



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117147441 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 12

(21) 申请号 202310883067.3

(22) 申请日 2023.07.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117147441 A

(43) 申请公布日 2023.12.01

(73) 专利权人 镭友芯科技(苏州)有限公司

地址 215347 江苏省苏州市昆山市玉山镇
祖冲之南路1699号综合楼北楼1107-
1110室

(72) 发明人 请求不公布姓名

(74) 专利代理机构 北京思创大成知识产权代理

有限公司 11614

专利代理师 高爽

(51) Int. Cl.

G01N 21/01 (2006.01)

G01N 21/39 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103373698 A, 2013.10.30

CN 106290249 A, 2017.01.04

CN 217786892 U, 2022.11.11

CN 220471694 U, 2024.02.09

JP 2009238985 A, 2009.10.15

US 2012318041 A1, 2012.12.20

CN 110927094 A, 2020.03.27

CN 1145115 A, 1997.03.12

CN 114695635 A, 2022.07.01

CN 110749563 A, 2020.02.04

CN 107667410 A, 2018.02.06

CN 109564927 A, 2019.04.02

CN 110793924 A, 2020.02.14

CN 113994199 A, 2022.01.28

JP 2005337879 A, 2005.12.08

JP 2018136154 A, 2018.08.30

JP 2019110164 A, 2019.07.04

JP 2019174354 A, 2019.10.10

US 2005046851 A1, 2005.03.03

US 2007243107 A1, 2007.10.18

US 2014070101 A1, 2014.03.13

US 6469785 B1, 2002.10.22

CN 116885040 A, 2023.10.13

Lee YC 等.A CMOS-MEMS FLUORESCENCE
QUENCHING GAS SENSOR ENCAPSULATED WITH
SILICON-BASED LED REFLECTOR.2021 21ST
INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLID-STATE
SENSORS, ACTUATORS AND MICROSYSTEMS
(TRANSDUCERS).2021,全文. (续)

审查员 瑚敏君

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

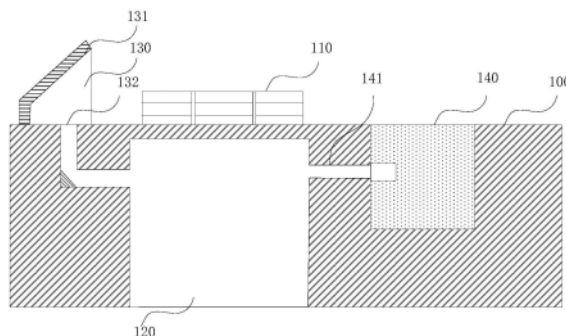
(54) 发明名称

一种气体探测器及制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种气体探测器及其制备方法,包括:半导体衬底,位于所述半导体衬底表面的像素单元;位于半导体衬底内的气室空腔,其对应像素单元中每一个像素单元在半导体衬底内的投影位置;位于半导体衬底内的嵌入式激光器,其侧边的半导体衬底内具有通向气室空腔的波导光路,用于光的传输,本发明通过利用半导体工艺,将光源、光路,气室、探测器集成在同一半导体结构内,提供了工艺的兼容性,和器件的

精确度。



CN 117147441 B

[接上页]

(56) 对比文件

陈越. 基于TDLAS技术的小型化乙炔气体检测系统的研制. 中国优秀硕士学位论文全文数据库 (工程技术I辑). 2019, 全文.

姚小春 等. 钛合金激光表面氮化层成形特征及分析. 稀有金属材料与工程. 2019, (第12期), 全文.

1. 一种气体探测器的制备方法,其特征在于,包括:
 - 提供第一半导体基板,所述第一半导体基板包括半导体衬底和像素单元;
 - 提供第一载片,在第一半导体基板的像素单元表面形成键合介质材料,将第一半导体基板的像素单元表面贴合第一载片,使其键合在第一载片上,减薄所述半导体衬底;
 - 在所述半导体衬底表面形成浅沟槽以及与浅沟槽连接的通孔,其中,浅沟槽形成在半导体衬底被减薄的一面的像素单元的对应位置,所述浅沟槽垂直半导体衬底表面的投影范围包围所述像素单元的投影范围;所述通孔位于浅沟槽边缘与所述浅沟槽连通,贯穿所述半导体衬底,暴露键合介质层;
 - 在所述半导体衬底的背离像素单元的表面键合第二载片;
 - 在所述第二载片内形成暴露所述浅沟槽的开口;
 - 去除所述第一载片;
 - 在所述第一半导体基板的半导体衬底和第二载片内形成深沟槽,所述深沟槽与所述浅沟槽连通;
 - 在所述深沟槽内嵌入激光器。
2. 根据权利要求1所述的气体探测器的制备方法,其特征在于,还包括步骤:在半导体衬底表面的像素单元一侧形成位于半导体衬底表面的反光部件,其具有朝向像素单元的反射层,其底部半导体衬底内具有通向气室空腔的波导光路,用于光的传输。
3. 根据权利要求1所述的气体探测器的制备方法,其特征在于,所述第二载片包括第二半导体基板,和位于第二半导体基板表面的反射结构,所述反射结构的高度小于所述浅沟槽的深度。
4. 根据权利要求3所述的气体探测器的制备方法,其特征在于,在所述半导体衬底的表面键合第二载片步骤中,所述反射结构位于所述浅沟槽和所述通孔的交界处。
5. 根据权利要求4所述的气体探测器的制备方法,其特征在于,所述反射结构的反射层和第二半导体基板表面呈 45° 角。
6. 一种利用权利要求1所述的气体探测器的制备方法形成的气体探测器,其特征在于,包括:
 - 半导体衬底;
 - 位于所述半导体衬底表面的像素单元;
 - 位于半导体衬底的背离像素单元的一侧的第二载片;
 - 位于半导体衬底内的浅沟槽,位于第二载片内的与浅沟槽连通的深沟槽,所述浅沟槽和深沟槽构成连通的气室空腔,其对应像素单元在半导体衬底内的投影位置;
 - 位于半导体衬底及第二载片内的嵌入式激光器,其侧边的半导体衬底内具有通向气室空腔的波导光路,用于光的传输。
7. 根据权利要求6所述的气体探测器,其特征在于,还包括位于半导体衬底表面的反光部件,其具有朝向像素单元的反射层,其底部半导体衬底内具有通向气室空腔的波导光路,用于光的传输。
8. 根据权利要求7所述的气体探测器,其特征在于,所述第二载片包括第二半导体基板,和位于第二半导体基板表面的反射结构,所述反射结构的高度小于所述浅沟槽的深度。
9. 根据权利要求8所述的气体探测器,其特征在于,所述反射结构位于所述浅沟槽和所

述通孔的交界处。

10. 根据权利要求9所述的气体探测器, 其特征在于, 所述反射结构的反射层和第二半导体基板表面呈 45° 角。

一种气体探测器及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光电技术领域,特别涉及一种气体探测器及其制备方法。

背景技术

[0002] 气体传感器是实时、原位获取气体信息的最有效途径之一,在环境保护、安防报警、流程工业等领域发挥着不可替代的重要作用。基于可调谐半导体激光吸收光谱技术(TDLAS)的甲烷气体传感器是基于不同气体分子的近红外光谱选择吸收特性,利用气体浓度与吸收强度关系(朗伯-比尔定律)鉴别气体组成部分并确定其浓度的气体传感装置。当前可调谐半导体激光吸收光谱技术(TDLAS)的甲烷传感器红外气体传感器通常由光源、光路,气室、探测器等分立元件构成;同时,根据测量原理,传感器的灵敏度、检测限和量程范围等指标均依赖于气室的尺寸。因此,集成度低、测量精度差等成为制约红外气体传感器应用的主要问题。

发明内容

[0003] 为了解决上述器件性能的问题,本发明提出了一种气体探测器及其制备方法,提供第一半导体基板,所述第一半导体基板包括半导体衬底和像素单元;

[0004] 提供第一载片,将第一半导体基板键合在第一载片上,减薄所述半导体衬底;

[0005] 在所述半导体衬底表面形成浅沟槽以及与浅沟槽连接的通孔;

[0006] 在所述半导体衬底的表面键合第二载片;

[0007] 在所述第二载片内形成暴露所述浅沟槽的开口;

[0008] 去除所述第一载片;

[0009] 在所述第一半导体基板的半导体衬底和第二载片内形成深沟槽,所述深沟槽与所述浅沟槽连通;

[0010] 在所述深沟槽内嵌入激光器。

[0011] 本发明还提供了一种气体探测器,包括:

[0012] 半导体衬底,

[0013] 位于所述半导体衬底表面的像素单元;

[0014] 位于半导体衬底内的气室空腔,其对应像素单元在半导体衬底内的投影位置;

[0015] 位于半导体衬底内的嵌入式激光器,其侧边的半导体衬底内具有通向气室空腔的波导光路,用于光的传输。

[0016] 本方案通过利用半导体工艺,将光源、光路,气室、探测器集成在同一半导体结构内,提供了工艺的兼容性,和器件的精确度。

附图说明

[0017] 图1为本发明气体探测器的结构示意图;

[0018] 图2~图7为本发明气体探测器的制备方法一实施例的示意图。

具体实施方式

[0019] 现在将参考附图描述本发明,其中,相同的参考标号始终用于表示相同的元件,并且其中所示结构不必按比例绘制。应当理解,该详细描述和相应的附图不以任何方式限制本发明的范围,并且详细描述和附图仅提供一些实例来说明本发明构思可以表现出来的一些方式。

[0020] 本发明提供了许多用于实现本发明的不同特征的不同实施例或实例。下面描述了组件和布置的具体实例以简化本发明。当然,这些仅仅是实例,而不旨在限制本发明。例如,在以下描述中,在第二部件上方或者第二部件上层形成第一部件可以包括第一部件和第二部件以直接接触的方式形成的实施例,并且也可以包括在第一部件和第二部件之间可以形成额外的部件,从而使得第一部件和第二部件可以不直接接触的实施例。此外,本发明可在各个实例中重复参考标号和/或字符。该重复是为了简单和清楚的目的,并且其本身不指示所讨论的各个实施例和/或配置之间的关系。

[0021] 而且,为了便于描述,在此可以使用诸如“在…下方”、“在…下面”、“下部”、“之上”、“上部”等空间相对术语以描述如图所示的一个元件或部件与另一个(或另一些)元件或部件的关系。除了图中所示的方位外,空间相对术语旨在包括器件在使用或操作中的不同方位。装置可以以其他方式定向(旋转90度或在其他方位上),并且在此使用的空间相对描述符可以同样地作出相应的解释。

[0022] 本发明实施例提供了一种气体探测器,参考图1,包括:

[0023] 半导体衬底100,

[0024] 位于所述半导体衬底100表面的像素单元110;

[0025] 位于半导体衬底100内的气室空腔120,其对应像素单元110在半导体衬底100内的投影位置;

[0026] 位于半导体衬底100内的嵌入式激光器140,其侧边的半导体衬底100内具有通向气室空腔120的波导光路141,用于光的传输。

[0027] 其中,还包括位于半导体衬底100表面的反光部件130,其具有朝向像素单元的反射层131,其底部半导体衬底100内具有通向气室空腔的波导光路132,用于光的传输。

[0028] 相应的本发明还提供了上述气体探测器的制备方法,本申请的制备方法包括:

[0029] 提供第一半导体基板300,所述第一半导体基板包括半导体衬底310和像素单元320。

[0030] 具体的,参考图2在本实施例中,所述基板包括半导体衬底310和像素单元320,所述半导体衬底的材料可以为Si、Ge、SiGe、SiC、SiGeC等半导体材料。像素单元320在基板上呈阵列分布,每个像素单元可以包括读出电路(ROIC)阵列330和信号处理电路阵列(未图示),以及与读出电路和信号处理电路导电互连的光电转化层340,读出电路阵列负责为后续形成的像素单元提供稳定可靠的电压偏置,将输入电流积分转化为电压信号,并经过放大和缓冲转化为合适的输出电压供后续模块使用,光电转化层将光信号转化为电信号,信号处理电路再将电信号进行处理成像。

[0031] 接着,提供第一载片,将第一半导体基板键合在第一载片上,减薄所述半导体衬底。

[0032] 具体的,参考图3,本实施例中,第一载片400为硅晶圆裸片,在第一半导体基板300

的像素单元表面形成键合介质材料410,例如键合介质材料可以为二氧化硅、氮化硅或光刻胶材料,同样也可以在第一载片400的表面形成键合介质材料。所述键合介质材料410覆盖所述第一半导体基板300表面的像素单元320和半导体衬底表面,并且经过化学机械研磨或者其他方法的处理使其表面为平面,然后将第一载片400和第一半导体基板表面的所述键合介质材料410贴合,进行加热,例如加热到键合介质材料熔融状态或其它化学处理,使所述第一载片400和第一半导体基板300键合在一起,具体的键合介质材料和键合方法在本实施例中采用键合材料为锗、铝、金、锡、铜其中的任意一种或者其合金,例如,形成的方法可以为物理气相淀积,化学气相淀积、电镀、3D打印等,在本实施例中,先通过沉积、光刻、刻蚀形成刻蚀图形层,然后利用物理气相沉积法,材料选择锡,选用机台真空在 10^{-7} - 10^{-2} Pa条件下,直流功率为50-800W,射频功率200-800W,氩气流量50-350sccm制备,然后去除刻蚀图形层,键合材料层的厚度为50-300um。然后进行热处理,键合温度250-800度,压力0.3mpa-200mpa,时间3-80min,保护气体氮气或者氢气或氮氢混合气,使其键合。在其他实施例中可以采用本领域技术人员所熟知的方法,不再赘述。

[0033] 然后,以第一载片400为依托,对第一半导体基板300的半导体衬底310的另一表面进行减薄,例如可以利用化学机械研磨的方法减薄。例如具体可以采用键合载片后进行机械研磨的方法,研磨压力1-5bar,磨轮颗粒选择,20um-70um,减薄后厚度为50-250um。

[0034] 接着,在所述半导体衬底310表面形成浅沟槽510以及与浅沟槽连接的通孔520。

[0035] 具体的,参考图4,在实施中首先将上述步骤中形成的键合结构进行翻转,半导体衬底310被减薄的一面朝上,然后在减薄的半导体衬底310表面形成刻蚀图形层,例如先形成一层光刻胶层,进行曝光和清洗后,在半导体衬底表面形成一行硬化的第一刻蚀图形层,第一刻蚀图形层在所述像素单元的对应位置形成开口,所述开口暴露半导体衬底表面。接着,利用刻蚀,例如等离子体刻蚀或者其它刻蚀方式,在半导体衬底310表面形成浅沟槽510,浅沟槽510深度可以为半导体衬底深度的 $1/5$ 、 $1/4$ 、 $1/3$ 、 $1/2$,例如,半导体衬底厚度为200um-1000um,浅沟槽深度可以为50um-250um,浅沟槽510的形状为矩形,所述矩形对应垂直半导体衬底表面的投影位于像素单元外围区域,换言之,所述浅沟槽的投影范围包围所述像素单元的投影范围,以确保像素单元位于气室上方。

[0036] 接着,在所述半导体衬底310表面再形成第二刻蚀图形层,形成方法不再赘述,所述第二刻蚀图形层在浅沟槽边缘形成开口,利用等离子体刻蚀,在开口区域形成贯穿所述半导体衬底,暴露键合介质层的通孔520。

[0037] 接着,在半导体衬底310的表面键合第二载片600。

[0038] 具体的,参考图5,本实施例中,第二载片600为硅晶圆裸片,在第二载片表面形成键合介质材料,例如键合介质材料可以为二氧化硅、氮化硅或光刻胶材料,并且经过化学机械研磨(CMP)或者其他方法,例如干法蚀刻、液相蚀刻、离子注入/刻蚀等方法的处理使其表面为平面,然后将第二载片600的键合介质材料贴合在上述步骤中形成的结构的浅沟槽510一面,进行加热或其它化学处理,使所述第二载片600和第一半导体基板300键合在一起,具体的键合介质材料和键合方法在本实施例中采用键合材料为锗、铝、金、锡、铜其中的任意一种或者其合金,例如,形成的方法可以为物理气相淀积,化学气相淀积、电镀、3D打印等,在本实施例中,先通过沉积、光刻、刻蚀形成刻蚀图形层,然后利用物理气相沉积法,材料选择锡,选用机台真空在 10^{-7} - 10^{-2} Pa条件下,直流功率为50-800W,射频功率200-800W,

氩气流量50-350sccm制备,然后去除刻蚀图形层,键合材料层的厚度为50-300um。然后进行热处理,键合温度250-800度,压力0.3mpa-200mpa,时间3-80min,保护气体氮气或者氢气或氮氢混合气,使其键合。在其他实施例中可以采用本领域技术人员所熟知的方法,不再赘述。

[0039] 在本发明的可选实施例中,所述第二载片600包括第二半导体基板605,和位于第二半导体基板605表面的反射结构620,所述反射结构620具有和半导体基板605表面呈特定角度的反射层630,所述反射结构620的高度小于所述浅沟槽的深度。在所述半导体衬底的表面键合第二载片步骤中,所述反射结构位于所述浅沟槽和所述通孔的交界处。反射结构的反射层和半导体基板表面呈45°角,从而保证了光线沿通孔和浅沟槽构成的光传输通路传输的过程中,在拐角处被充分反射,不损失。

[0040] 所述反射结构可以利用3D打印的方式或者化学气相沉积的方式形成,材料为金属,例如为铜、金、铝中的任意一种或者合金。在本实施例中具体的采用在刻蚀形成介质层后,刻蚀过程中先刻蚀一侧侧壁,然后进行遮挡,再刻蚀另一侧侧壁,在刻蚀过程中逐渐调整刻蚀的气体流速及浓度,逐渐减小刻蚀的强度,从而形成由上至下逐渐增大的三角形,再气相淀积金属反射层。

[0041] 接着,在第二载片600内形成暴露所述浅沟槽的开口610。

[0042] 具体的,参考图6,在所述第二载片600表面形成第三刻蚀图形层,形成方法不再赘述,所述第三刻蚀图形层具有开口,所述开口向半导体衬底内的投影区域小于所述浅沟槽区域,换言之所述开口形成在浅沟槽对应的像素单元下方。利用等离子体刻蚀,形成贯穿第二载片的深沟槽610,所述深沟槽610连通所述浅沟槽。

[0043] 清洗去除第三刻蚀图形层,即形成了从第二载片600的深沟槽610到半导体浅沟槽510连通的空腔。

[0044] 接着,去除第一载片400。

[0045] 具体的,可以利用加热软化或者化学清洗的方法进行去除,并且去除键合介质材料,在本实施例中,利用Lift off(剥离法)方式去除,具体工艺参数:去胶液选择TMAH(四甲基氢氧化铵),超声功率是200-600瓦,去胶时间是5-80分钟。然后反转第一半导体基板,使像素单元的一面朝上。

[0046] 接着,在第一半导体基板300的半导体衬底310和第二载片600内形成嵌入深沟槽640,所述嵌入深沟槽640与所述浅沟槽510连通。

[0047] 具体的,参考图7,在所述第一基板300的像素单元320一面形成第四刻蚀图形层,即第四刻蚀图形层覆盖像素单元320,以及像素单元外围的半导体衬底310,并且具有暴露半导体衬底310的开口。

[0048] 然后,利用等离子体刻蚀,在半导体衬底310和第二载片600中形成激光器沟槽,激光器沟槽贯穿所述半导体衬底310,然后清洗去除第四刻蚀图形层。

[0049] 接着,在所述激光器沟槽内嵌入激光器。

[0050] 具体的,继续参考图7,向激光器沟槽640中置入嵌入式激光器650。本实施例还包括继续在半导体衬底310表面的像素单元一侧形成位于半导体衬底100表面的反光部件130,其具有朝向像素单元的反射层131,在本实施例中具体的采用在刻蚀形成介质层后,刻蚀过程中先刻蚀一侧侧壁,然后进行遮挡,再刻蚀另一侧侧壁,在刻蚀过程中逐渐调整刻蚀

的气体流速及浓度,逐渐减小刻蚀的强度,从而形成由上至下逐渐增大的三角形,再气相淀积金属反射层。反光部件底部半导体衬底100内具有通向气室空腔的波导光路132,用于光的传输。

[0051] 本方案通过利用半导体工艺,将光源、光路,气室、探测器集成在同一半导体结构内,提供了工艺的兼容性,和器件的精确度。

[0052] 以上所述仅为本发明的优选实施方式,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其它相关的技术领域,均同理包括在发明的专利保护范围内。

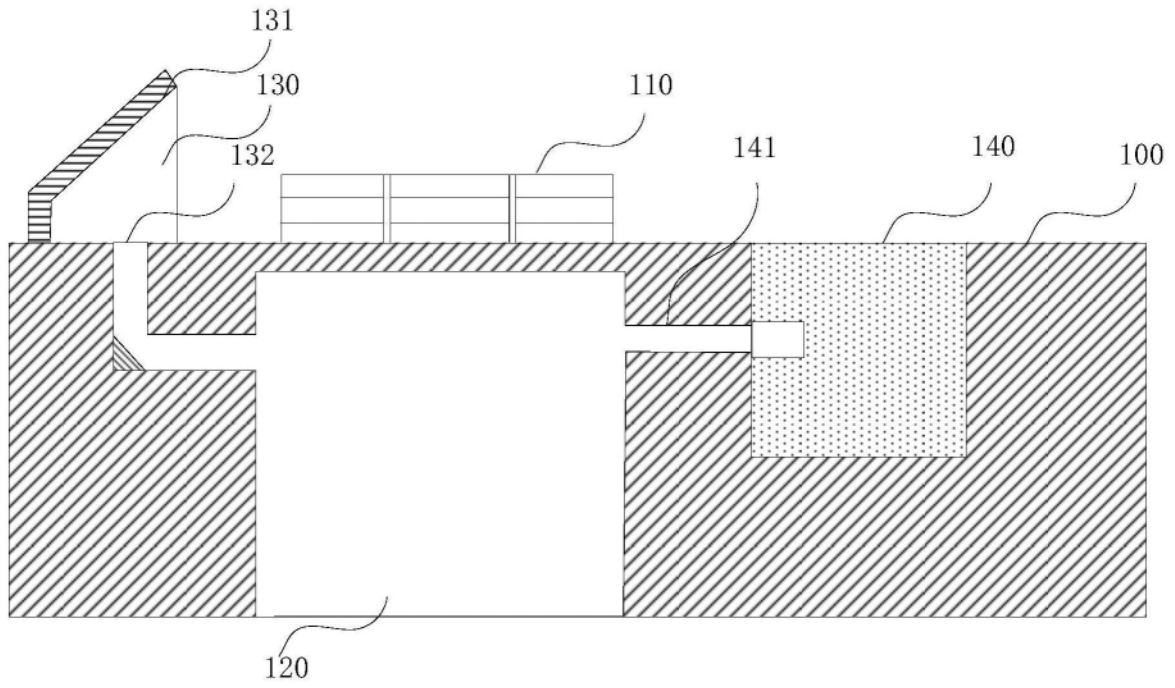


图1

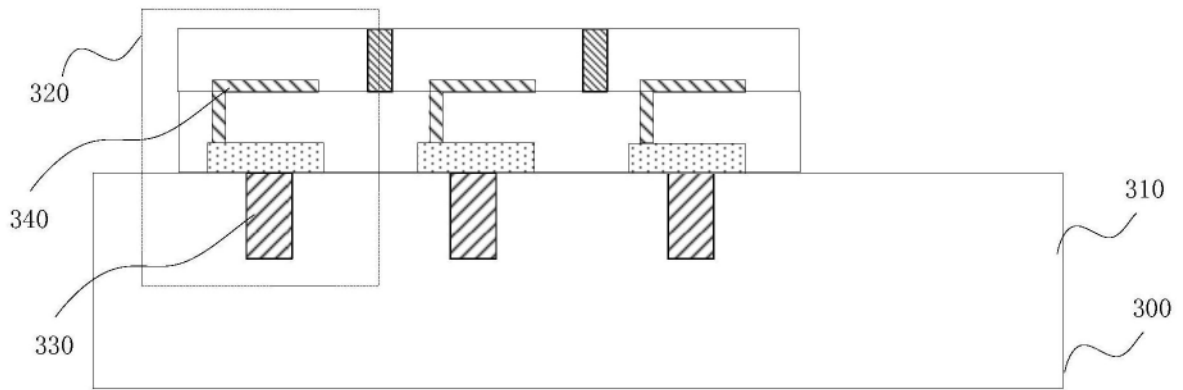


图2

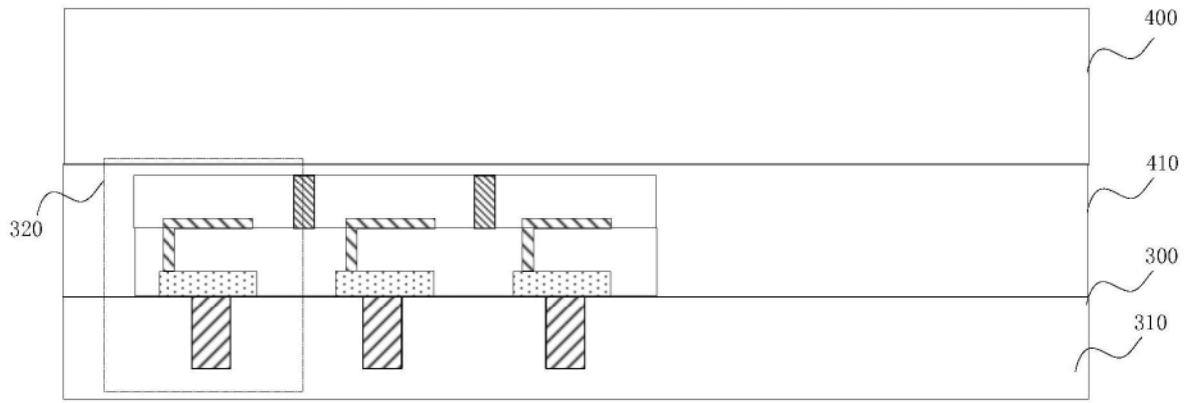


图3

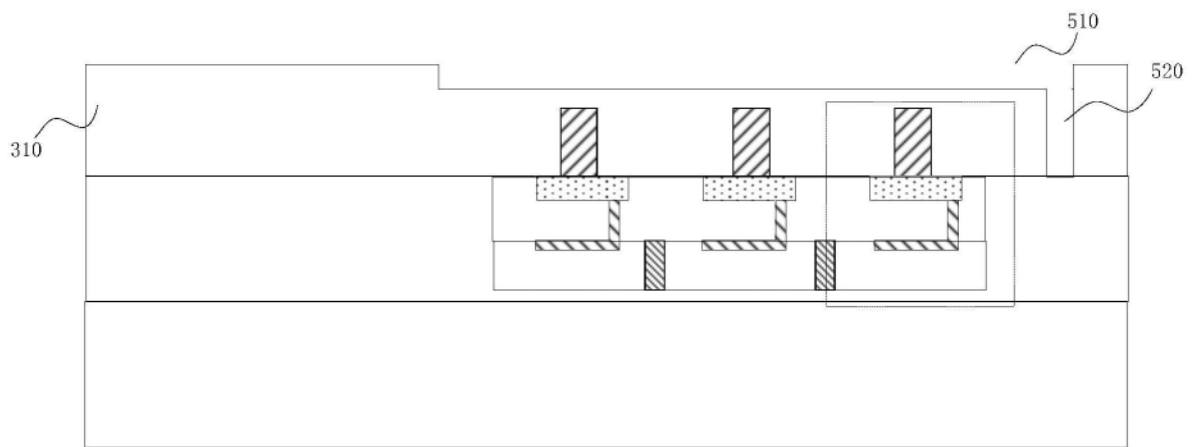


图4

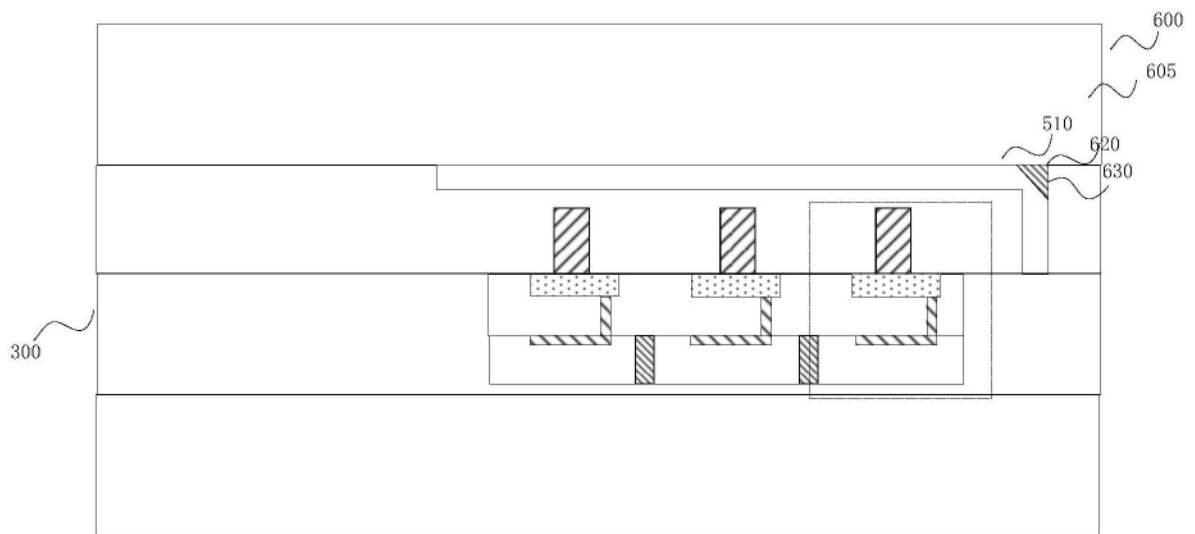


图5

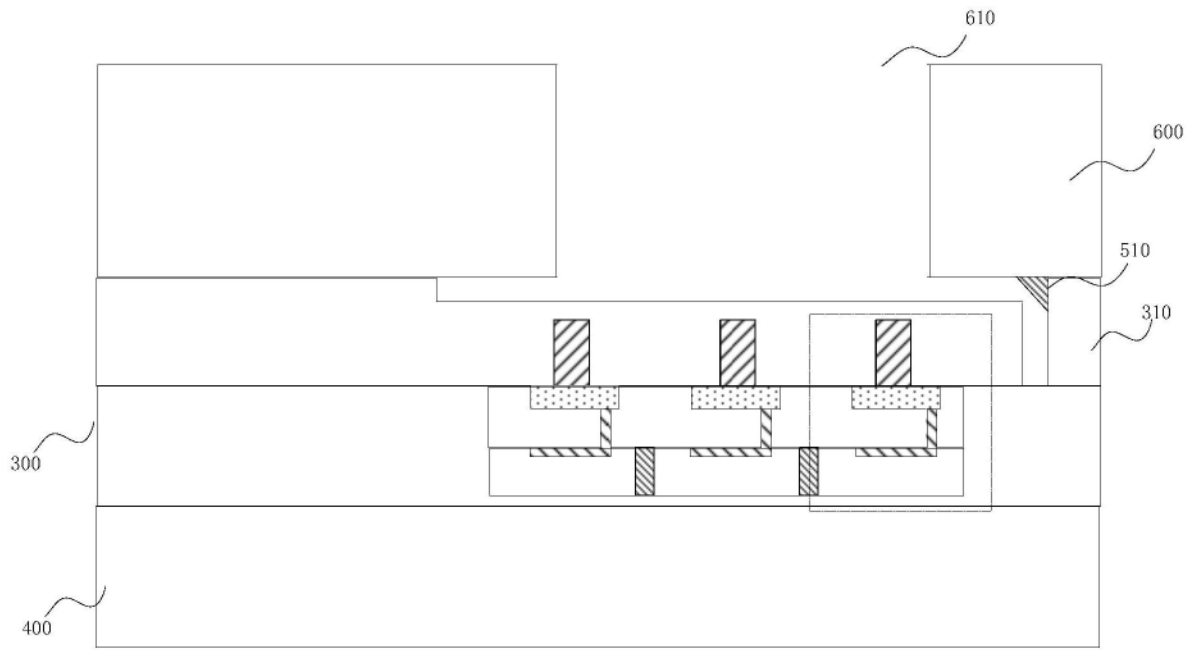


图6

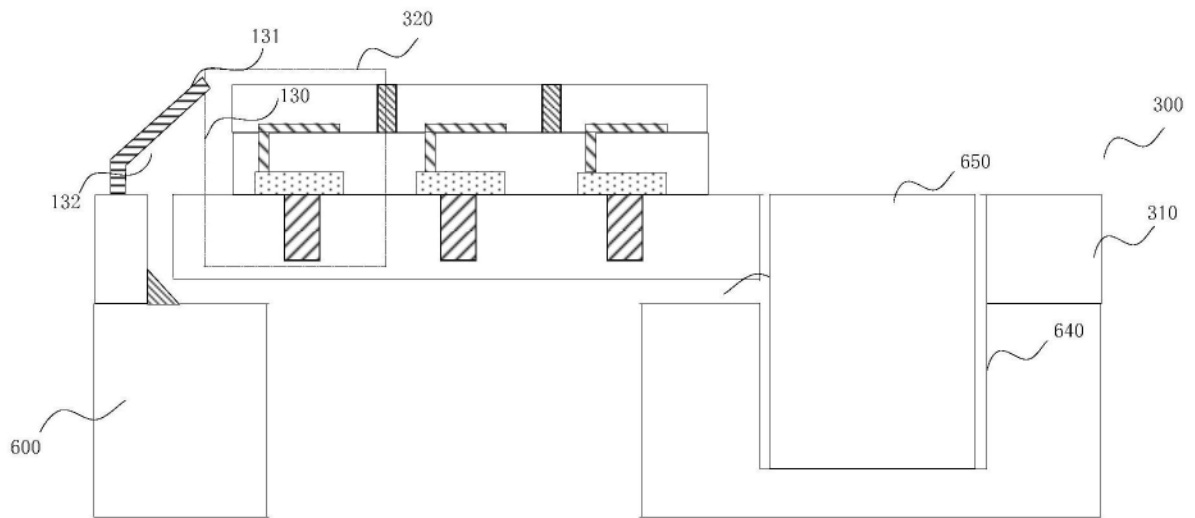


图7