中具有所述第二开口,一部分所述第二开口与一部分所述第一开口 连通以露出部分 所述第一半导体层,另一部分所述第二开口露出部分所述电流 扩展层;以及,

[0028] 形成所述连接金属层时,将所述连接金属层形成于所述第二绝缘层上并填 充连 通的所述第一开口及所述第二开口。

[0029] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括第三绝缘层及第三开口;形成 所述连 接金属层之后,形成所述电极组之前,形成所述倒装结构的LED功能层 的步骤还包括:

[0030] 在所述第二绝缘层及所述连接金属层上形成所述第三绝缘层,所述第三绝 缘层 中具有所述第三开口,一部分所述第三开口与一部分所述第二开口连通以 露出部分所述 电流扩展层,另一部分所述第三开口露出部分所述连接金属层。

[0031] 可选的,两个所述电极均形成于所述第三绝缘层上,且一个所述电极填充 连通 的所述第二开口及所述第三开口,以与所述电流扩展层电性连接;另一个 所述电极填充剩 余的所述第三开口,以与所述连接金属层电性连接。

[0032] 可选的,刻蚀所述第一半导体层以形成贯穿所述第一半导体层的所述划片 槽,沿 所述划片槽裁剪所述柔性布线晶圆之前,弯曲所述柔性布线晶圆,以使 所述第一绝缘层、

第二绝缘层及第三绝缘层自所述划片槽处断裂。

[0033] 可选的,所述倒装结构的LED功能层包括外延层、凹槽、绝缘反射层及若干电极组;在所述衬底上形成所述倒装结构的LED功能层的步骤包括:

[0034] 在所述衬底上形成所述外延层,所述外延层包括顺次设置于所述衬底上的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

[0035] 刻蚀所述外延层以形成所述凹槽,所述凹槽从所述第二半导体层的第一表面延伸至所述第一半导体层中;

[0036] 在所述第二半导体层上形成所述绝缘反射层,所述绝缘反射层填充所述凹槽;以及,

[0037] 在所述绝缘反射层上形成所述电极组,每个所述电极组均包括两个相互绝缘的电极,两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与所述第一半导体层及所述第二半导体层电性连接。

[0038] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括两个第一层金属;在所述第二半导体层上形成所述绝缘反射层之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

[0039] 分别在所述凹槽底部的所述第一半导体层上以及所述第二半导体层上形成一个所述第一层金属,两个所述第一层金属分别与所述第一半导体层和所述第二半导体层电性连接;以及,

[0040] 在所述绝缘反射层上形成所述电极组之后,两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与一个所述第一层金属电性连接。

[0041] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括电流阻挡层及电流扩展层;形成所述第一层金属之前,形成所述倒装结构的LED功能层的步骤还包括:

[0042] 在所述第二半导体层的部分第一表面上形成所述电流阻挡层;以及

[0043] 在所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述电流阻挡层上形成所述电流扩展层。

[0044] 可选的,刻蚀所述第一半导体层以形成贯穿所述第一半导体层的所述划片槽,沿所述划片槽裁剪所述柔性布线晶圆之前,弯曲所述柔性布线晶圆,以使所述绝缘反射层自所述划片槽处断裂。

[0045] 可选的,所述LED功能层为垂直结构的LED功能层,所述LED芯片光源为垂直结构的LED芯片光源。

[0046] 可选的,所述垂直结构的LED功能层包括外延层、反射镜层、两个绝缘保护层及若干电极组;在所述衬底上形成所述垂直结构的LED功能层的步骤包括:

[0047] 在所述衬底上形成所述外延层,所述外延层包括顺次设置于所述衬底上的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

[0048] 在所述第二半导体层的部分第一表面上形成所述反射镜层;

[0049] 在所述第二半导体层上以及所述反射镜层上形成第一绝缘保护层;

[0050] 在所述第一绝缘保护层上形成所述电极组中的一个电极,所述一个电极穿过所述第一绝缘保护层并与所述第二半导体层电性连接;

[0051] 在所述LED功能层中形成所述划片槽之后,在所述第一半导体层以及所述柔性布线晶圆的第二表面形成第二绝缘保护层;以及,

[0052] 在所述第二绝缘保护层上形成所述电极组中的另一个电极,所述另一个电极的一端穿过所述第二绝缘保护层与所述第一半导体层电性连接,另一端延伸至所述划片槽内,并穿过所述划片槽底部的所述第二绝缘保护层与所述柔性布线晶圆电性连接。

[0053] 可选的,所述垂直结构的LED功能层还包括金属保护层;形成所述反射镜层之后,形成所述第一绝缘保护层之前,形成所述垂直结构的LED功能层的步骤还包括:

[0054] 在所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述反射镜层上形成所述金属保护层。

[0055] 可选的,刻蚀所述外延层及所述第一绝缘保护层以形成贯穿所述外延层及所述第一绝缘保护层的所述划片槽;或者,刻蚀所述外延层以形成贯穿所述外延层的所述划片槽,然后弯曲所述第一绝缘保护层,以使所述第一绝缘保护层自所述划片槽处断裂;以及,

[0056] 沿所述划片槽裁剪所述柔性布线晶圆之前,弯曲所述柔性布线晶圆,以使所述第二绝缘保护层自所述划片槽处断裂。

[0057] 可选的,所述电极的材料均为键合金属材料,利用所有所述电极将所述LED晶圆键合至所述柔性布线晶圆上。

[0058] 可选的,所述键合金属材料包括金、锡、镍、银及铜中的至少两种。

[0059] 可选的,将所述LED晶圆键合至所述柔性布线晶圆上之前,还包括:

[0060] 将所述柔性布线晶圆固定在一支撑晶圆上;以及,

[0061] 在裁剪所述柔性布线晶圆之前,将所述柔性布线晶圆与所述支撑晶圆分离。

[0062] 可选的,将所述柔性布线晶圆固定在所述支撑晶圆上的步骤包括:

[0063] 在所述支撑晶圆上形成一粘合层,通过所述粘合层将所述柔性布线晶圆固定在所述支撑晶圆上;当所述粘合层的材料为金属材料时,采用研磨工艺去除所述支撑晶圆及所述粘合层,以将所述柔性布线晶圆与所述支撑晶圆分离;当所述粘合层的材料为有机胶材时,采用有机清洗溶剂分解所述粘合层,以将所述柔性布线晶圆与所述支撑晶圆分离。

[0064] 可选的,所述支撑晶圆的厚度大于或等于250 μm 。

[0065] 可选的,所述支撑晶圆为含硅晶圆或蓝宝石晶圆。

[0066] 可选的,所述柔性布线晶圆的第二表面具有金属布线层,将所述柔性布线晶圆的第二表面固定在所述支撑晶圆上,并将所述LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合。

[0067] 可选的,所述金属布线层包括若干布线区,每个所述布线区内均具有至少一条金属线,将所述LED晶圆键合至所述柔性布线晶圆上之后,一个所述芯片区对准一个所述布线区,每个所述芯片区对应的电极分别与对应的所述布线区的金属线电性连接。

[0068] 可选的,所述柔性布线晶圆的材料为柔性玻璃、硅胶或环氧树脂或含氧化硅的柔性高分子聚合物。

[0069] 可选的,采用激光剥离工艺或研磨工艺去除所述衬底。

[0070] 可选的,去除所述衬底之后,还包括:

[0071] 采用碱性溶液对所述LED功能层的所述第一半导体层的第二表面进行粗化。

[0072] 本发明还提供一种LED芯片光源,包括:

[0073] 柔性基底,具有预定的形状和尺寸;以及,

[0074] LED功能层,具有电极面,所述LED功能层位于所述柔性基底上且所述电极面与所

述柔性基底贴合,所述LED功能层包括至少一个芯片区。

[0075] 可选的,所述LED芯片光源为倒装结构的LED芯片光源,所述LED功能层为倒装结构的LED功能层。

[0076] 可选的,所述倒装结构的LED功能层包括:

[0077] 外延层,包括由上至下依次设置的第一半导体层、发光层及第二半导体层;

[0078] 凹槽,位于所述外延层中,并从所述第二半导体层的第一表面延伸至所述第一半导体层中;

[0079] 反射镜层,形成于所述第二半导体层的第一表面并覆盖部分所述第二半导体层;以及,

[0080] 电极组,形成于所述反射镜层的第一表面,包括两个相互绝缘的电极,两个所述电极分别与所述第一半导体层及所述第二半导体层电性连接,所述电极的第一表面为所述电极面。

[0081] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括:

[0082] 电流扩展层,形成于所述反射镜层的第一表面,并通过所述反射镜层与所述第二半导体层电性连接;

[0083] 连接金属层,形成于所述电流扩展层的第一表面并填充所述凹槽,以与所述第一半导体层电性连接,所述连接金属层与所述电流扩展层彼此电性隔离;以及,

[0084] 两个所述电极中的一个通过所述电流扩展层与所述第二半导体层电性连接,另一个通过所述连接金属层与所述第一半导体层电性连接。

[0085] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括:

[0086] 第一绝缘层,形成于所述第二半导体层的第一表面并覆盖所述凹槽的内壁,所述第一绝缘层具有第一开口,一部分所述第一开口露出所述凹槽底部的部分所述第一半导体层,另一部分所述第一开口露出部分所述第二半导体层,所述反射镜层位于露出部分所述第二半导体层的所述第一开口中。

[0087] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括:

[0088] 第二绝缘层,形成于所述第一绝缘层及所述电流扩展层的第一表面,以电性隔离所述电流扩展层与所述连接金属层,其中,所述第二绝缘层中具有第二开口,一部分所述第二开口与一部分所述第一开口连通以露出部分所述第一半导体层,另一部分所述第二开口露出部分所述电流扩展层。

[0089] 可选的,所述连接金属层形成于所述第二绝缘层的第一表面并填充连通的所述第一开口及所述第二开口,以与所述第一半导体层电性连接。

[0090] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括:

[0091] 第三绝缘层,形成于所述第二绝缘层及所述连接金属层的第一表面,以电性隔离两个所述电极,其中,所述第三绝缘层中具有第三开口,一部分所述第三开口与一部分所述第二开口连通以露出部分所述电流扩展层,另一部分所述第三开口露出部分所述连接金属层。

[0092] 可选的,两个所述电极均位于所述第三绝缘层的第一表面,且一个所述电极填充连通的所述第二开口及所述第三开口,以与所述电流扩展层电性连接;另一个所述电极填充剩余的所述第三开口,以与所述连接金属层电性连接。

- [0093] 可选的,所述倒装结构的LED功能层包括:
- [0094] 外延层,所述外延层包括由上至下依次设置的第一半导体层、发光层及第二半导体层;
- [0095] 凹槽,所述凹槽从所述第二半导体层的第一表面延伸至所述第一半导体层中;
- [0096] 绝缘反射层,形成于所述第二半导体层的第一表面并填充所述凹槽;以及,
- [0097] 电极组,形成于所述绝缘反射层的第一表面,每个所述电极组均包括两个相互绝缘的电极,两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与所述第一半导体层及所述第二半导体层电性连接,所述电极的第一表面为所述电极面。
- [0098] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括:
- [0099] 两个第一层金属,分别形成于所述凹槽底部的所述第一半导体层以及所述第二半导体层的第一表面,两个所述第一层金属分别与所述第一半导体层和所述第二半导体层电性连接;以及,
- [0100] 两个所述电极均穿过所述绝缘反射层并分别与一个所述第一层金属电性连接。
- [0101] 可选的,所述倒装结构的LED功能层还包括:
- [0102] 电流阻挡层,形成于所述第二半导体层的部分第一表面;以及
- [0103] 电流扩展层,形成于所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述电流阻挡层的第一表面。
- [0104] 可选的,所述LED芯片光源为垂直结构的LED芯片光源,所述LED功能层为垂直结构的LED功能层。
- [0105] 可选的,所述垂直结构的LED功能层包括:
- [0106] 外延层,包括由上至下依次设置的第一半导体层、发光层及第二半导体层;
- [0107] 反射镜层,形成于所述第二半导体层的部分第一表面上;
- [0108] 两个绝缘保护层,其中,第一绝缘保护层形成于所述第二半导体层以及所述反射镜层的第一表面,第二绝缘保护层形成于所述第一半导体层的第二表面及所述柔性布线晶圆露出的第二表面;
- [0109] 若干电极组,所述电极组中的一个电极形成于所述第一绝缘保护层的第一表面,并穿过所述第一绝缘保护层与所述第二半导体层电性连接,所述电极组中的另一个电极形成于所述第二绝缘保护层的第二表面,且两端穿过所述第二绝缘保护层分别与所述第一半导体层及所述柔性布线晶圆电性连接,所述一个电极及所述另一个电极的第一表面为所述电极面。
- [0110] 可选的,所述垂直结构的LED功能层还包括:
- [0111] 金属保护层,形成于所述第二半导体层的至少部分第一表面及所述反射镜层的第一表面。
- [0112] 可选的,所述柔性基底的第二表面具有金属布线层,所述电极面与所述柔性基底的第二表面贴合。
- [0113] 可选的,所述金属布线层包括至少一个布线区,每个所述布线区内均具有至少一条金属线,一个所述芯片区对准一个所述布线区,每个所述芯片区对应的电极分别与对应的所述布线区的金属线电性连接。
- [0114] 可选的,所述柔性基底的材料为柔性玻璃、硅胶或环氧树脂或含氧化硅的柔性高

分子聚合物。

[0115] 在本发明提供的LED芯片光源及其制备方法中,在形成LED晶圆之后,利用晶圆级键合工艺将所述LED晶圆键合至一柔性布线晶圆上,令所述LED晶圆的LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合,再去除所述LED晶圆的衬底并在所述LED功能层中形成划片槽即可定义出单个的芯片区;沿所述划片槽可将所述柔性布线晶圆裁剪为预定的形状和尺寸,形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,可制备出多种形状和尺寸的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆构成所述LED芯片光源的柔性基底,如此每个所述LED芯片光源均具备柔性,容易弯曲和折叠,避免将LED芯片制备好后再转移至柔性电路基板上产生的不良率高、效率低、返修率高及成本高等问题,使利用Mini/Micro LED芯片制备柔性显示屏具备量产可行性。

[0116] 进一步的,本发明提供的柔性LED芯片光源的单位面积亮度比OLED高数倍,并且可以做大尺寸屏,具有光衰极小、不烧屏、寿命长、成本低的优点。

附图说明

[0117] 图1为本发明实施例一提供的LED芯片光源的制备方法的流程图;

[0118] 图2~图18为本发明实施例一提供的倒装结构的LED芯片光源的制备方法的相应步骤的结构示意图;

[0119] 图19~图29为本发明实施例二提供的倒装结构的LED芯片光源的制备方法的相应步骤的结构示意图;

[0120] 图30~图39为本发明实施例三提供的垂直结构的LED芯片光源的制备方法的相应步骤的结构示意图;

[0121] 其中,附图标记为:

[0122] 100-衬底;200-外延层;201-第一半导体层;202-发光层;203-第二半导体层;200a-凹槽;300-电流阻挡层;301-第一绝缘层;302-第二绝缘层;303-第三绝缘层;304-第一绝缘保护层;305-第二绝缘保护层;400、405-反射镜层;401-绝缘反射层;403-第四开口;404-第五开口;406-金属保护层;500-电流扩展层;501-电流扩展层;502-连接金属层;503-第一层N金属;504-第一层P金属;60-芯片区;600-电极;601-第一电极;602-第二电极;700-划片槽;80-布线区;801-第一金属线;802-第二金属线;

[0123] 001-支撑晶圆;002-柔性布线晶圆;012-柔性基底;003-粘合层;004-LED晶圆。

具体实施方式

[0124] 下面将结合示意图对本发明的具体实施方式进行更详细的描述。根据下列描述,本发明的优点和特征将更清楚。需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0125] 实施例一

[0126] 图18为本实施例提供的LED芯片光源的结构示意图。如图18所示,所述LED芯片光源包括柔性基底012及LED功能层,所述柔性基底012具有预定的形状和尺寸,所述LED功能层位于所述柔性基底012上,且所述LED功能层包含至少一个芯片区。

[0127] 请参阅图15,本实施例中,所述LED功能层仅包含一个所述芯片区60,但并不以此

为限,在其他实施例中,所述LED功能层还可以包含多个所述芯片区60,如此一来,所述LED芯片光源可以是任何可能的形状和尺寸,适用范围非常广泛。

[0128] 进一步地,所述柔性基底012的第二表面具有金属布线层,所述LED功能层与所述柔性基底012的第二表面贴合,相当于将所述LED功能层与所述金属布线层贴合。所述金属布线层包括至少一个布线区80,每个所述布线区内均具有至少一条金属线,一个所述芯片区60对准一个所述布线区80,每个所述芯片区60对应的电极分别与对应的所述布线区80的金属线电性连接。

[0129] 本实施例中,所述布线区80内均具有两条金属线,分别为第一金属线801和第二金属线802,所述芯片区60对应两个电极,分别为第一电极601和第二电极602,所述第一电极601与所述第一金属线801电性连接,所述第二电极602与所述第二金属线802电性连接。

[0130] 进一步地,所述柔性基底012的材料为柔性玻璃、硅胶或环氧树脂或含氧化硅的柔性高分子聚合物,如此可使所述LED芯片光源均具备柔性,容易弯曲和折叠。

[0131] 具体而言,本实施例中,所述LED芯片光源为倒装结构的LED芯片光源,所述LED功能层为倒装结构的LED功能层。

[0132] 请参阅图10,所述倒装结构的LED功能层包括外延层200、凹槽200a、反射镜层400、电流扩展层501、连接金属层502、第一绝缘层301、第二绝缘层301、第三绝缘层303、第一开口、第二开口、第三开口及电极组。

[0133] 具体而言,所述外延层200包括由下至上依次设置的第一半导体层201、发光层202和第二半导体层203。本实施例中,所述外延层200中的第一半导体层201为N型半导体层,所述第一半导体层201的材料为N-GaN;所述发光层202为多周期量子阱层(MQWS),量子阱层的材料为AlN、GaN、AlGaIn、InGaIn、AlInGaIn中的任意一种或几种的结合;所述第二半导体层203为P型半导体层,所述第二半导体层203的材料为P-GaN。

[0134] 本实施例中,所述外延层200的总厚度为 $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 。

[0135] 进一步地,所述凹槽200a位于所述外延层200中,所述凹槽200a从所述第二半导体层203的第一表面贯穿所述发光层202并延伸至所述第一半导体层201中,所述凹槽200a构成了MESA台阶,所述MESA台阶的上台阶面为所述第二半导体层203,下台阶面为所述第一半导体层201,上台阶面和下台阶面之间连接形成MESA台阶侧面。

[0136] 请继续参阅图10,所述第一绝缘层301覆盖所述凹槽200a的侧壁及部分底面,并且还横向延伸至覆盖部分所述第二半导体层203的第一表面,也就是说,所述第一绝缘层301覆盖所述MESA台阶侧面、部分上台阶面以及部分下台阶面,暴露出部分所述第一半导体层201和部分所述第二半导体层203。或者也可以理解为,所述第一绝缘层301覆盖所述第二半导体层203及所述凹槽200a的内壁,并且,所述第一绝缘层301中形成有若干第一开口,一部分所述第一开口位于所述凹槽200a内,以露出所述凹槽200a底部的部分所述第一半导体层201,另一部分所述第一开口位于所述第二半导体层203上,以露出部分所述第二半导体层203。

[0137] 本实施例中,所述第一绝缘层301的厚度为 $10\text{nm} \sim 10\mu\text{m}$ 。所述第一绝缘层301的材料包括氧化硅、氮化硅及DBR中的至少一种。第一绝缘层301的作用是预先保护MESA台阶侧面,免于MESA台阶侧面长期暴露在空气中受污染,从而避免开启电压 V_{Fin} 和/或漏电流IR失效。

[0138] 所述反射镜层400形成于所述第二半导体层203的第一表面,且位于露出部分所述第二半导体层203的所述第一开口中,且所述反射镜层400覆盖所述第一开口露出的所述第二半导体层203的第一表面,如此一来,所述反射镜层400即可与所述第二半导体层203电性连接。所述反射镜层400具有反光作用,可将所述发光层202发出的光中射向所述第二半导体层203的那部分光反射回去。所述反射镜层400包括银(Ag)、铝(Al)及ITO中的一种或多种,本实施例中,所述反射镜层400为银层。

[0139] 本实施例中,所述反射镜层400的厚度为100nm~2 μ m,所述反射镜层400距离MESA台阶侧面之间具有0 μ m~6 μ m的间距,也就是说,所述反射镜层400距离MESA台阶侧面具有0 μ m~6 μ m的横向间隔,与现有技术中的反射镜层400距离MESA台阶侧面的大间隔相比,本实施例由于预先设置了第一绝缘层301,因此不再需要考虑MESA台阶的污染问题,所以反射镜层400距MESA台阶的侧面的距离可以大大缩小,也就是本申请的反射镜层400的面积可以做的更大,那么此时反光的效果会更好。

[0140] 所述电流扩展层501形成于所述反射镜层400的第一表面,覆盖所述反射镜层400和部分所述第一绝缘层301的第一表面,并通过所述反射镜层400与所述第二半导体层203电性连接,所述电流扩展层501作为P层电流扩展层。本实施例中,所述电流扩展层501完全覆盖所述反射镜层400从而对所述反射镜层400起到保护作用,防止发生电子迁移引起的漏电。所述电流扩展层501的材料包括钛(Ti)、铂(Pt)、铝(Al)、镍(Ni)、铬(Cr)及金(Au)中的一种或多种。所述电流扩展层501除了保护所述反射镜层400之外,还具有电流整面扩展的作用,因此对其厚度有要求,太薄电流扩展不好,优选地,所述电流扩展层501的厚度为0.5 μ m~3 μ m。

[0141] 作为可选实施例,所述电流扩展层501也可以仅位于所述反射镜层400的第一表面并覆盖所述反射镜层400的第一表面,所述第一绝缘层301的第一表面可以没有所述电流扩展层501。

[0142] 所述第二绝缘层302位于所述第一绝缘层301和所述电流扩展层501的第一表面。或者也可以理解为,所述第二绝缘层302覆盖所述电流扩展层501并延伸至所述凹槽200a中覆盖所述第一绝缘层301的第一表面。所述第二绝缘层302具有若干第二开口,一部分所述第二开口位于所述凹槽200a中,并与所述凹槽200a中的第一开口连通,以露出所述凹槽200a底部的部分所述第一半导体层201,另一部分所述第二开口位于所述电流扩展层501的第一表面,以露出所述部分所述电流扩展层501。

[0143] 本实施例中,所述第二绝缘层302的厚度为10nm~10 μ m。所述第二绝缘层302的材料包括氧化硅、氮化硅及DBR中的至少一种。由于所述第一绝缘层301预先保护了MESA台阶侧面,所以所述第二绝缘层302的作用为绝缘保护所述电流扩展层501。

[0144] 所述连接金属层502位于所述第二绝缘层302的第一表面。所述连接金属层502覆盖部分所述第二绝缘层302的第一表面并填充连通的第一开口和第二开口,并覆盖所述第一开口和所述第二开口露出的部分所述第一半导体层201。应理解,所述连接金属层502也相当于填充了所述凹槽200a,从而与所述第一半导体层201电性连接。

[0145] 本实施例中,所述连接金属层502的材料包括钛(Ti)、铂(Pt)、铝(Al)、镍(Ni)、铬(Cr)及金(Au)中的一种或多种。相似的,所述连接金属层502具有电流整面扩展的作用,因此对其厚度有要求,太薄电流扩展不好,优选地,所述连接金属层502的厚度为0.5 μ m~3 μ m。

m。

[0146] 所述第三绝缘层303位于所述连接金属层502及所述第二绝缘层302的第一表面。所述第三绝缘层303中具有若干第三开口,一部分所述第三开口连通露出部分所述电流扩展层501的第二开口,另一部分所述第三开口露出部分所述连接金属层502。所述第三绝缘层303可以将所述连接金属层502与后续形成的第二电极602电性隔离,防止用于扩展N电流的连接金属层502与用于输入P电流的所述第二电极602之间短路,同时,所述第三绝缘层303还可以保护器件的侧面及部分表面。

[0147] 本实施例中,所述第三绝缘层303的厚度为10nm~10 μ m,所述第三绝缘层303的材料包括氧化硅、氮化硅及DBR中的至少一种。

[0148] 所述电极组包括第一电极601和第二电极602,所述第一电极601及所述第二电极602均位于所述第三绝缘层303的第一表面。所述第一电极601覆盖部分所述第三绝缘层303的第一表面并填充露出所述连接金属层502的第三开口,所述第二电极602覆盖部分所述第三绝缘层303的第一表面并填充连通的第三开口及第二开口。如此一来,所述第一电极601可以通过所述连接金属层502与所述第一半导体层201电性连接,所述第二电极602可以通过所述电流扩展层501与所述第二半导体层203电性连接。

[0149] 所述第一电极601和第二电极602之间相隔一定的距离实现电性隔离。本实施例中,所述第一电极601和第二电极602之间相隔的距离为10 μ m~300 μ m。

[0150] 本实施例中,所述第一电极601和所述第二电极602的厚度为0.1 μ m~10 μ m。本实施例中,所述第一电极601和所述第二电极602的材料均为键合金属材料,以便于后续的键合工艺,所述键合金属材料可以是金(Au)、锡(Sn)、镍(Ni)、银(Ag)及铜(Cu)中的至少两种金属构成,例如,所述键合金属材料可以是AuSn、NiSn或者SnAgCu等。

[0151] 从图18中可见,所述第一电极601和所述第二电极602的第一表面作为所述LED功能层的电极面与所述柔性布线晶圆002的第二表面贴合。

[0152] 图1为本实施例提供的LED芯片光源的制备方法的流程图。如图1所示,所述LED芯片光源的制备方法包括:

[0153] 步骤S100:提供衬底,在所述衬底上形成LED功能层,所述衬底与所述LED功能层构成LED晶圆;

[0154] 步骤S200:将所述LED晶圆键合至一柔性布线晶圆上,且所述LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合;

[0155] 步骤S300:去除所述衬底,并在所述LED功能层中形成划片槽,以定义出单个的芯片区;以及,

[0156] 步骤S400:沿所述划片槽将所述柔性布线晶圆裁剪为预定的形状和尺寸,以形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆构成所述LED芯片光源的柔性基底。

[0157] 本实施例中,所述LED芯片光源为倒装结构的LED芯片光源,图2至图18示出了本实施例提供的倒装结构的LED芯片光源的制备方法的相应步骤的结构示意图。接下来,将以倒装结构的LED芯片光源为例结合图2至图18对本实施例提供的LED芯片光源的制备方法进行详细说明。

[0158] 请参阅图2,执行步骤S100,提供衬底100,并在所述衬底100上形成LED功能层。

[0159] 本实施例中,所述衬底100为高透光蓝宝石衬底(Al_2O_3),作为可选实施例,所述衬底100还可以是硅(Si)、碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)或氧化锌(ZnO)等衬底。进一步地,所述衬底100为图形化衬底(Patterned Sapphire Substrates,PSS),例如是微米级/纳米级图形化蓝宝石衬底。在所述衬底100的上形成所述倒装结构的LED功能层。

[0160] 首先,请继续参阅图2,在所述衬底100上形成外延层200,所述外延层200包括由下向上顺次设置的第一半导体层201、发光层202和第二半导体层203。

[0161] 形成所述外延层200的方式例如是:使用标准的光刻工艺在所述衬底100上刻蚀出图形,然后利用ICP蚀刻技术刻蚀所述衬底100以对所述衬底100进行图案化,用来提高发光效率。进一步地,可以通过诸如金属化学气相沉积、激光辅助分子束外延、氢化物气相外延、蒸镀等任意一种外延技术在所述衬底100上制作所述外延层200,并且,所述外延层200可以是多晶结构或单晶结构。

[0162] 请参阅图3,以周期性的间隔对所述外延层200进行部分刻蚀以形成周期性的凹槽200a,所述凹槽200a贯穿所述第二半导体层203和所述发光层202并延伸至所述第一半导体层201中。

[0163] 具体而言,形成所述凹槽200a的步骤包括:通过光刻工艺,制作出发光区MESA图形,用ICP(感应等离子耦合刻蚀设备)对所述外延层200进行刻蚀以形成所述凹槽200a,刻蚀的深度需要超过所述发光层202,并暴露出所述第一半导体层201,从侧面来看是蚀刻出平台(MESA),形成MESA台阶。

[0164] 本实施例中,所述凹槽200a为一个或多个,多个所述凹槽200a可以具有周期性的间隔,所述周期性的间隔例如为 $10\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$,所述凹槽200a的深度为 $1\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$,所述凹槽200a的宽度为 $20\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 。

[0165] 请参阅图4,在所述MESA台阶侧面、部分上台阶面和部分下台阶面上形成第一绝缘层301。所述第一绝缘层301的具体形成步骤可以是:通过PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition,等离子体增强化学气相沉积法)形成第一绝缘材料层(图4中未示出),然后采用正光刻胶制作出掩模,用ICP(感应等离子耦合刻蚀设备)对所述第一绝缘材料层进行刻蚀或者使用BOE溶液或用HF溶液对所述第一绝缘材料层进行腐蚀,形成若干第一开口,一部分第一开口暴露出部分所述第一半导体层201,另一部分第一开口暴露出部分所述第二半导体层203,剩余的第一绝缘材料层构成所述第一绝缘层301。

[0166] 请参阅图5,在所述第二半导体层203上形成反射镜层400。形成所述反射镜层400的步骤包括:通过负胶光刻工艺制成掩模图形,再通过电子束蒸发、溅射、ALD(Atomic layer deposition,原子层沉积)等工艺来生长反射率较高的反射镜薄膜,最后通过剥离(lift off)等方法去除掩模和掩模上的反射镜薄膜,剩余的反射镜薄膜构成所述反射镜层400。应理解,所述反射镜层400需要将所述凹槽200a完全露出。

[0167] 作为可选实施例,所述反射镜层400可通过在 N_2 氛围中高温退火的方式与所述第二半导体层203形成良好的欧姆接触。

[0168] 请参阅图6,在所述反射镜层400上形成电流扩展层501。所述电流扩展层501的形成步骤可以是:通过负胶光刻工艺制成掩模图形,再通过电子束蒸发、溅射、ALD等来生长电流扩展薄膜,最后用撕金、去胶工艺去除掩模和掩模上的电流扩展薄膜,剩余的电流扩展薄膜构成所述电流扩展层501。

[0169] 请参阅图7,在所述第一绝缘层301和所述电流扩展层501上形成第二绝缘层302。第二绝缘层302的形成步骤可以是:通过PECVD形成第二绝缘材料层(图7中未示出),然后采用正光刻胶制作出掩模,用ICP(感应等离子耦合刻蚀设备)对第二绝缘材料层进行刻蚀或者使用BOE溶液或用HF溶液对第二绝缘材料层进行腐蚀,形成一部分第二开口,此时形成的所述第二开口与所述凹槽内的第一开口连通,以露出所述凹槽200a底部的部分所述第一半导体层201。

[0170] 请参阅图8,在所述第二绝缘层302上形成连接金属层502。所述连接金属层502的形成步骤可以是:通过负胶光刻工艺制成掩模图形,再通过电子束蒸发、溅射、ALD等来生长电流扩展薄膜,最后用撕金、去胶工艺去除掩模和掩模上的电流扩展薄膜,剩余的电流扩展薄膜形成所述连接金属层502。

[0171] 请参阅图9,在所述连接金属层502上形成第三绝缘层303。所述第三绝缘层303优选通过PECVD形成第三绝缘材料层,然后采用正光刻胶制作出掩模,用ICP(感应等离子耦合刻蚀设备)对所述第三绝缘材料层及其下方的部分膜层进行刻蚀或者使用BOE溶液或用HF溶液对所述第三绝缘层303材料层进行腐蚀,形成第三开口,此时所述第三开口均只露出所述连接金属层502。接着,还需要对一部分所述第三开口底部的第二绝缘层302进行腐蚀,以在所述第二绝缘层302中再次形成第二开口,此时形成的所述第二开口与其上方的第三开口连通。最后,剩余的第三绝缘材料层构成所述第三绝缘层303,剩余的所述第二绝缘材料层构成所述第二绝缘层302。

[0172] 请参阅图10,在所述第三绝缘层303上形成若干电极组,每个所述电极组均包括第一电极601和第二电极602。形成所述第一电极601和第二电极602的步骤可以为:通过负胶光刻工艺制成掩模图形,再通过电子束蒸发、溅射、ALD等工艺生长导电金属薄膜,最后用撕金、去胶工艺去除掩模和掩模上的导电金属薄膜,剩余的导电金属薄膜构成所述第一电极601和所述第二电极602。

[0173] 请参阅图11,形成所述LED功能层之后,所述LED功能层与所述衬底100共同构成所述LED晶圆004。所述LED晶圆004中具有若干阵列分布的芯片区60,每个所述芯片区60用于形成一个所述LED芯片,一个所述芯片区60对应一个所述电极组。

[0174] 请参阅图12,执行步骤S200,提供柔性布线晶圆002,所述柔性布线晶圆002根据需要设计了金属布线层(未图示),本实施例中,所述金属布线层位于所述柔性布线晶圆002的第二表面,但不应以此为限。进一步地,所述金属布线层上具有若干阵列分布的布线区80,每个所述布线区80均对应一个芯片区60。

[0175] 进一步地,所述柔性布线晶圆002采用了柔性基底制备,使得所述柔性布线晶圆002具备柔性,因此,所述柔性基底的材料可以是柔性材料,例如柔性玻璃、硅胶、环氧树脂或其他柔性高分子聚合物(例如含氧化硅的柔性高分子聚合物)。可选的,所述柔性基底的材料还可以选择耐高温的材料,以避免在后续的制备过程中被损伤,例如耐高温的柔性玻璃、耐高温的硅胶、耐高温的环氧树脂或其他耐高温的柔性高分子聚合物。

[0176] 请参阅图13,提供支撑晶圆001,并将所述柔性布线晶圆002固定在所述支撑晶圆001上,由于所述柔性布线晶圆002的第二表面具有所述金属布线层,所以将所述柔性布线晶圆002的第一表面固定至所述支撑晶圆001上,以使所述柔性布线晶圆002的第二表面的所述金属布线层露出。所述金属布线层的每个所述布线区80上均具有第一金属线801和第

二金属线802,分别用于与相应的所述芯片区60的第一电极601和第二电极602电性连接,并为相应的所述LED 芯片转移电荷。

[0177] 所述支撑晶圆001在后续的制备过程中为所述柔性布线晶圆002提供支撑,因此,所述支撑晶圆001可以是硅晶圆或蓝宝石晶圆等可以提供支撑力的晶圆。

[0178] 进一步地,本实施例中,所述柔性布线晶圆002通过一粘合层003固定在所述支撑晶圆001上,所述粘合层003用于将所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001之间粘合。本实施例中,所述粘合层003的材料为金属材料,可以先在所述支撑晶圆001上形成金属材料层,再通过加压的方式将所述柔性布线晶圆002压合至所述金属材料层上,从而将所述柔性布线晶圆002固定在所述支撑晶圆001上;或者,也可以将金属溶液点涂或涂布在所述支撑晶圆001上,并将所述柔性布线晶圆002置于所述支撑晶圆001上,所述金属溶液凝固之后形成所述粘合层003,实现所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001的固定。

[0179] 作为可选实施例,所述粘合层003的材料也可以是诸如光刻胶等有机胶材,在所述支撑晶圆001上涂布有机粘合胶,并将所述柔性布线晶圆002放置于所述支撑晶圆001上,所述有机粘合胶固化之后即可实现所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001的固定。

[0180] 可选的,为了保证所述支撑晶圆001具有良好的支撑性能,本实施例中,所述支撑晶圆001的厚度大于或等于250 μm 。

[0181] 请参阅图14,将所述LED晶圆004键合至所述柔性布线晶圆002上,所述LED功能层的所述电极面与所述柔性布线晶圆002的第二表面贴合。也就是说,将所述LED晶圆004翻转后键合至所述柔性布线晶圆002上,将所述第一电极601及所述第二电极602的第一表面与所述柔性布线晶圆002的金属布线层贴合。由于所述第一电极601与所述第二电极602均采用键合金属材料制成,利用所有所述第一电极601与所述第二电极602即可将所述LED晶圆004键合至所述柔性布线晶圆002上。

[0182] 请参阅图15,将所述LED晶圆004键合至所述柔性布线晶圆002上时,一个所述芯片区60与一个所述布线区80对准,所述芯片区60内的第一电极601和第二电极602分别接触对应的布线区80的第一金属线801和第二金属线802,所述第一电极601与所述第一金属线801实现电性连接,所述第二电极602与所述第二金属线802电性连接。

[0183] 应理解,本实施例中的所述衬底100是透明的衬底,将所述LED晶圆004键合至所述柔性布线晶圆002上时,可以透过所述衬底100看到所述柔性布线晶圆002上的对准标记,因此可以实现所述LED晶圆004与所述柔性布线晶圆002的精确对准。

[0184] 请参阅图16,执行步骤S300,采用激光剥离工艺或研磨工艺去除所述衬底100,并采用碱性溶液对所述LED功能层的第一半导体层201进行粗化,以增加出光效率。

[0185] 应理解,所述碱性溶液可以是氢氧化钠(NaOH)或氢氧化钾(KOH)等溶剂。

[0186] 请参阅图17,刻蚀所述第一半导体层201以在所述第一半导体层201中形成贯穿的划片槽700。所述划片槽700在所述第一半导体层201上纵横交错,并且将所述第一半导体层201完全断开,所述划片槽700划分出的一个个矩形区域则是单个的所述芯片区60,也就是说,所述划片槽700将每个所述芯片区60分离了,因此所述划片槽700可以定义出一个个单独的所述芯片区60。

[0187] 应理解,在刻蚀所述第一半导体层201以形成所述划片槽700时,可以选择与所述第一绝缘层301、第二绝缘层302和第三绝缘层303的刻蚀选择比较大的刻蚀剂,防止刻蚀

所述第一半导体层201时所述第一绝缘层301、第二绝缘层302和第三绝缘层303一并被刻蚀了,从而损伤所述柔性布线晶圆002的金属布线层,进而导致芯片的导通性能下降。

[0188] 请参阅图18,执行步骤S400,将所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001分离。本实施例中,由于所述粘合层003的材料为金属材料,采用研磨工艺去除所述支撑晶圆001及所述粘合层003,从而将所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001分离。

[0189] 作为可选实施例,当所述粘合层003的材料为有机胶材时,可以采用有机清洗溶剂分解所述粘合层003,从而将所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001分离。

[0190] 接着,弯曲所述柔性布线晶圆002。由于所述第一绝缘层301、第二绝缘层302及第三绝缘层301均为绝缘材料,脆性较大,在弯曲所述柔性布线晶圆002时,所述第一绝缘层301、第二绝缘层302及第三绝缘层301会自所述划片槽700处断裂,使得所述LED晶圆004的所述芯片区60彻底分离。接下来,沿着所述划片槽700将所述柔性布线晶圆002裁剪为预定的形状和尺寸,以形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,相当于可以形成任意形状和尺寸的所述LED芯片光源,适用性广;并且,裁剪后的所述柔性布线晶圆002构成所述LED芯片光源的柔性基底012,如此每个所述LED芯片光源均具备柔性,容易弯曲和折叠,避免将LED芯片制备好后转移至柔性电路基板上产生的不良率高、效率低、返修率高及成本高等问题,使利用Mini/Micro LED芯片制备柔性显示屏具备量产可行性。

[0191] 实施例二

[0192] 与实施例一的区别在于,本实施例中,所述LED芯片光源为另一种倒装结构的LED芯片光源,同时,所述LED功能层也是另一种倒装结构的LED功能层。

[0193] 请参阅图26,所述LED功能层包括外延层200、凹槽200a、电流阻挡层300、电流扩展层500、两个第一层金属、绝缘反射层401及电极组。

[0194] 具体的,本实施例中,所述外延层200形成于所述衬底100的第一表面,所述外延层200包括由下向上依次设置的第一半导体层201、发光层202和第二半导体层203。

[0195] 所述凹槽200a位于所述外延层200的边缘,所述凹槽200a从所述第二半导体层203的第一表面贯穿所述发光层202后延伸至所述第一半导体层201中。

[0196] 请继续参阅图26,所述电流阻挡层300及所述电流扩展层500均形成于所述第二半导体层203的第一表面,所述电流阻挡层300覆盖部分所述第二半导体层203的第一表面,所述电流阻挡层300具有良好的电流引导效应。所述电流扩展层500在垂直于厚度方向上的宽度大于所述电流阻挡层300的宽度,以使所述电流扩展层500不仅覆盖部分所述第二半导体层203的第一表面,还完全覆盖了所述电流阻挡层300,从而有利于将电流横向扩展。

[0197] 本实施例中,所述电流阻挡层300及所述电流扩展层500均是透明的膜层,从而不会对出光效率及出光强度造成不良影响。所述电流阻挡层300的材料可以是氧化硅、氮化硅、氧化钛、氧化铝或钙钛型电子陶瓷(ABO_3)等;所述电流扩展层500则为ITO或AZO等材料。本实施例中,所述电流阻挡层300是单层氧化硅层,而所述电流扩展层500的材料则为ITO。

[0198] 请继续参阅图26,两个所述第一层金属分别为第一层N金属503及所述第一层P金属504,所述第一层N金属503和所述第一层P金属504分别形成于所述凹槽200a中以及形成于所述电流扩展层500的第一表面。其中,所述第一层N金属503位于所述凹槽200a的底部

并与所述第一半导体层201电性连接,在垂直于厚度方向上,所述第一层N金属503的宽度小于所述凹槽200a的宽度,且所述第一层N金属503与所述凹槽200a的侧壁之间具有间隙,以便于所述第一层N金属503及所述第一层P金属504之间实现电气绝缘;所述第一层P金属504位于所述电流扩展层500上,并通过所述电流扩展层500与所述第二半导体层203电性连接。

[0199] 进一步地,所述第一层P金属504与所述电流阻挡层300的位置对应,且所述电流阻挡层300的面积大于所述第一层P金属504的面积,所述电流阻挡层300可以减小因所述第一层P金属504吸收光/挡光而造成的光损失,并且减少电流垂直传输,增加横向传输。

[0200] 进一步地,所述绝缘反射层401覆盖所述第二半导体层203的第一表面并填充所述凹槽200a。也就是说,所述绝缘反射层401整面覆盖芯片区,所述第一层N金属503与所述凹槽200a的侧壁之间的间隙也被所述绝缘反射层401填充,如此一来,所述第一层N金属503及所述第一层P金属504可以通过所述绝缘反射层401实现电气绝缘。同时,所述绝缘反射层401具有反光作用,可以充当反射镜,可将所述发光层202发出的光中射向所述绝缘反射层401的那部分光反射回去。所述绝缘反射层401的材料包括氧化硅、氧化钛、氧化铝或氮化硅中的两种或两种以上,本实施例中,所述绝缘反射层401是由至少两层高、低折射率的膜层交替蒸镀而成的,但不以此为限。

[0201] 本实施例中,所以绝缘反射层401既可以实现所述第一层N金属503及所述第一层P金属504之间的电气绝缘,也可以充当反射镜,并且,由于所述绝缘反射层401是整面覆盖的,面积较大,反光的效果更好。

[0202] 请继续参阅图26,所述电极组包括两个电极,两个所述电极分别为第一电极601和第二电极602。所述第一电极601贯穿所述绝缘反射层401,且所述第一电极601的第二表面与所述第一层N金属503接触从而实现电性连接,如此一来,所述第一电极601即可通过所述第一层N金属503与所述第一半导体层201实现电性连接。类似的,所述第二电极602贯穿所述绝缘反射层401,且所述第二电极602的第二表面与所述第一层P金属504接触从而实现电性连接,如此一来,所述第二电极602即可通过所述第一层P金属504及所述电流扩展层500与所述第二半导体层203实现电性连接。

[0203] 本实施例中,所述第一电极601和所述第二电极602的材料可以是金(Au)、锡(Sn)、镍(Ni)、银(Ag)及铜(Cu)中的至少两种金属构成。

[0204] 从图30中可见,所述第一电极601和所述第二电极602的第一表面作为所述电极面与所述柔性布线晶圆002的第二表面贴合。

[0205] 图19至图29示出了本实施例提供的倒装结构的LED芯片光源的制备方法的相应步骤的结构示意图。接下来,将结合图19至图29对所述LED芯片光源的制备方法进行详细说明。

[0206] 请参阅图19,执行步骤S100,提供衬底100,并在所述衬底100上形成倒装结构的LED功能层。

[0207] 接下来,将描述如何形成倒装结构的LED功能层。

[0208] 请继续参阅图19,在所述衬底100上形成外延层200,所述外延层200包括由下向上依次设置的第一半导体层201、发光层202和第二半导体层203。

[0209] 形成所述衬底100及所述外延层200的方式例如是:使用标准的光刻工艺在所述

衬底100上刻蚀出图形,然后利用ICP(感应等离子耦合刻蚀设备)刻蚀所述衬底100以对所述衬底100进行图案化,用来提高发光效率。进一步地,可以通过诸如金属化学气相沉积、激光辅助分子束外延、氢化物气相外延、蒸镀等任意一种外延技术在所述衬底100上制作所述外延层200,并且,所述外延层200可以是多晶结构或单晶结构。

[0210] 请参阅图20,对所述外延层200进行部分刻蚀以形成凹槽200a,所述凹槽200a贯穿所述第二半导体层203和所述发光层202并延伸至所述第一半导体层201中。具体而言,形成所述凹槽200a的步骤包括:通过光刻工艺,制作出发光区MESA图形,用ICP对所述外延层200进行刻蚀以形成所述凹槽200a,刻蚀的深度需要超过所述发光层202,并暴露出所述第一半导体层201,从侧面来看是蚀刻出平台(MESA),形成MESA台阶,MESA台阶包括上台阶面和下台阶面,其中,上台阶面为第二半导体层203,下台阶面为第一半导体层201,上台阶面和下台阶面之间连接形成MESA台阶的侧面。

[0211] 请参阅图21,在所述第二半导体层203上形成电流阻挡层300。所述电流阻挡层的形成步骤可以是:通过沉积工艺全面沉积电流阻挡材料(图21中未示出),然后采用光刻胶制作出掩模,然后用刻蚀工艺、去胶工艺去除部分电流阻挡材料以及掩模,所述第二半导体层203上的部分电流阻挡材料得以保留,剩余的电流阻挡材料构成所述电流阻挡层300。

[0212] 请参阅图22,在所述第二半导体层203上形成电流扩展层500。形成所述电流扩展层500的步骤包括:通过沉积工艺全面沉积电流扩展材料(图22中未示出),然后采用光刻胶制作出掩模,然后用刻蚀工艺、去胶工艺去除部分电流扩展材料以及掩模,所述第二半导体层203上的部分电流扩展材料以及所述电流阻挡层300上的全部电流扩展材料得以保留,剩余的电流扩展材料构成所述电流扩展层500。

[0213] 请参阅图23,在所述凹槽200a及所述电流扩展层500上分别形成两个第一层金属,两个第一层金属分别为第一层N金属503和第一层P金属504。形成所述第一层N金属503和所述第一层P金属504的步骤可以是:在所述电流扩展层500上形成图形化的光刻胶层,所述图形化的光刻胶层定义出需要形成第一层N金属503和第一层P金属504的图案,然后通过诸如溅射等工艺形成第一层电极材料,最后剥离图形化的光刻胶并同时将其上的第一层电极材料去除,剩余的第一层电极材料即可构成所述第一层N金属503和所述第一层P金属504。

[0214] 请参阅图24,在所述第二半导体层203上全面沉积蒸镀绝缘反射层401,所述绝缘反射层401填充所述凹槽200a并延伸覆盖所述第二半导体层203。

[0215] 请参阅图25,刻蚀所述绝缘反射层401,以形成第四开口403及第五开口404,所述第四开口403及第五开口404贯穿所述绝缘反射层401并分别露出所述第一层N金属503和所述第一层P金属504的第一表面。

[0216] 请参阅图26,在所述第四开口403及所述第五开口404中填充导电材料,所述导电材料还延伸覆盖所述绝缘反射层401的第一表面。接着刻蚀以去除所述绝缘反射层401的第一表面的部分所述导电材料,所述第四开口403中的导电材料以及所述绝缘反射层401的第一表面的部分导电材料构成所述第一电极601,所述第五开口404中的导电材料以及所述绝缘反射层401的第一表面的剩余导电材料构成所述第二电极602,所述第一电极601和所述第二电极602构成电极组。

[0217] 请参阅图27,执行步骤S200,将所述衬底100与所述倒装结构的LED功能层构成的

所述LED晶圆004键合至所述柔性布线晶圆002上,所述LED功能层的电极面与所述柔性布线晶圆002的第二表面贴合。也就是说,将所述LED晶圆004翻转后,将所述第一电极601和所述第二电极602的第一表面与所述柔性布线晶圆002的金属布线层贴合。

[0218] 请参阅图28,执行步骤S300,采用激光剥离工艺或研磨工艺去除所述衬底100,并采用碱性溶液对所述LED功能层的第一半导体层201进行粗化,以增加出光效率。

[0219] 请参阅图29,刻蚀所述第一半导体层201以在所述第一半导体层201中形成贯穿的划片槽700。

[0220] 请继续参阅图29,执行步骤S400,将所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001分离,并去除所述粘合层003。

[0221] 请参阅图30,弯曲所述柔性布线晶圆002,使得所述绝缘反射层401自所述划片槽700处断裂,使得所述LED晶圆的所述芯片区彻底分离。接下来,沿着所述划片槽700将所述柔性布线晶圆002裁剪为预定的形状和尺寸,以形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆002构成所述LED芯片光源的柔性基底012。

[0222] 实施例三

[0223] 与实施例一和实施例二的区别在于,本实施例中,所述LED芯片光源为垂直结构的LED芯片光源,所述LED功能层为垂直结构的LED功能层。

[0224] 图39为本实施例提供的LED芯片光源的结构示意图,图34为本实施例提供的垂直结构的部分LED功能层的结构示意图。如图34及图39所示,本实施例中,所述垂直结构的LED功能层包括外延层200、反射镜层405、金属保护层406、第一绝缘保护层304、第二绝缘保护层305及电极组。

[0225] 请参阅图34,具体而言,所述反射镜层405形成于所述外延层200的第一表面,并覆盖所述第二半导体层203的部分第一表面,所述反射镜层405用于将所述外延层200发出的射向所述柔性基底012的光线反射回去。所述反射镜层405是由银(Ag)、铂(Pt)、钨(W)、钛(Ti)、铝(Al)、ITO等构成的反射镜,厚度通常为0.1 μ m-2 μ m。

[0226] 请继续参阅图34及图39,所述金属保护层406位于所述外延层200上,并覆盖所述第二半导体层203的部分第一表面以及所述反射镜层405的第一表面,所述金属保护层406用于保护所述反射镜层405,防止所述反射镜层405中的材料迁移而导致漏电。所述金属保护层406的材料为Ti、Pt、Au、Al、Ni、Cr等金属中的一种或几种构成,厚度为0.5 μ m-3 μ m之间。

[0227] 所述第一绝缘保护层304形成于所述外延层200的第一表面,并覆盖所述第二半导体层203的剩余第一表面以及所述金属保护层406的部分第一表面;所述第二绝缘保护层305形成于所述第一半导体层201的第二表面,覆盖所述第一半导体层201的第二表面和所述外延层200的侧面,同时,所述第二绝缘保护层305还会覆盖所述柔性布线晶圆002裸露的第二表面。

[0228] 所述第一绝缘保护层304和第二绝缘保护层305均为SiO₂层、SiN_x层、SiO₂/SiN_x的叠层或DBR等,且所述第一绝缘保护层304的厚度是0.01 μ m-10 μ m。

[0229] 结合图39所示,所述电极组包括第一电极601和第二电极602。所述第一电极601位于所述第二绝缘保护层305的第二表面,其一端穿过所述第二绝缘保护层305与所述第一半导体层201电性连接,另一端穿过所述第二绝缘保护层305并与所述柔性布线晶圆002

电性连接;所述第二电极602形成于所述第一绝缘保护层304的第一表面,并穿过所述第一绝缘保护层304与所述金属保护层406接触,所述第二电极602通过所述金属保护层406及所述反射镜层405与所述第二半导体层203电性连接。

[0230] 所述第一电极601和所述第二电极602的材料可以是AuSn、NiSn、SnAgCu等可用于键合的金属材料,所述第一电极601和所述第二电极602的厚度为0.5um-10um。

[0231] 从图39中可见,所述第一电极601和所述第二电极602的第一表面作为所述电极面与所述柔性布线晶圆002的第二表面贴合。

[0232] 图31~图39为本实施例提供的垂直结构的LED芯片光源的制备方法的相应步骤对应的结构示意图。接下来,将结合图31~图39对本实施例提供的垂直结构的LED芯片光源的制备方法进行详细说明。

[0233] 参阅图31,执行步骤S100,提供所述衬底100以及在所述衬底100上形成所述外延层200,所述外延层200包括从下至上依次设置的第一半导体层201、发光层202及第二半导体层203。

[0234] 请参阅图32,在所述外延层200上形成反射镜层405。形成所述反射镜层405的方法可以是:通过负胶光刻工艺制成掩模图形,再通过电子束蒸发、溅射、ALD(Atomic layer deposition,原子层沉积)等工艺来生长反射率较高的反射镜薄膜,最后通过剥离(lift off)等方法去除掩模和掩模上的反射镜薄膜,剩余的反射镜薄膜构成所述反射镜层405。

[0235] 请继续参阅图32,在所述外延层200的部分第一表面以及所述反射镜层405上形成所述金属保护层406。形成所述金属保护层406的方法可以是:通过负胶光刻工艺制成掩模图形,再通过电子束蒸发、溅射、ALD(Atomic layer deposition,原子层沉积)等工艺来生长金属薄膜,最后通过剥离(lift off)等方法去除掩模和掩模上的金属薄膜,剩余的金属薄膜构成所述金属保护层406。

[0236] 请参阅图33,在所述外延层200的剩余第一表面以及所述金属保护层406上形成所述第一绝缘保护层304,所述第一绝缘保护层304可以将所述外延层200和所述金属保护层406与外界隔离,以对所述外延层200和所述金属保护层406进行保护。

[0237] 所以,在形成所述第一绝缘保护层304之后,可以进行刻蚀工艺去除部分所述第一绝缘保护层304,以使所述金属保护层406的至少部分第一表面露出。

[0238] 请参阅图34,在所述金属保护层406露出的第一表面上形成所述第二电极602,所述第二电极602通过所述金属保护层406和所述反射镜层405与所述第二半导体层203电性连接。本实施例中,所述第二电极602还延伸覆盖了所述第一绝缘保护层304的部分第一表面。形成所述第二电极602的步骤可以是:利用光刻和电子束蒸发工艺在金属保护层406露出的第一表面上制备金属材料,从而形成所述第二电极602。

[0239] 请参阅图35,执行步骤S200,将所述衬底100与所述垂直结构的LED功能层构成的LED晶圆键合至所述柔性布线晶圆002上。也就是说,将所述LED晶圆翻转后键合至所述柔性布线晶圆002上,所述第二电极602的第一表面与所述柔性布线晶圆002的金属布线层贴合。

[0240] 请参阅图36,执行步骤S300,采用激光剥离工艺或研磨工艺去除所述衬底100,并采用碱性溶液对所述第一半导体层201进行粗化,以增加出光效率。

[0241] 请继续参阅图36,刻蚀整个所述外延层200以在所述外延层200中形成贯穿的划

片槽700,然后弯曲所述柔性布线晶圆002,使得所述第一绝缘保护层304自所述划片槽700处断裂。

[0242] 作为可选实施例,也可以通过分步刻蚀所述外延层200及所述第一绝缘保护层304,从而形成贯穿所述外延层200及所述第一绝缘保护层304的所述划片槽700。

[0243] 请参阅图37,整面沉积第二绝缘保护层305,所述第二绝缘保护层305覆盖所述外延层200所有裸露的表面、所述第一绝缘保护层304所有裸露的表面以及所述柔性布线晶圆002的第二表面。

[0244] 请参阅图38,刻蚀所述第二绝缘保护层305以形成露出部分所述第一半导体层201的第二表面的开口以及露出部分所述柔性布线晶圆002的第二表面的开口,其中,露出部分所述第一半导体层201的第二表面的开口位于所述第一半导体层201上,露出部分所述柔性布线晶圆002的第二表面的开口位于所述划片槽700内。然后在所述第二绝缘保护层305的部分第二表面上形成第一电极601,所述第一电极601还填充所述露出部分所述第一半导体层201的第二表面的开口以及露出部分所述柔性布线晶圆002的第二表面的开口,如此一来,所述第一电极601可将所述第一半导体层201与所述柔性布线晶圆002的金属布线层电性连接。

[0245] 请参阅图39,执行步骤S400,将所述柔性布线晶圆002与所述支撑晶圆001分离,并去除所述粘合层003。

[0246] 请继续参阅图39,弯曲所述柔性布线晶圆002,使得所述第二绝缘保护层305自所述划片槽700处断裂,使得所述LED晶圆的所述芯片区彻底分离。接下来,沿着所述第二绝缘保护层305的断裂处将所述柔性布线晶圆002裁剪为预定的形状和尺寸,以形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆002构成所述LED芯片光源的柔性基底012。

[0247] 上述实施例仅是举例说明了所述LED功能层的几种结构,应理解,本发明中的LED功能层不限于此,可适用于所有的倒装结构或垂直结构的LED功能层。

[0248] 综上,在本实施例提供的LED芯片光源及其制备方法中,在形成LED晶圆之后,利用晶圆级键合工艺将所述LED晶圆键合至一柔性布线晶圆上,令所述LED晶圆的LED功能层与所述柔性布线晶圆的第二表面贴合,再去除所述LED晶圆的衬底并在所述LED功能层中形成划片槽即可定义出单个的芯片区;沿所述划片槽可将所述柔性布线晶圆裁剪为预定的形状和尺寸,形成若干包含至少一个所述芯片区的LED芯片光源,可制备出多种形状和尺寸的LED芯片光源,裁剪后的所述柔性布线晶圆构成所述LED芯片光源的柔性基底,如此每个所述LED芯片光源均具备柔性,容易弯曲和折叠,避免将LED芯片制备好后再转移至柔性电路基板上产生的不良率高、效率低、返修率高及成本高等问题,使利用Mini/Micro LED芯片制备柔性显示屏具备量产可行性。进一步的,本发明提供的柔性LED芯片光源的单位面积亮度比OLED高数倍,并且可以做大尺寸屏,具有光衰极小、不烧屏、寿命长、成本低的优点。

[0249] 上述仅为本发明的优选实施例而已,并不对本发明起到任何限制作用。任何所属技术领域的技术人员,在不脱离本发明的技术方案的范围,对本发明揭露的技术方案和技术内容做任何形式的等同替换或修改等变动,均属未脱离本发明的技术方案的内容,仍属于本发明的保护范围之内。

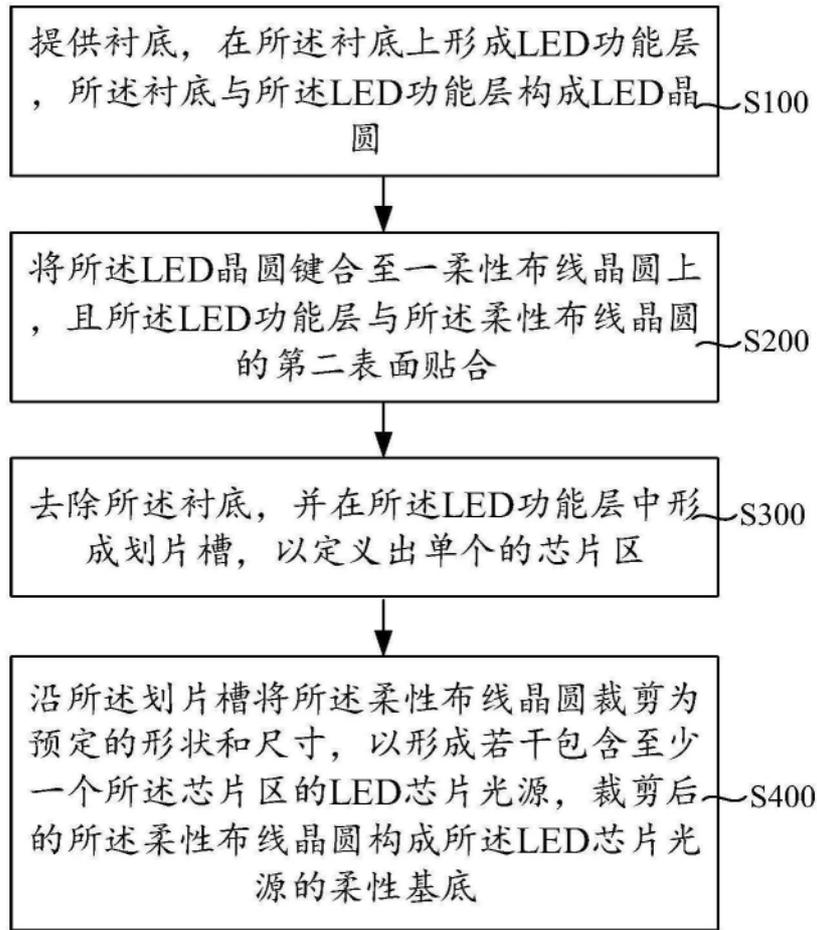


图1

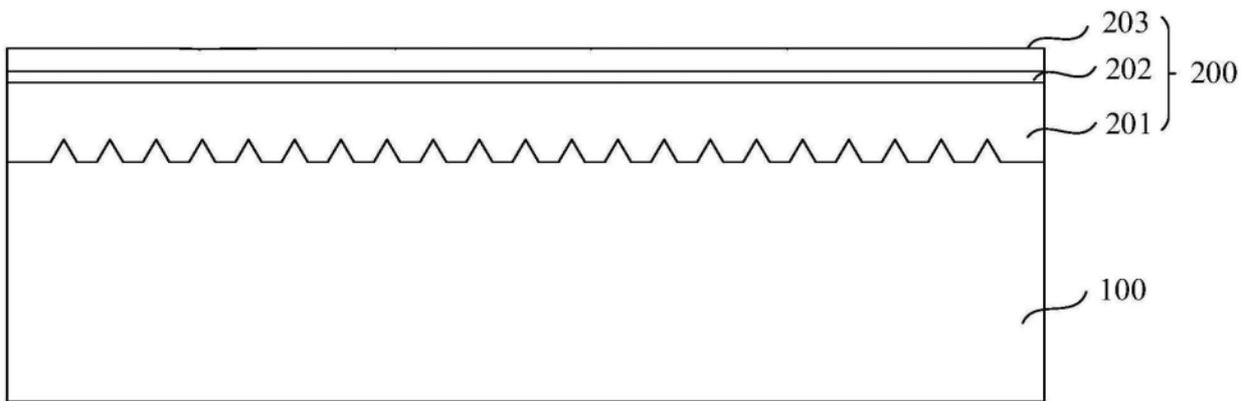


图2

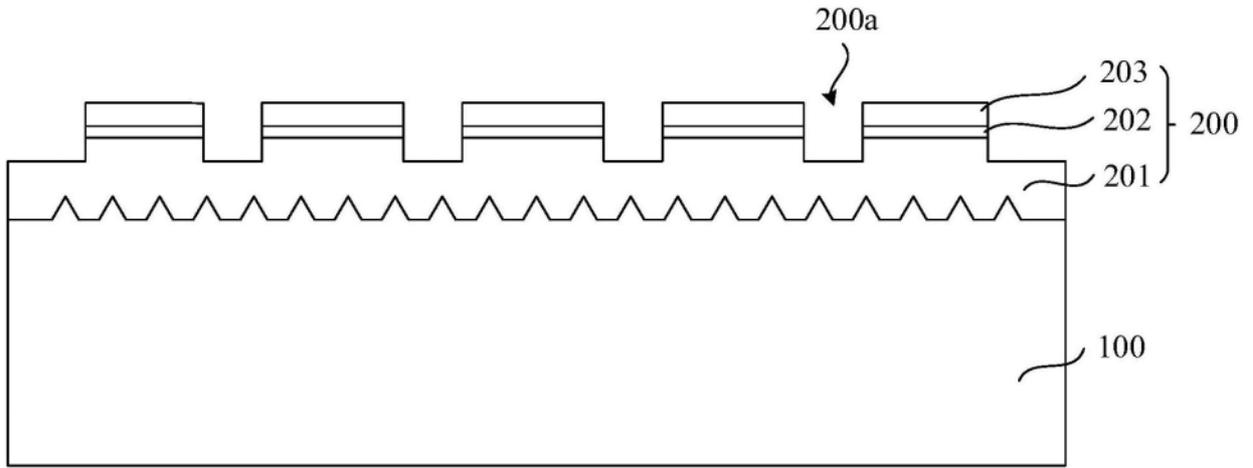


图3

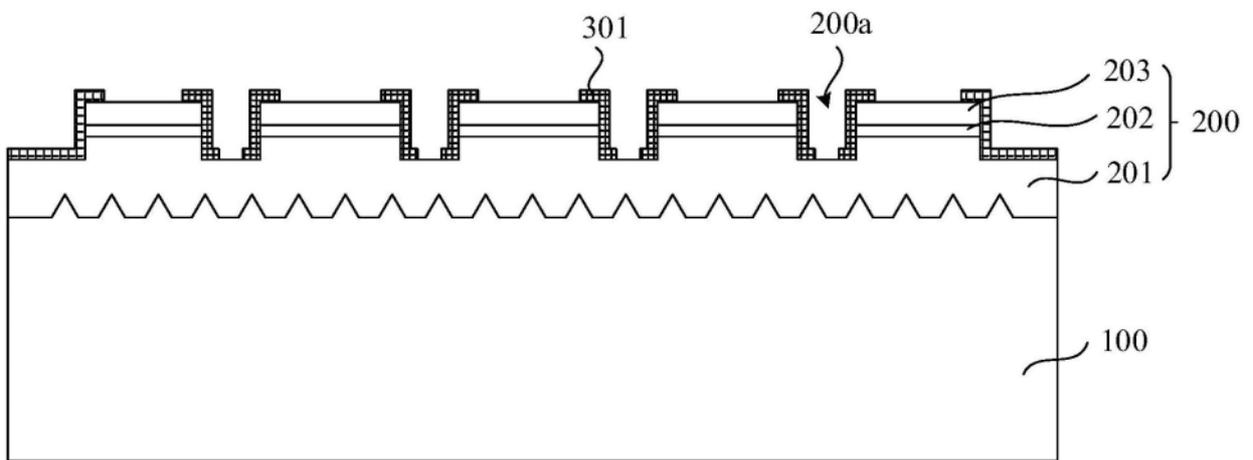


图4

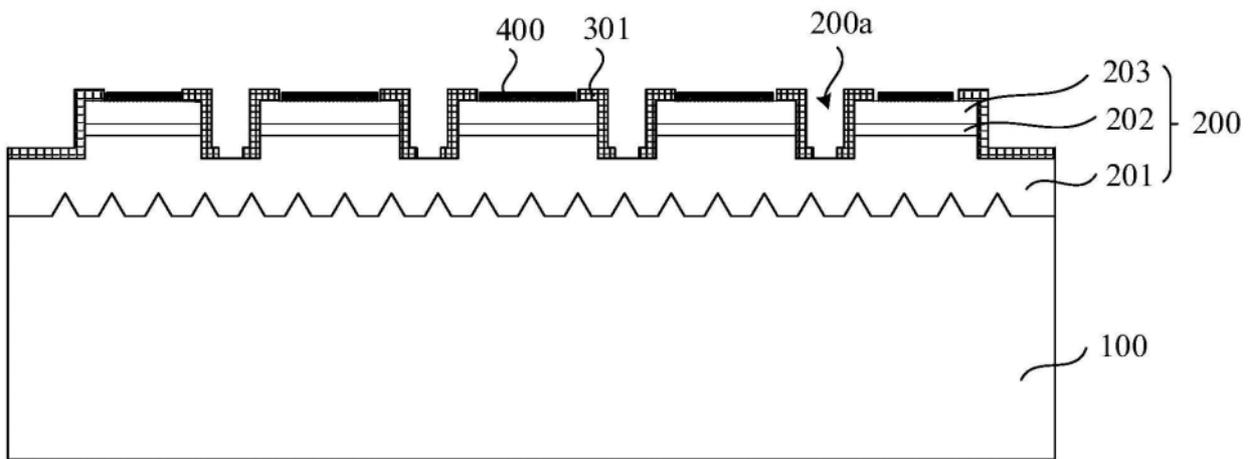


图5

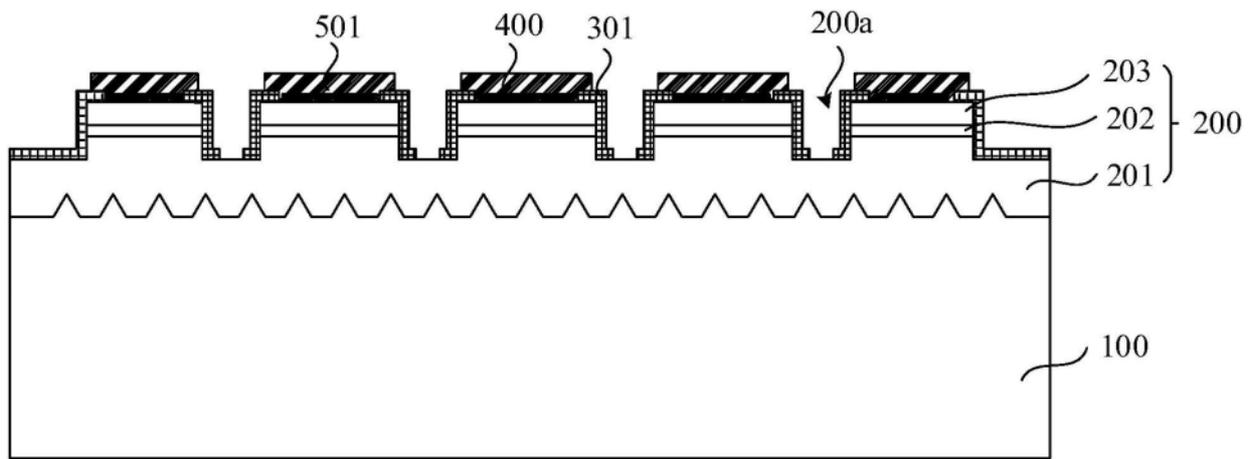


图6

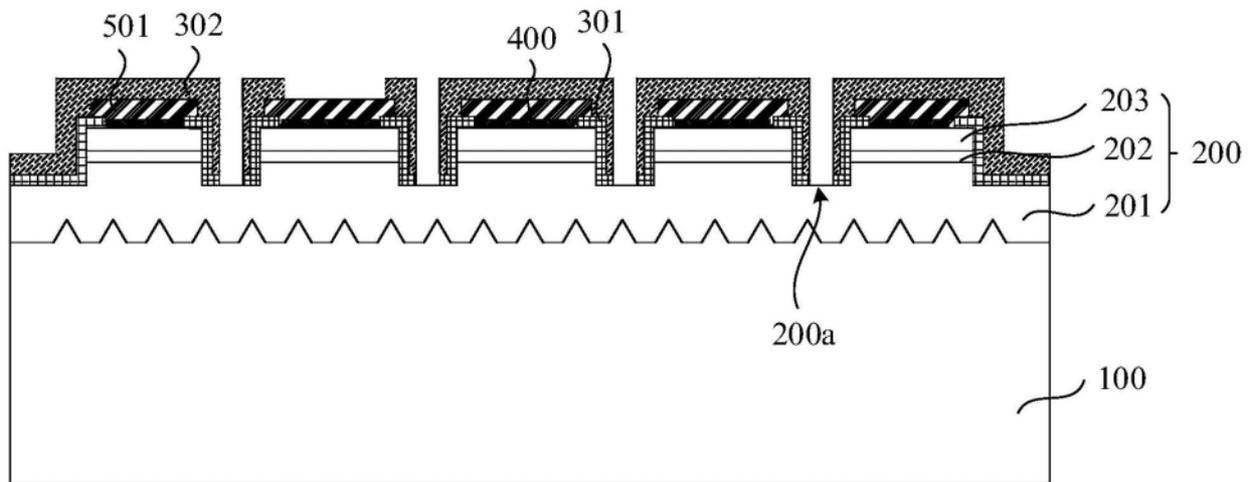


图7

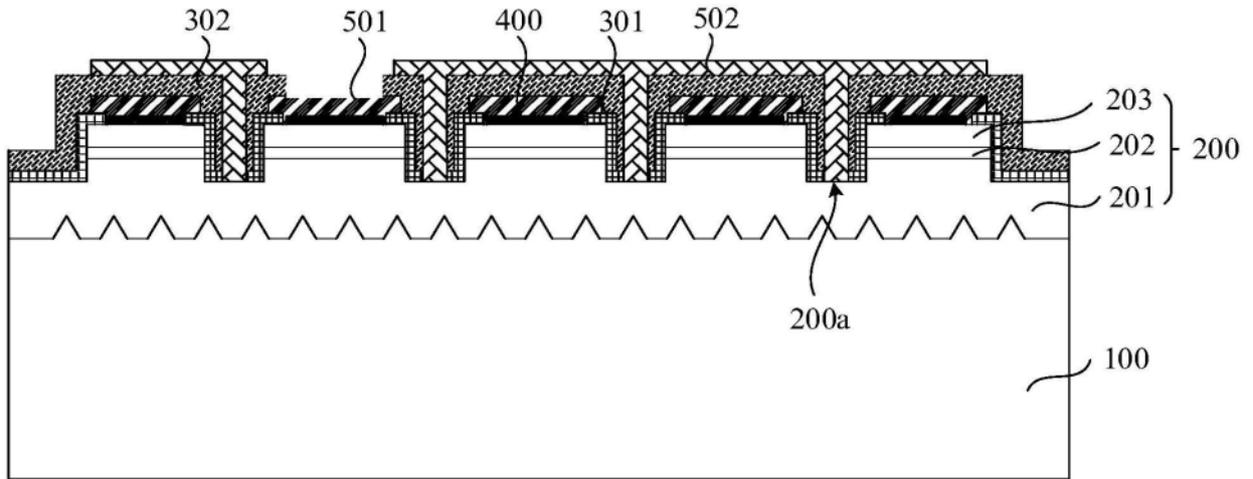


图8

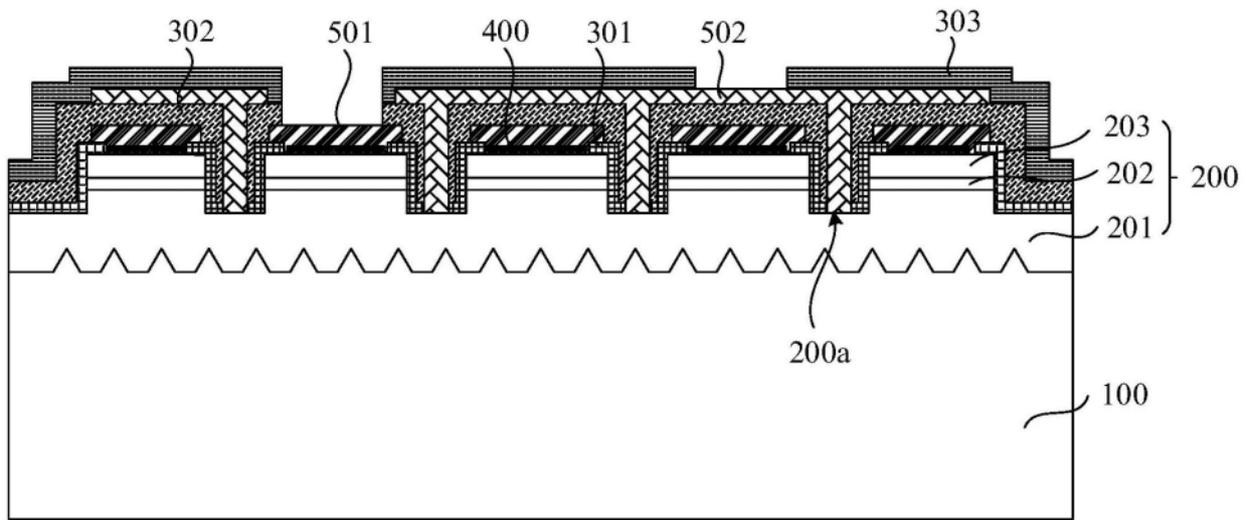


图9

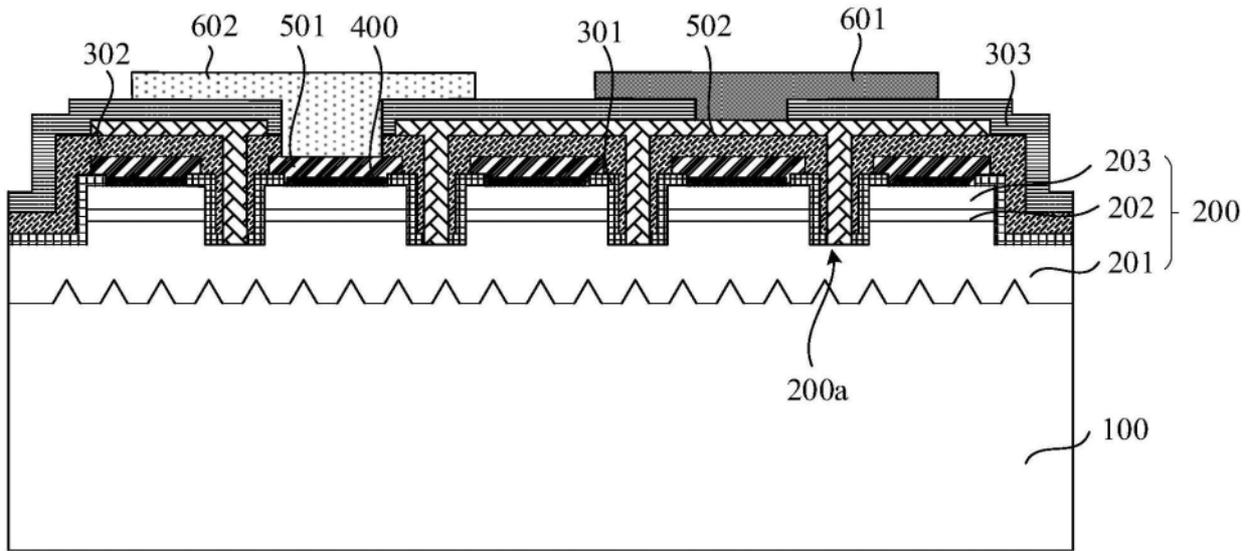


图10

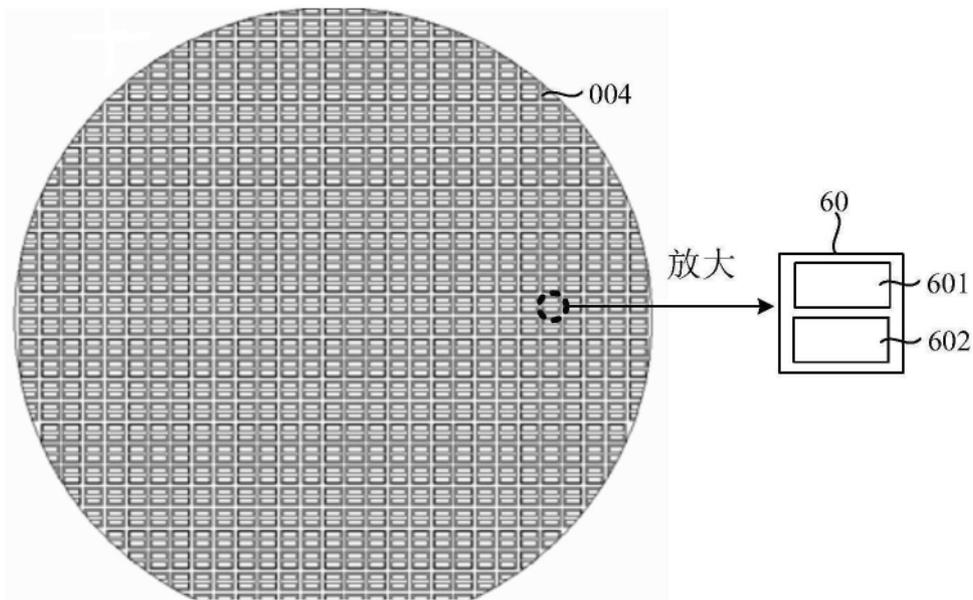


图11

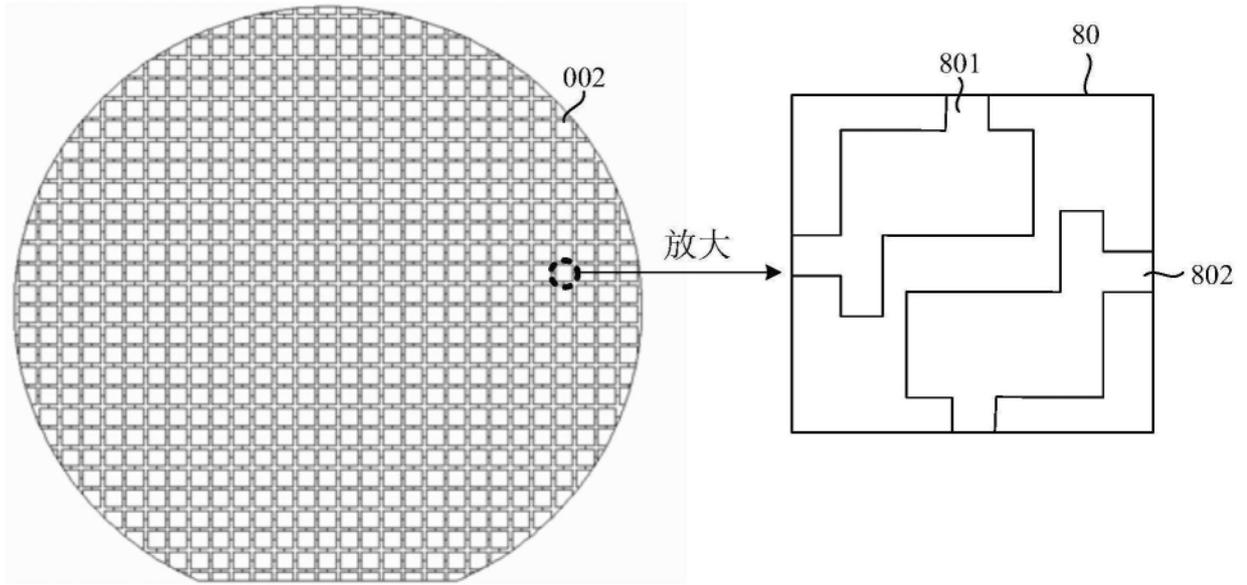


图12

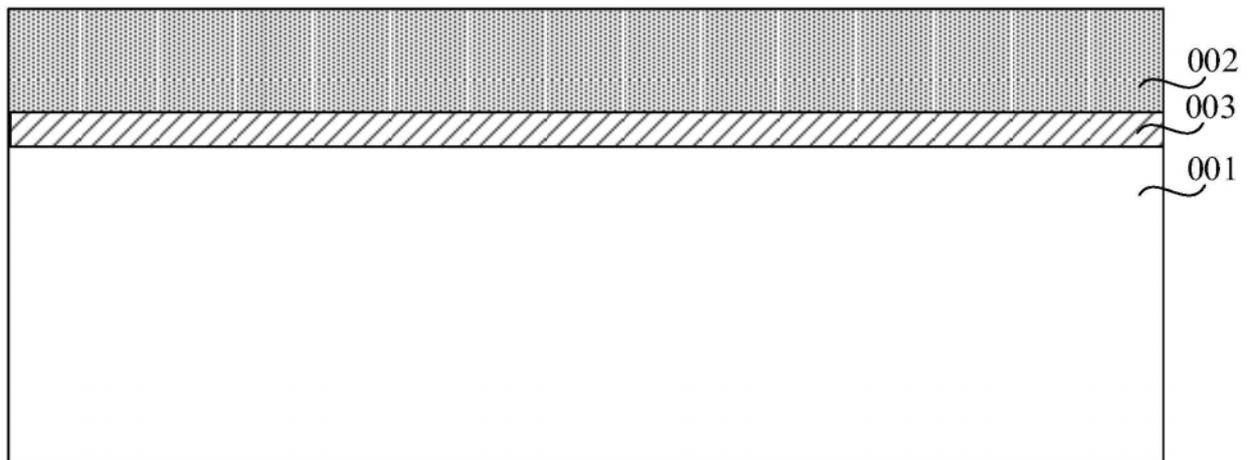


图13

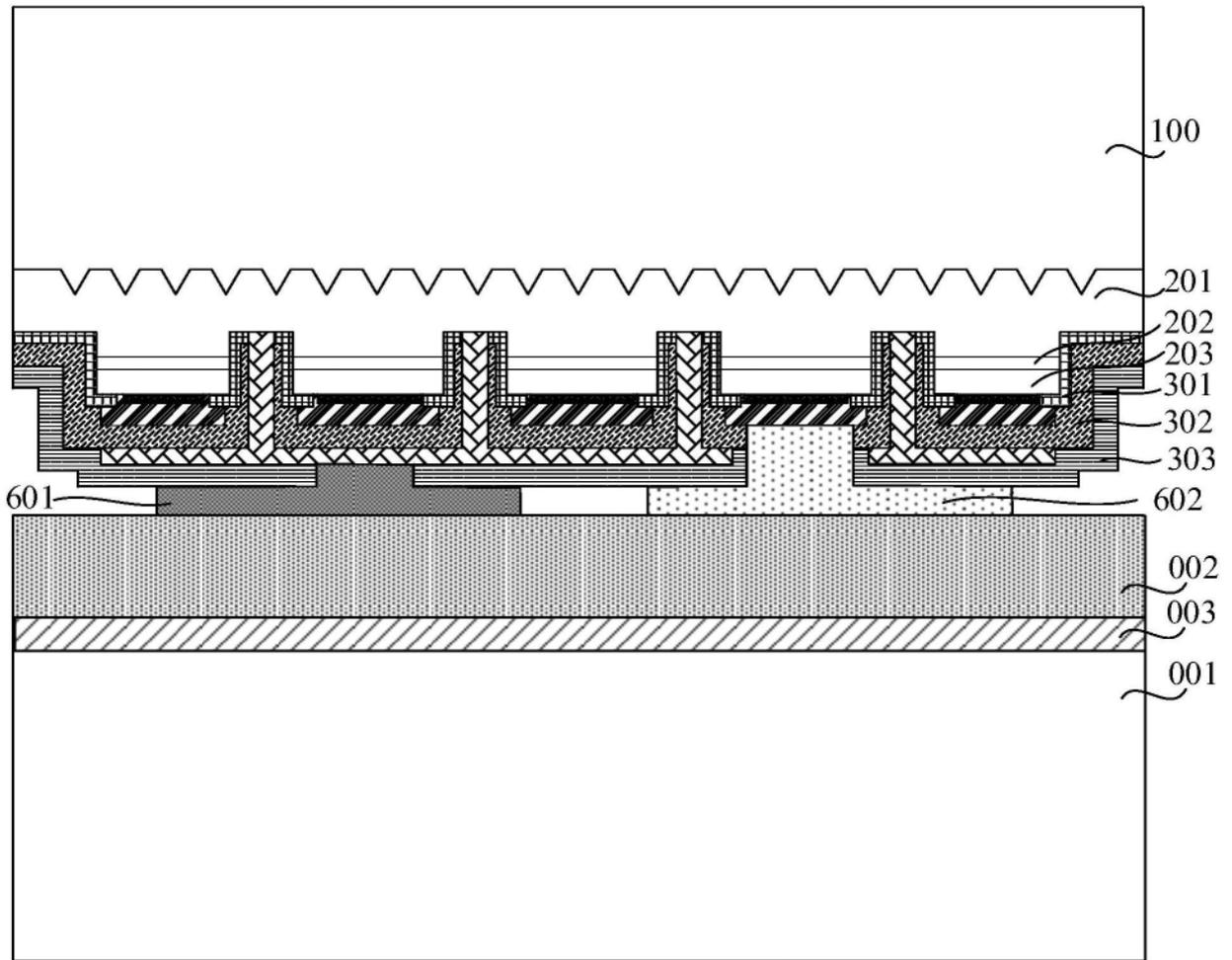


图14

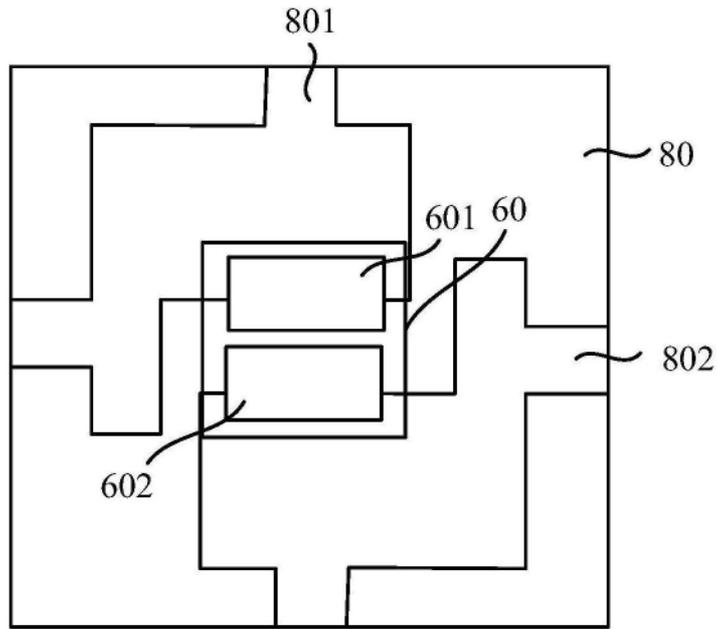


图15

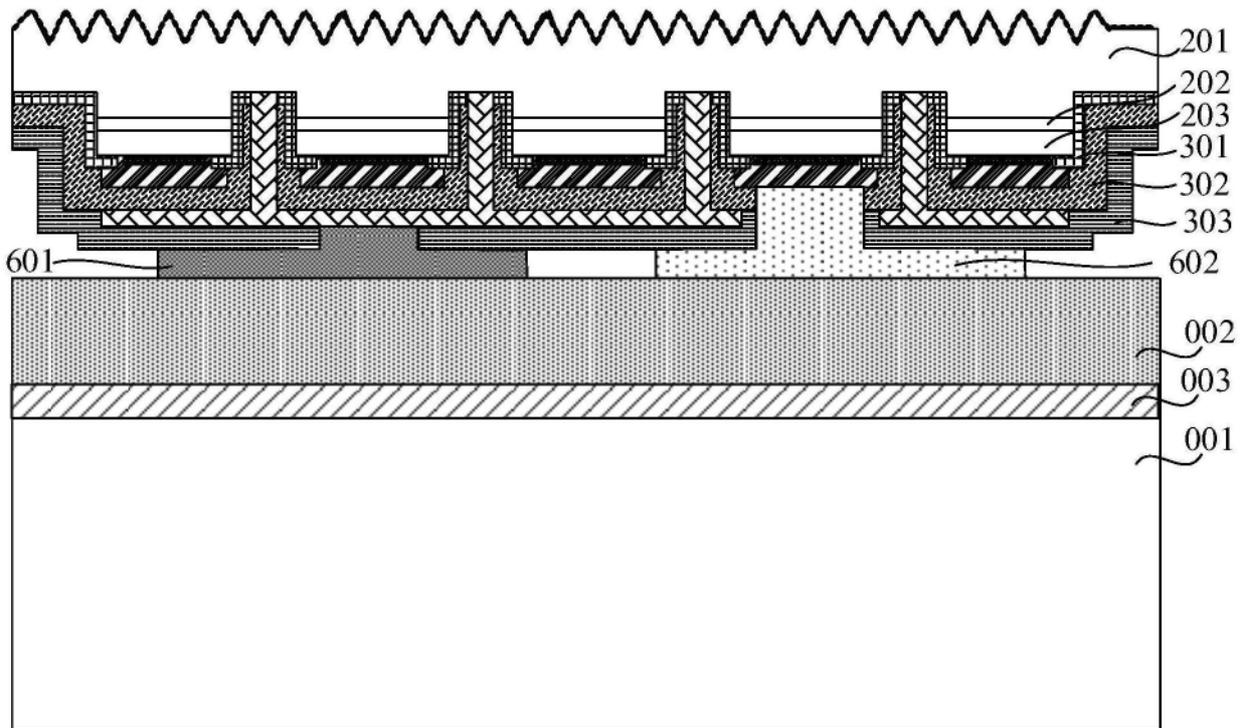


图16

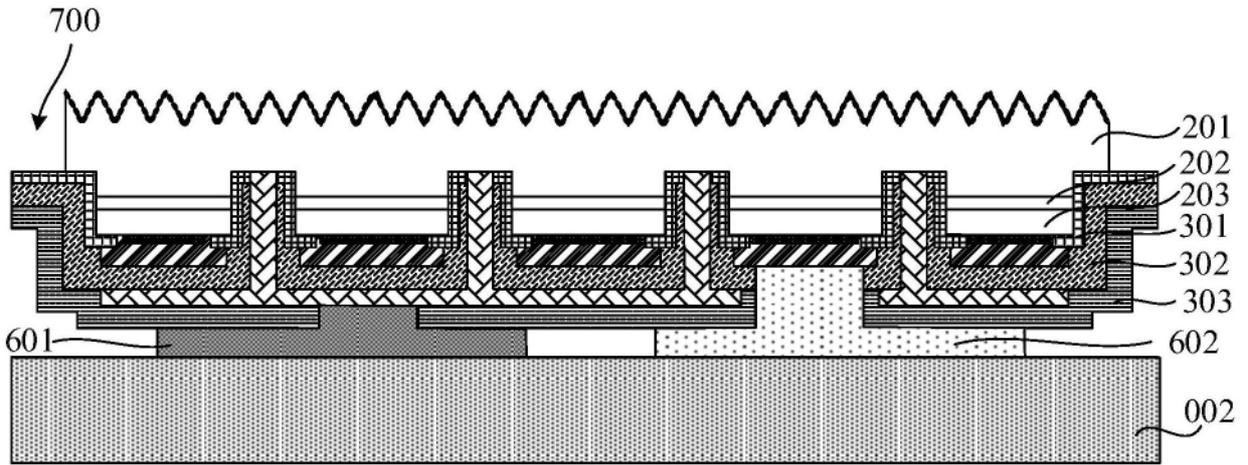


图17

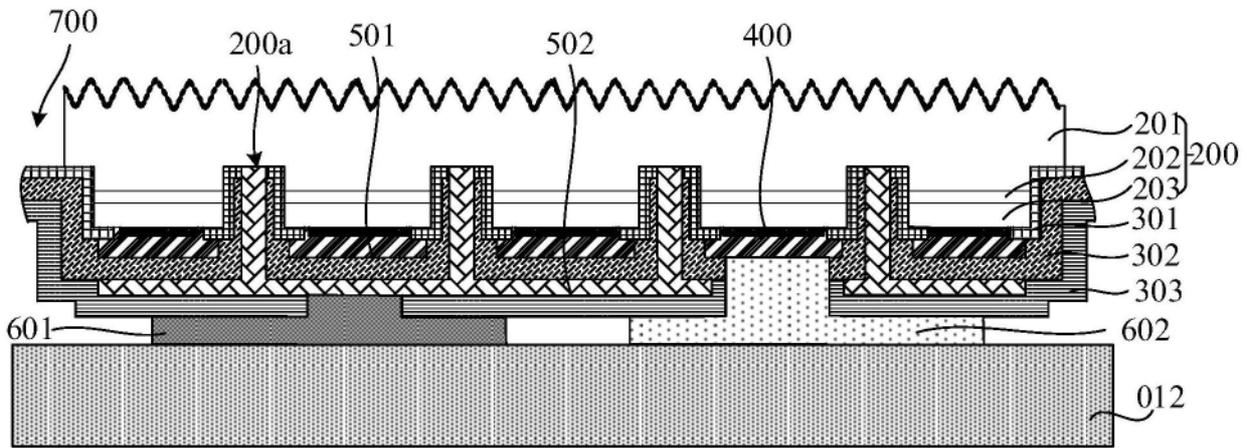


图18

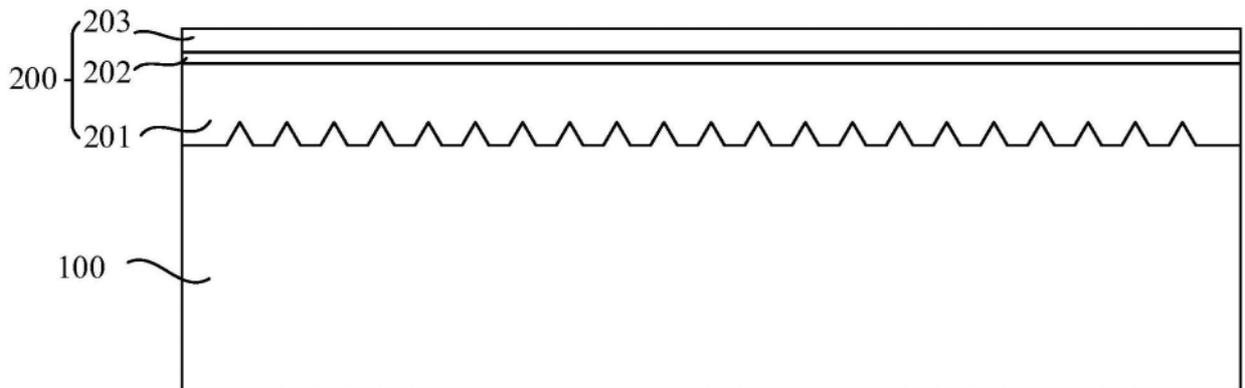


图19

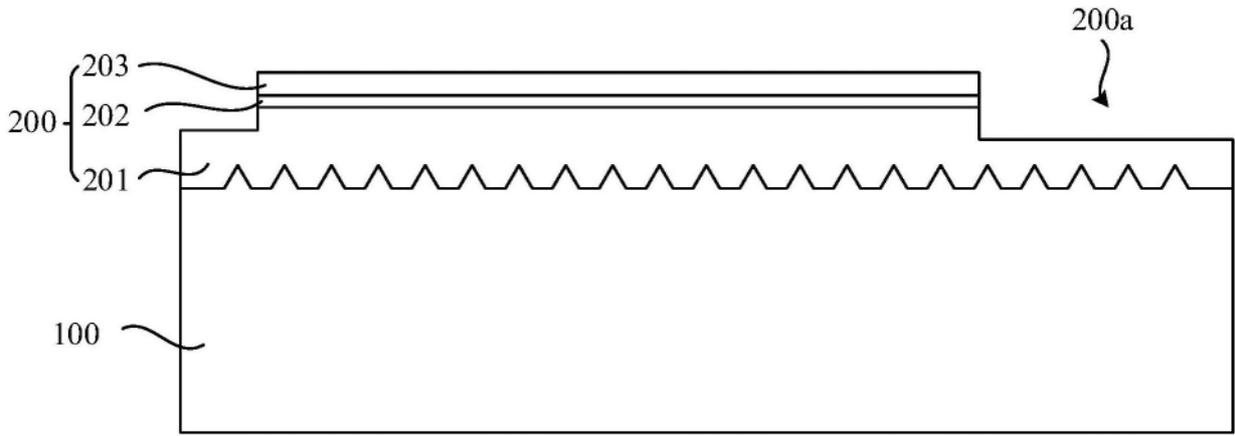


图20

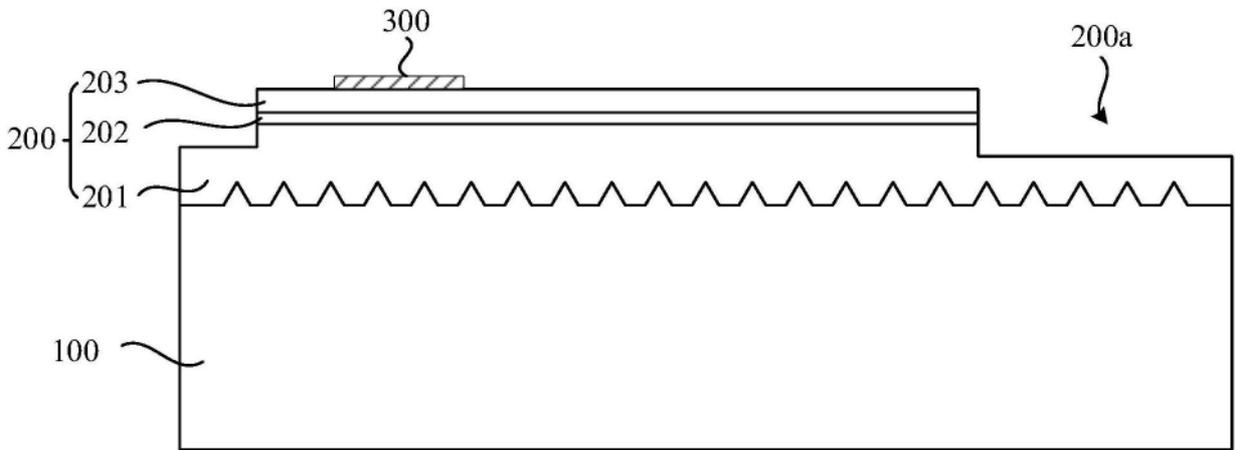


图21

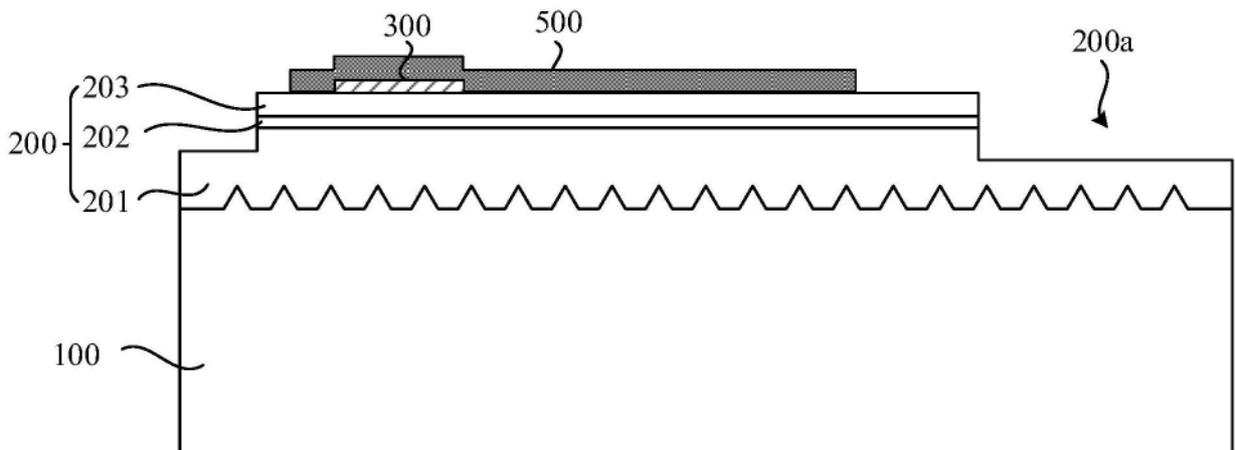


图22

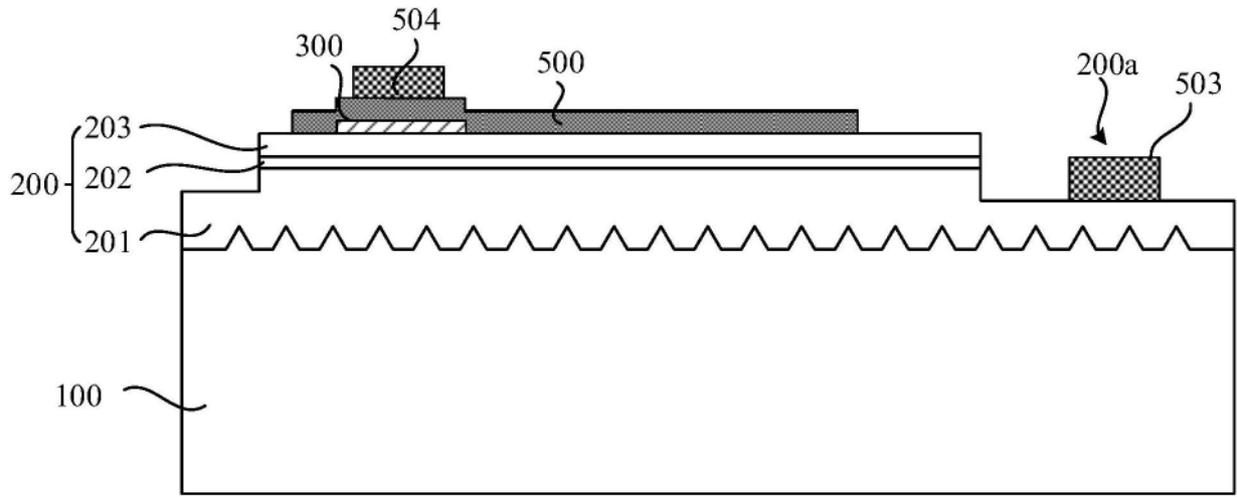


图23

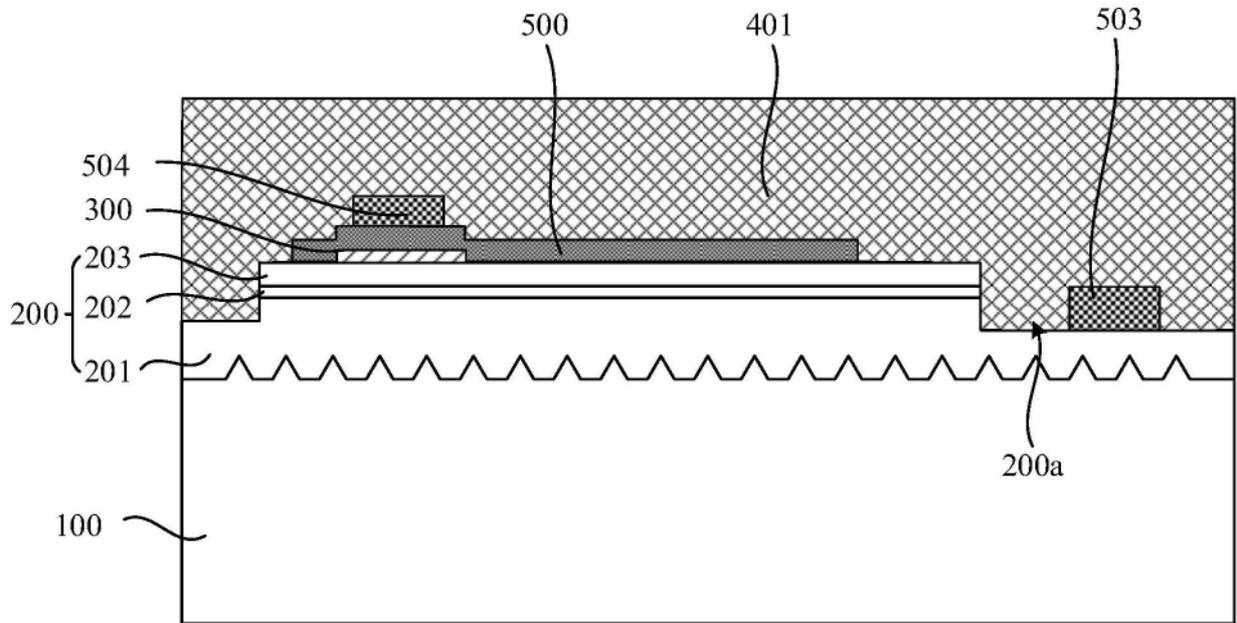


图24

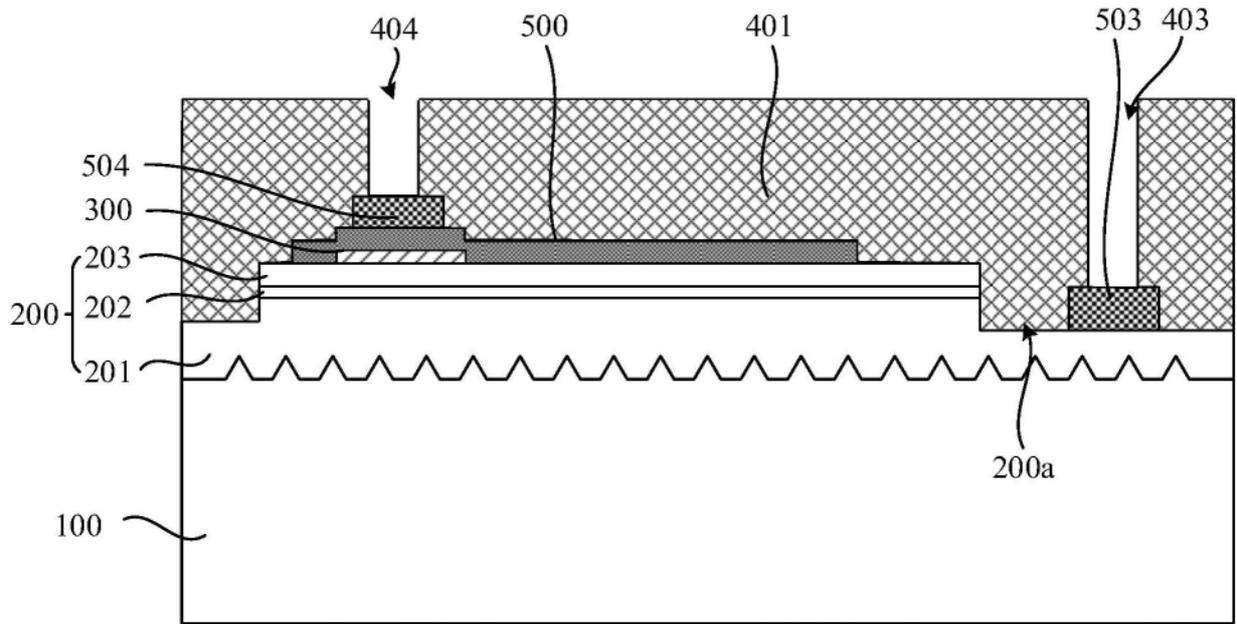


图25

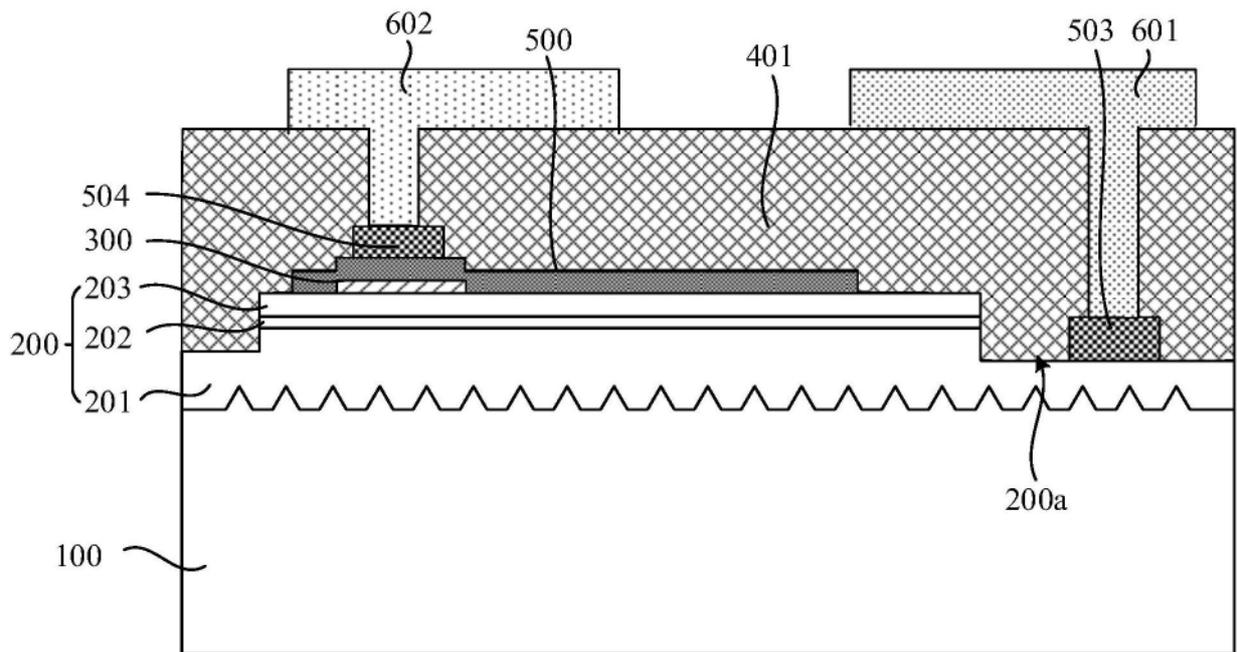


图26

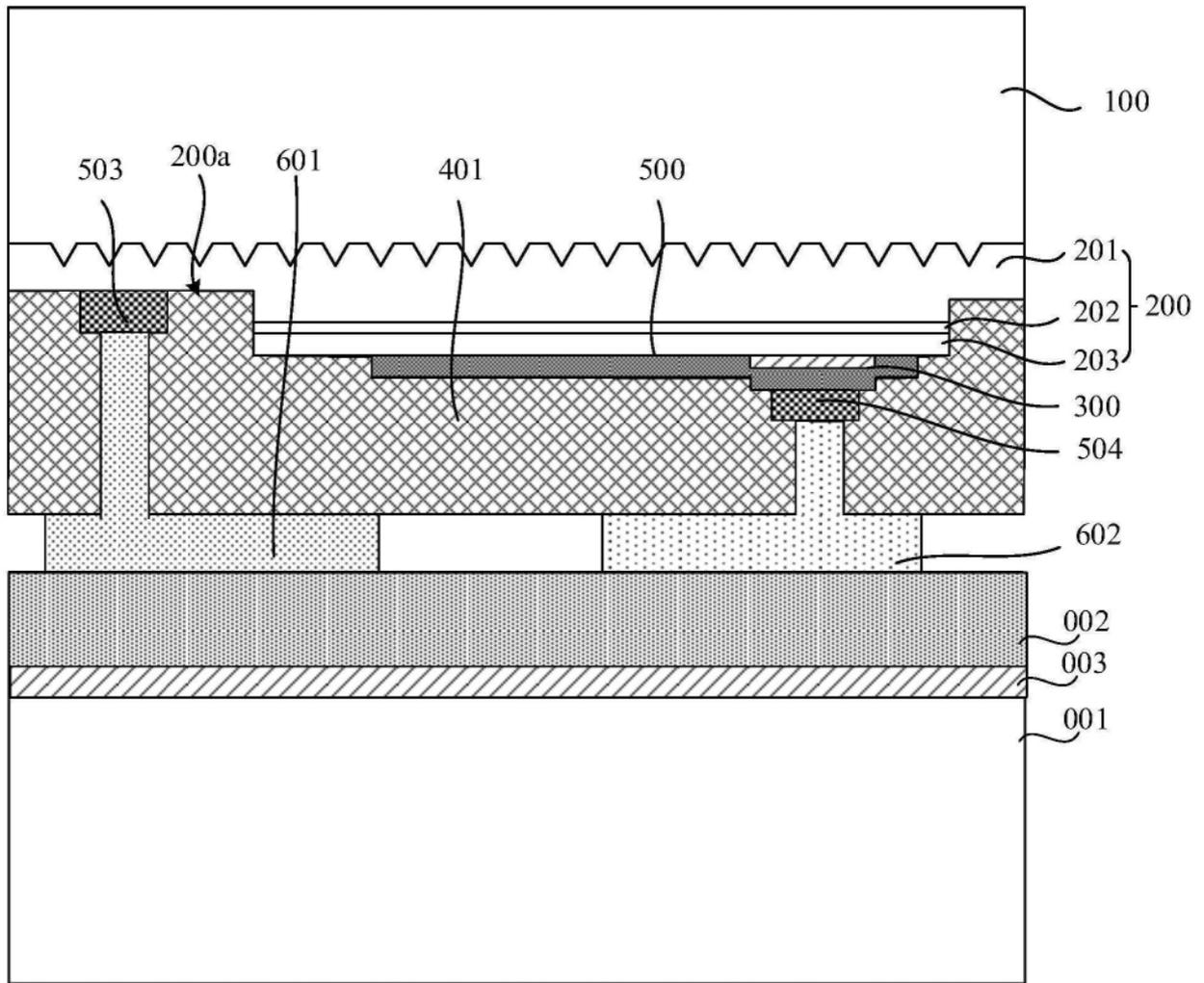


图27

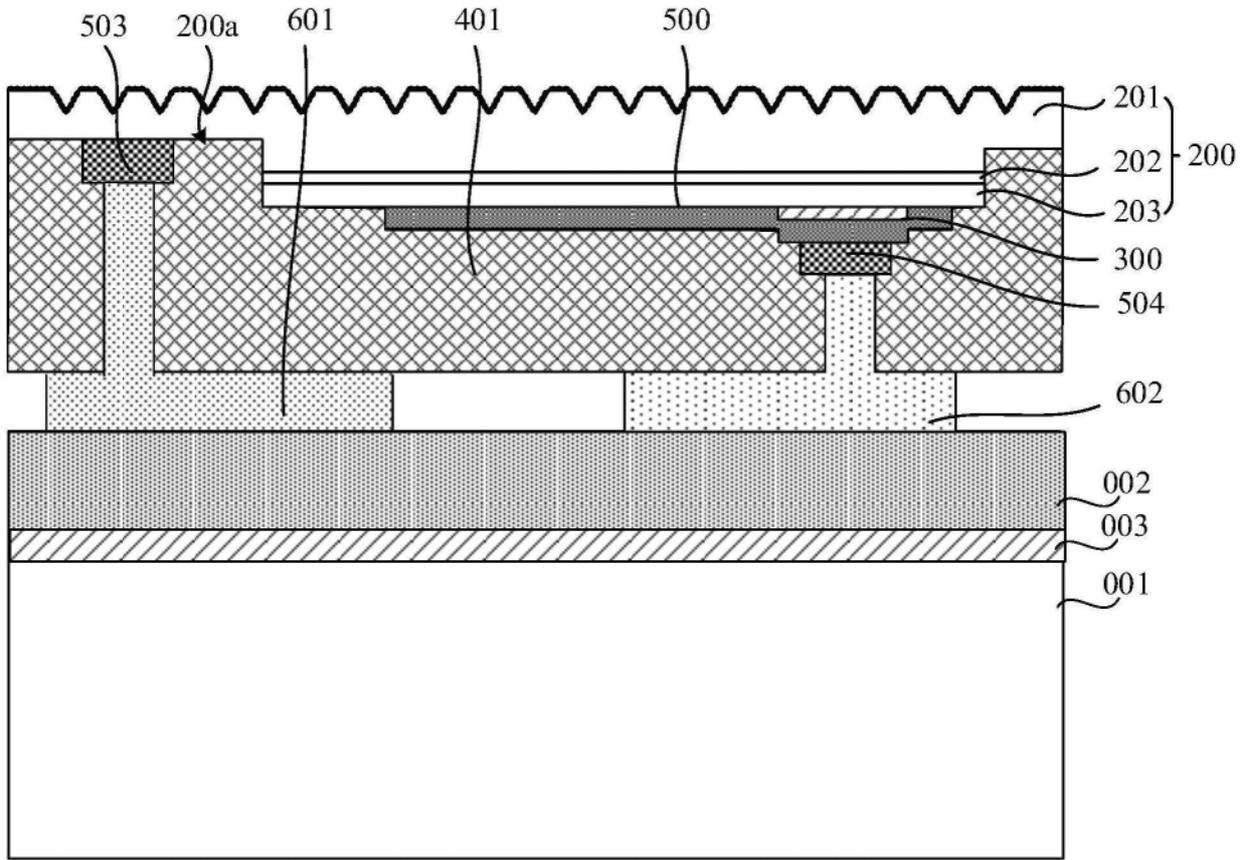


图28

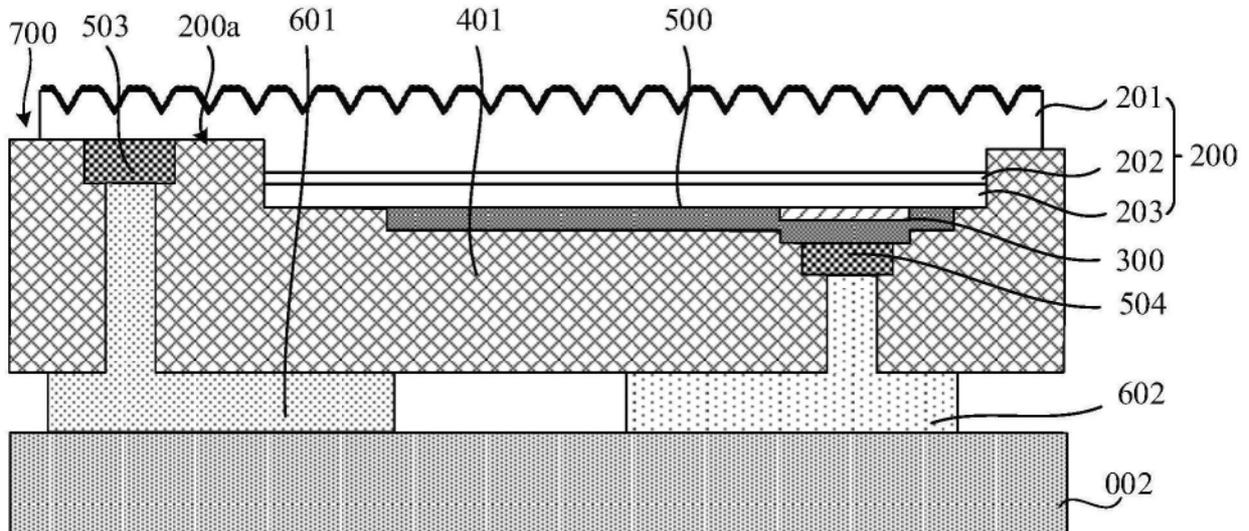


图29

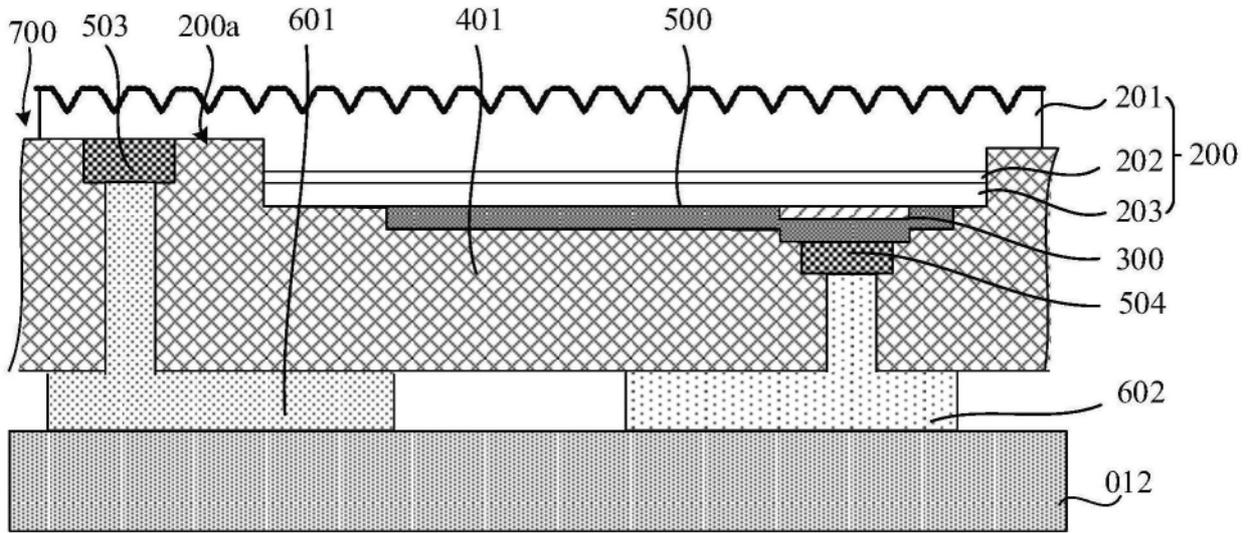


图30

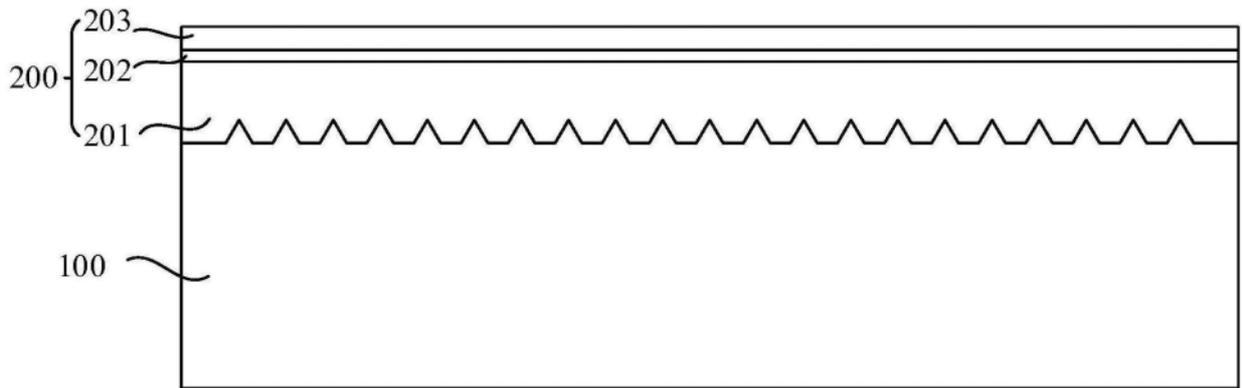


图31

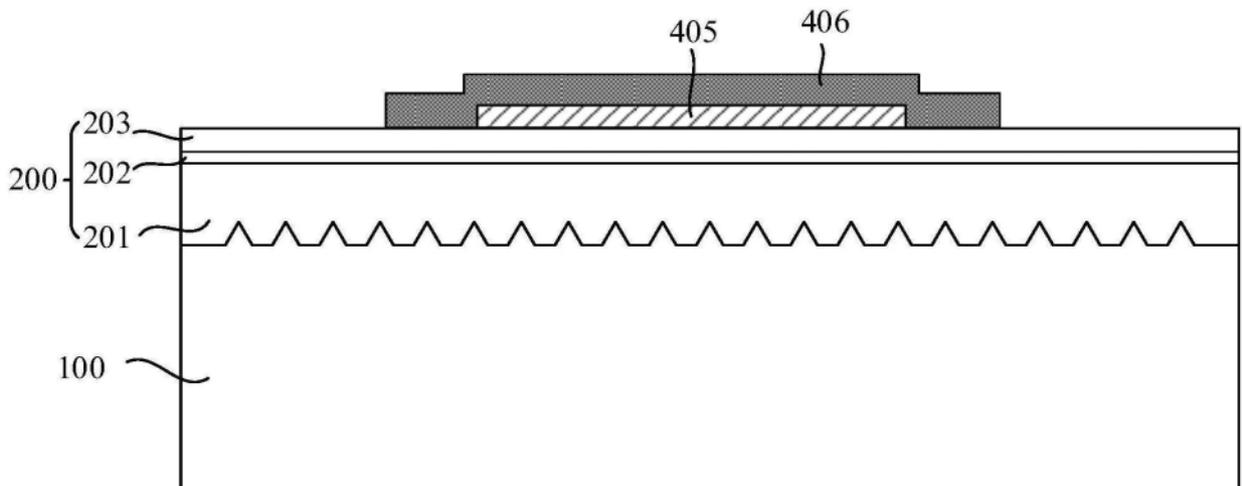


图32

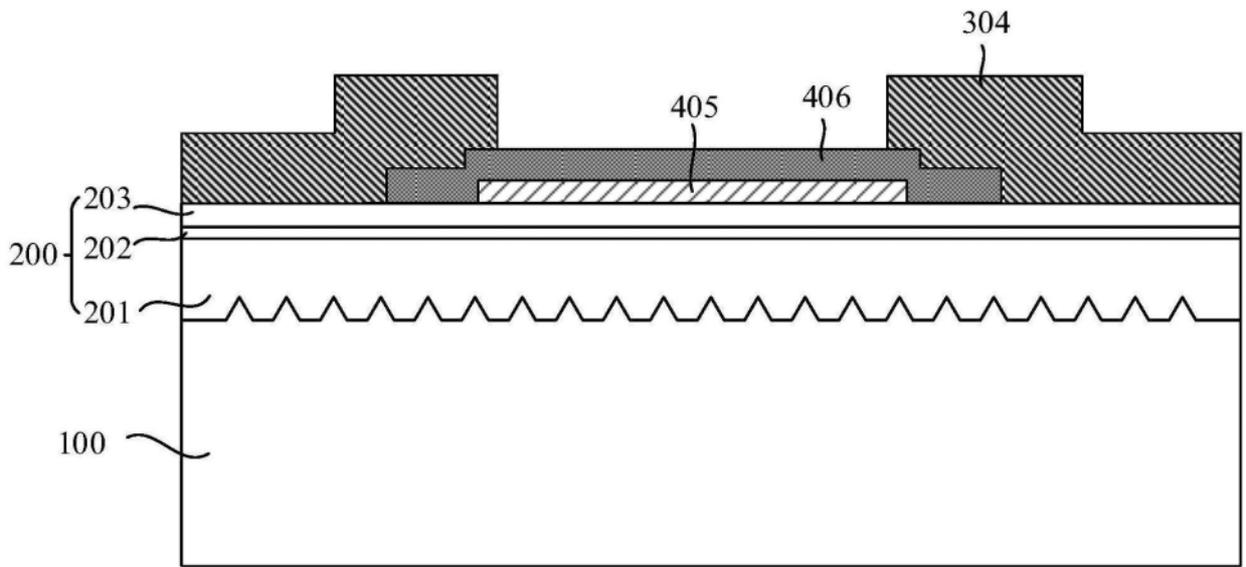


图33

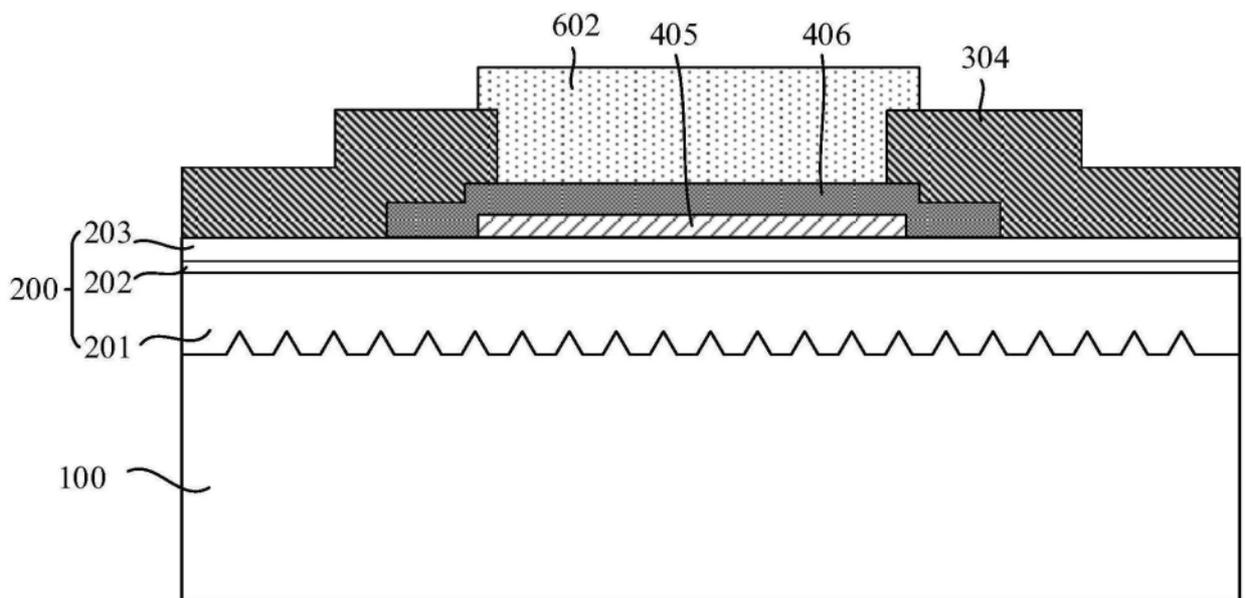


图34

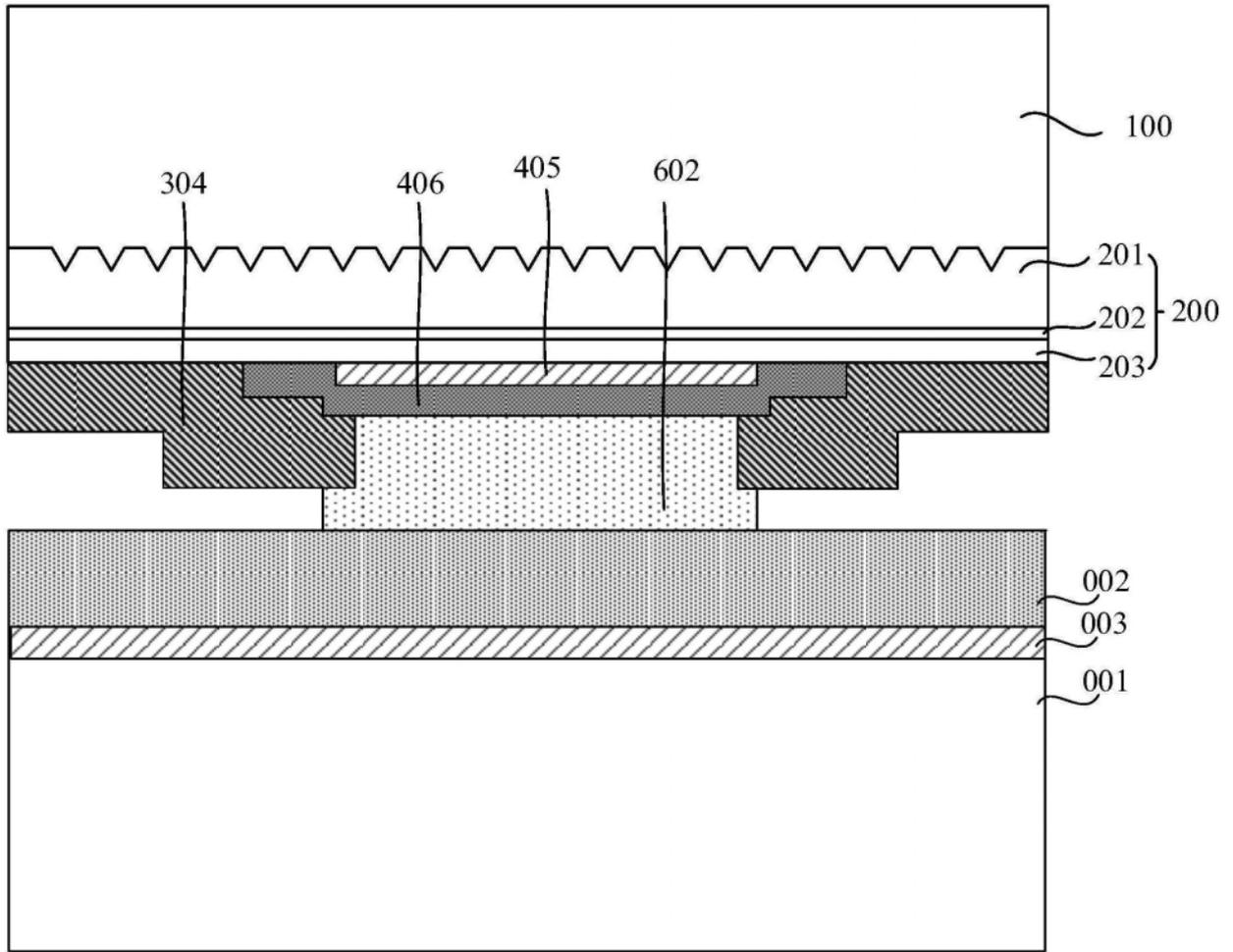


图35

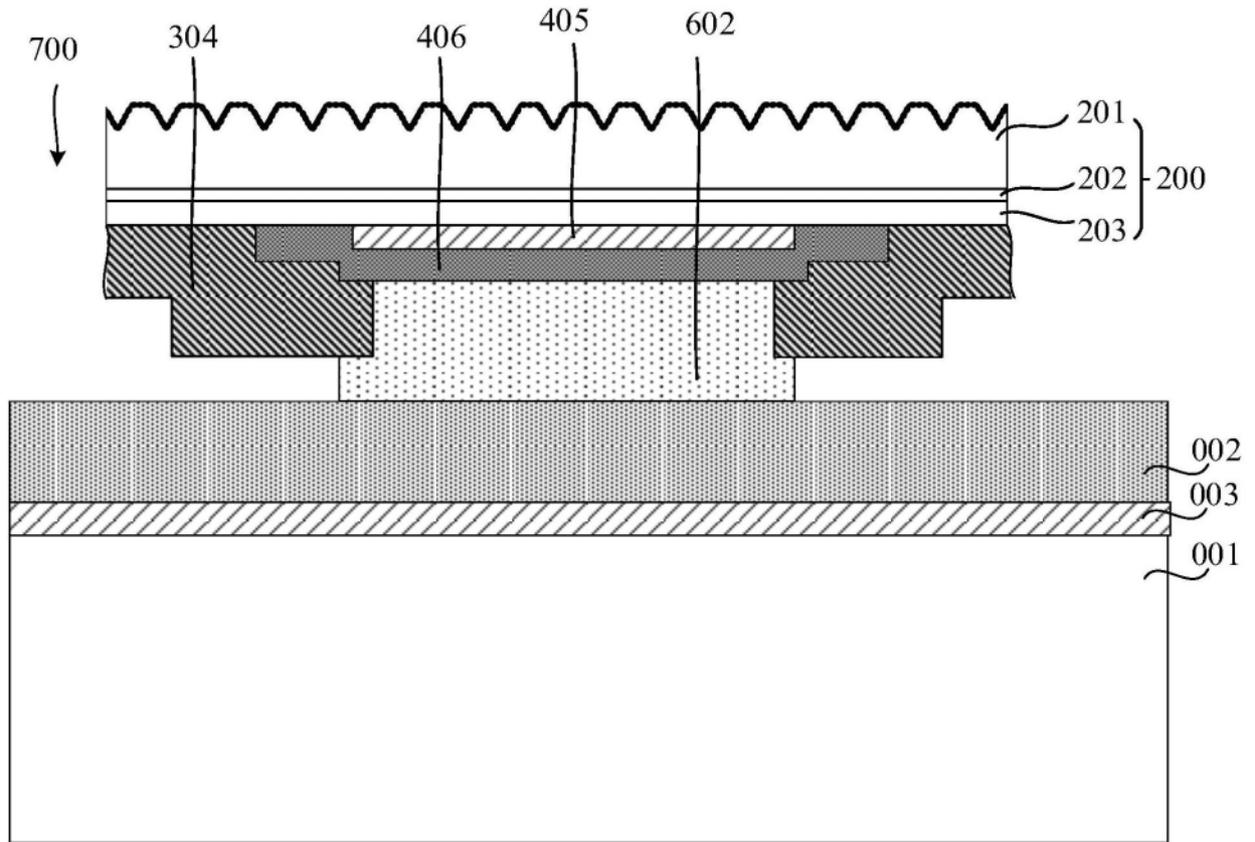


图36

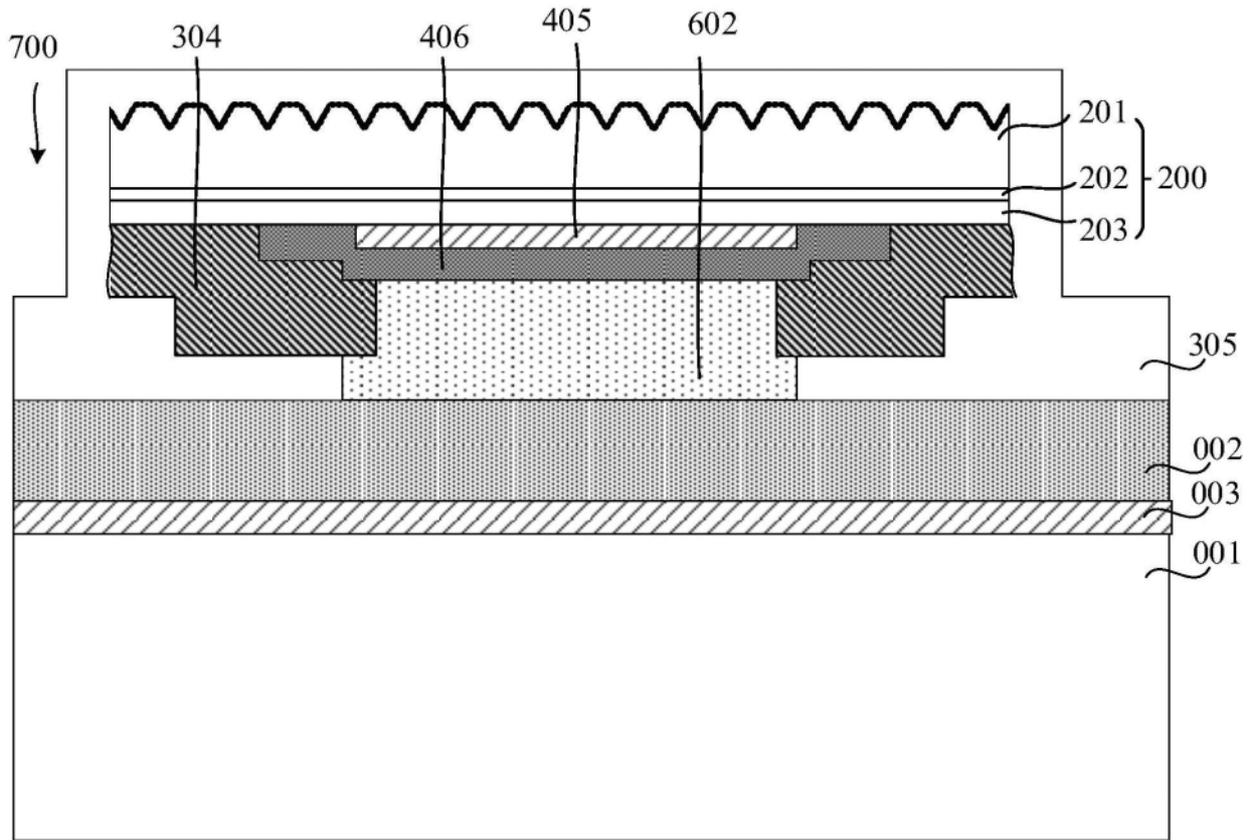


图37

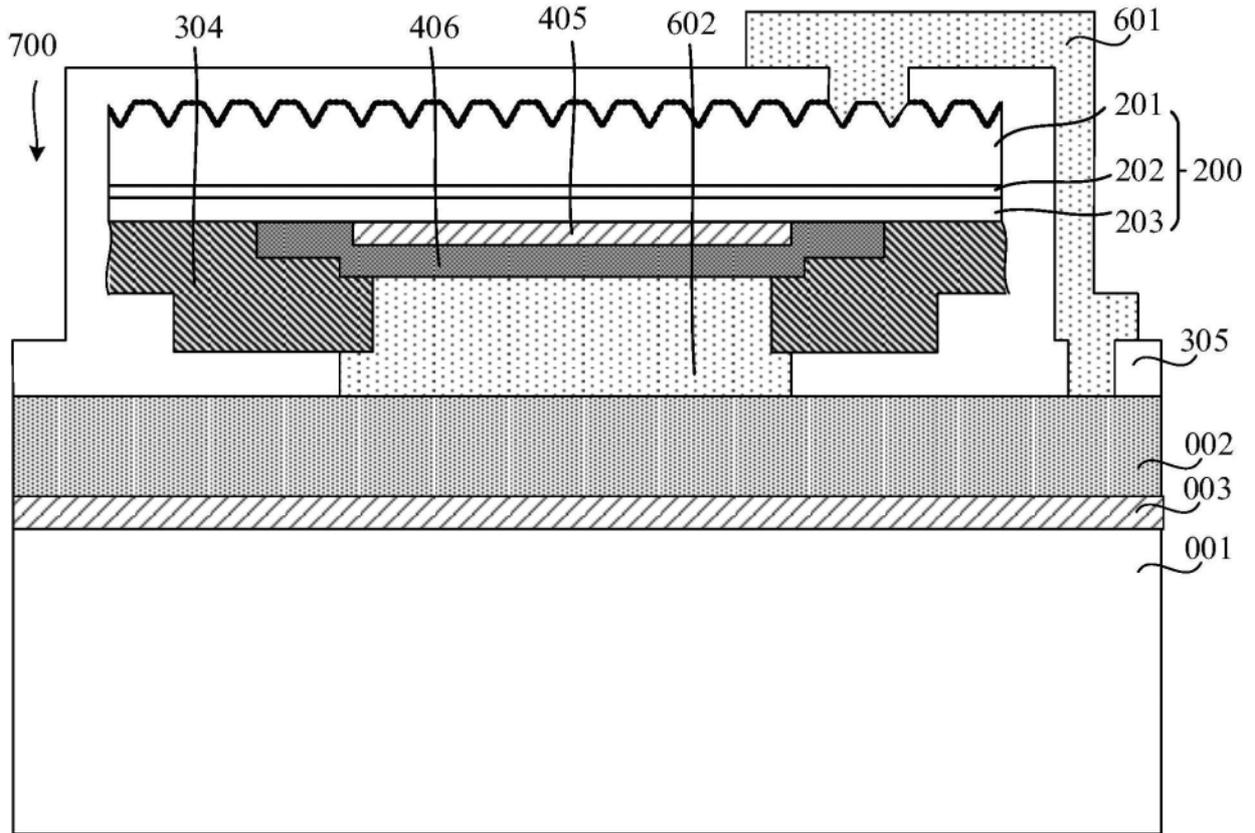


图38

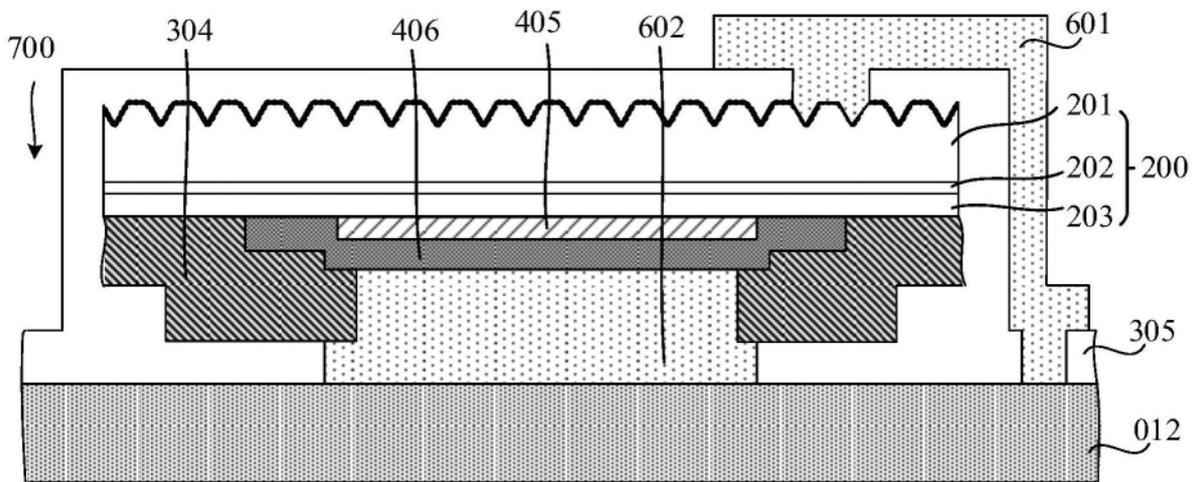


图39