



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104136365 B

(45)授权公告日 2016.09.21

(21)申请号 201380011132.8

S·K·科杜里

(22)申请日 2013.02.27

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104136365 A

代理人 赵蓉民

(43)申请公布日 2014.11.05

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

13/405,513 2012.02.27 US

B81B 7/02(2006.01)

B81C 3/00(2006.01)

H01L 23/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.08.27

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/027989 2013.02.27

CN 101313202 A, 2008.11.26,

CN 101313202 A, 2008.11.26,

CN 101786594 A, 2010.07.28,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/130582 EN 2013.09.06

US 4695719 A, 1987.09.22,

US 2010276716 A1, 2010.11.04,

US 5818094 A, 1998.10.06,

(73)专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司

地址 美国,德克萨斯州

US 2007172991 A1, 2007.07.26,

审查员 裴芳莹

(72)发明人 C·D·曼卡 F·斯特普尼克

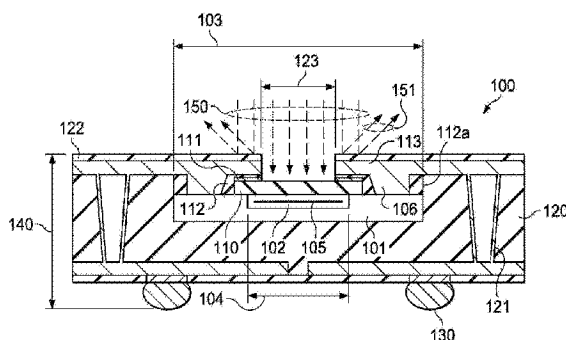
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

用于在集成板中嵌入受控腔MEMS封装的方法

(57)摘要

一种嵌入式微机电系统(MEMS)(100),其包括嵌入在绝缘板(120)中的半导体芯片(101),该芯片具有包含辐射传感器MEMS(105)的腔(102),该腔在芯片表面处的开口(104)被对于由MEMS感测的辐射(150)是透射性的板(110)所覆盖。远离腔的板表面具有裸露的中心区域和外围区域,其中裸露的中心区域被暴露于由腔中的MEMS所感测的辐射,并且外围区域由接触板表面的金属膜(111)和堆叠于该金属膜上的粘合剂层(112)覆盖。



1. 一种用于制造微机电系统即MEMS的方法,其包括:

提供具有腔的半导体芯片,所述腔包含辐射传感器MEMS,所述腔在芯片表面处的开口由板覆盖,所述板对由所述MEMS感测的辐射是透射性的;以及

跨远离所述腔的板表面放置图案化的金属膜,其中所述图案化的金属膜包含所述盖板上的厚度约为 $0.15\mu\text{m}$ 的钛-钨层以及所述钛-钨层上的厚度约为 $0.20\mu\text{m}$ 的铜层。

2. 一种用于制造嵌入式微机电系统装置即MEMS装置的方法,其包括:

提供芯片,所述芯片在由板覆盖的腔中具有辐射感测MEMS元件,所述板在远离所述腔的板表面上具有图案化的金属膜;

将带有所述金属膜的芯片表面附接到由粘合剂层覆盖的图案化的导电箔上;

将未附接的芯片体嵌入绝缘板中;以及

从所述盖板循序地移除所述导电箔、接着是所述粘合剂层且随后是所述金属膜的部分,由此使所述板暴露于由所述腔中的所述MEMS元件感测的辐射。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中移除所述导电箔的部分包括化学蚀刻技术。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中移除所述粘合剂层的部分包括激光技术。

5. 根据权利要求2所述的方法,其中移除所述金属膜的部分包括另一化学蚀刻技术。

6. 根据权利要求2所述的方法,其中所述芯片表面进一步包含连接到所述MEMS装置的芯片端子。

7. 根据权利要求2所述的方法,其进一步包括将所述芯片端子连接到所述图案化的导电箔。

8. 根据权利要求2所述的方法,其中所述盖板由厚度约为 $15\mu\text{m}$ 的固化光致抗蚀剂材料制成。

9. 根据权利要求2所述的方法,其中保护性金属膜包含所述盖板上的厚度约为 $0.15\mu\text{m}$ 的钛-钨层以及所述钛-钨层上的厚度约为 $0.20\mu\text{m}$ 的铜层。

用于在集成板中嵌入受控腔MEMS封装的方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及半导体装置和工艺的领域,且更具体地,涉及具有用于暴露于外界环境的传感器芯片的角落的嵌入式微机电装置(MEMS)封装的结构和制造方法。

背景技术

[0002] 统称为微机电系统(MEMS)装置的广泛的产品是微米到毫米级上的小型、轻重量的装置,其可具有机械移动的零件以及经常可移动的电源和控制装置,或者其可具有对热、声或光能敏感的零件。MEMS装置已经被开发来感测机械、热、化学、辐射、磁性和生物的量 and 输入,且产生信号作为输出。由于移动和敏感的零件,MEMS装置需要物理和大气保护。因此,MEMS装置被放置于衬底上且必须由外壳或封装包围,该外壳或封装必须保护MEMS组件不受外界环境和电干扰以及应力影响。

[0003] 微机电系统(MEMS)装置在共同衬底上集成了机械元件、传感器、致动器和电子器件。MEMS装置的制造方法旨在使用类似于用于微电子装置的批量制造技术。MEMS装置因此可得益于大量生产和最小化的材料消耗以降低制造成本,同时尝试开发良好受控的集成电路技术。

[0004] MEMS装置的示例包含机械传感器,既有包含麦克风薄膜的压力传感器,也有诸如与芯片的集成电子电路耦合的加速度计等惯性传感器。在半导体芯片上的电子集成电路(IC)的工艺流程中,该装置的机械移动零件与传感器和致动器制造在一起。机械移动零件可通过在IC制造期间在某个步骤的底切蚀刻来生产;在MEMS传感器生产中被采用来产生可移动元件和用于其移动的腔的具体成批微加工工艺的示例是各向异性湿式蚀刻和深反应性离子蚀刻。

[0005] 另一示例是在边长大约为2mm乘2mm的硅芯片中制作的8引脚数字红外(IR)温度传感器,其包含悬置于腔中的传感器薄膜上的铋/锑或康铜/铜对的热电堆(多个热元件),该腔通过穿过薄膜中的孔栅格(孔直径约18 μ m,中心到中心的孔间距约36 μ m)的各向异性硅湿式蚀刻而产生。该腔由覆盖薄膜以保护传感器的层压盖板(约14 μ m厚)封闭,且IR辐射通过腔的后部硅块到达热电偶尖端。热电偶尖端上的所得热点在尖端与处于外界环境温度下相对的热电偶末端之间产生温度差,该温度差进而产生电压差以作为无接触温度测量值而被监视。对于8引脚,芯片可具有包围盖板保护的腔的8个焊料凸块或8个压力接触,且因此通常称为晶片-芯片级封装(WCSP);在具有压力(或可焊接)接触的修改方案中,该封装属于四方扁平无引线(QFN)系列。

[0006] 在微型化、集成化和成本降低的技术趋势之后,近来已开发可嵌入并互连芯片和封装以便减少板空间、厚度和占据面积同时增加功率管理、电性能和应用领域的衬底和板。示例包含集成板向汽车市场、无线产品和工业应用中的渗透。

[0007] 作为示例,集成板已成功应用于嵌入晶片级封装、无源器件、功率芯片、堆叠和接合芯片、无线模块、功率模块、一般有源和无源装置,以用于需要微型化的x/y区域和z维度上的缩减厚度的应用。

发明内容

[0008] 如果诸如传感器的MEMS装置可安全地且具成本效益地被嵌入到作为可包含额外的一个或多个单个或堆叠芯片的较大的集成系统的一部分的微型化板中,那么工业、汽车和消费者应用的广阔领域将敞开。为了MEMS装置在集成板的浸没位置中操作,集成将需要允许待监视物理实体到MEMS装置的无阻碍通道;集成板必须留有用于光、声音、气体、湿气等等穿过的窗。在温度传感器的示例中,IR辐射将需要到位于腔中的IR传感器的无阻碍的通道;这意味着腔必须具有对外界环境的受控开口。在生产工艺流程中存在大量晶片制造和芯片组装步骤以生产嵌入式MEMS装置,且因此可能存在通过步骤序列保护传感器的问题。

[0009] 本发明提供一种用于通过制造流程保护MEMS元件且仅在多步骤流程结束时打开腔以获得到外界环境的通道的方法。在所揭示方法中,跨MEMS腔盖板放置的两层的堆叠、板上的图案化的金属膜上的粘合剂层用来保护腔中的MEMS元件通过工艺流程的所有后期的激光和蚀刻步骤。在硅晶片前端工艺流程中,跨腔盖板来放置保护性金属膜,而芯片尚未从晶片分割,且在将芯片浸没到集成板中的初始步骤中,粘合剂层被附接到金属膜。

[0010] 一个示例实施例提供一种用于通过跨远离芯片中的腔的板表面放置图案化的金属膜来制造MEMS装置的方法,其中腔包含辐射传感器MEMS元件且腔在芯片表面处的开口由板覆盖,该板对由MEMS元件感测的辐射是透射性的。另一实施例提供一种用于通过如下方式来制造嵌入式MEMS元件的方法:将远离腔的板表面上的金属膜和芯片表面附接到由粘合剂层覆盖的图案化的导电箔上;随后将未附接的芯片体嵌入绝缘板中;以及循序地从盖板移除导电箔、接着是粘合剂层且随后金属膜的部分,由此将板暴露于由腔中的MEMS元件感测的辐射。

[0011] 另一实施例提供一种MEMS装置,其具有嵌入在绝缘板中的半导体芯片。芯片具有包含辐射传感器MEMS的腔;腔在芯片表面处的开口由板覆盖,该板对由MEMS感测的辐射是透射性的。远离腔的板表面具有裸露的中心区域,以被暴露于由腔中的MEMS元件所感测的辐射,以及由接触板表面的金属膜和堆叠于金属膜上的粘合剂层覆盖的外围区域。由MEMS元件感测的辐射可为电磁辐射,例如可见或红外光,或其可以是诸如声音的声辐射或诸如气体的化学辐射。

[0012] 另一实施例包含嵌入在绝缘板中的两个半导体芯片的垂直堆叠,其中一个芯片是具有板覆盖的开口的腔中的辐射感测MEMS元件,且另一芯片含有微处理器或存储器。

[0013] 又一实施例包含两个MEMS装置的组合。一个MEMS装置是具有包含辐射传感器的板覆盖的腔的板嵌入式芯片,另一MEMS装置包含嵌入于或附接到集成板的辐射发射器,或响应于不同元件的另一传感器。

附图说明

[0014] 图1示出根据本发明的嵌入在绝缘板中的示例辐射感测微机电系统(MEMS)。

[0015] 图2到图8说明通过产生具有包含MEMS元件的腔的芯片且将芯片嵌入互连板中的制造流程来保护MEMS装置的制造方法的某些步骤。

[0016] 图2描绘制备有由板覆盖的多个腔的半导体晶片的一部分。

- [0017] 图3示出跨板表面放置图案化的金属膜并分割芯片的步骤。
- [0018] 图4说明将芯片插入到导电箔上的粘合剂层中的步骤。
- [0019] 图5描绘形成在芯片周围且附接到导电箔的绝缘嵌入式矩阵的步骤。
- [0020] 图6示出使用激光来暴露芯片端子且通过绝缘嵌入产生多个通孔的步骤。
- [0021] 图7说明以下步骤:在通孔中和跨绝缘板电镀金属;蚀刻电镀金属以暴露腔板的中心区域上的粘合剂层;以及在两个板侧面上沉积焊料掩模。
- [0022] 图8描绘以下步骤:移除中心板区域中的暴露的粘合剂层(通过激光)和金属膜(通过蚀刻),从而使覆盖板不阻挡由腔中的MEMS元件感测的辐射。
- [0023] 图9示出本发明的另一实施例,嵌入在绝缘板中的两个半导体芯片的垂直堆叠,其中一个芯片是具有板覆盖的开口的腔中的辐射感测MEMS元件,且另一芯片含有微处理器或存储器。
- [0024] 图10描绘本发明的另一实施例,两个MEMS装置的组合;其中一个MEMS装置是具有包含辐射传感器的板覆盖的腔的板嵌入式芯片,另一MEMS装置可为嵌入于或附接到集成板的辐射发射器,或可为响应于不同元件的另一传感器。

具体实施方式

- [0025] 图1说明总体被标示为100的装置形式的示例实施例。该装置包含具有若干端子106的半导体芯片101,芯片101被嵌入在绝缘板120中。芯片101包含具有微机电系统(MEMS)元件105的腔102。适合作为红外感测MEMS元件的示例芯片可以是边长103约为2mm的正方形。板120具有多个焊料凸块130,其经附接以用于将装置100互连到外部零件。作为示例,板120连同焊料凸块130一起的高度140可为近似1mm。
- [0026] 芯片101具有腔102,其具有面向芯片101的表面和装置100的顶侧的开口104。在图1的示例实施例中,内部腔102是MEMS元件105,优选为辐射传感器。示例传感器可选自响应于诸如可见或红外光的电磁辐射、诸如声音的声辐射以及诸如气体的化学辐射的群组。图1中的传感器的优选示例是数字红外(IR)温度传感器,其包含传感器薄膜105上的铋/锑或康铜/铜对的热电堆(多个热元件)。薄膜悬置于腔102中,腔通过穿过薄膜中的孔栅格(孔直径约18 μm ,中心到中心的孔间距约36 μm)的各向异性硅湿式蚀刻而产生。
- [0027] 如图1所示,腔102的开口由覆盖薄膜的层压盖板110(厚度约为15 μm)封闭,以保护传感器;该板对由MEMS元件感测的辐射是透射性的。在图1的示例中,板110的中心区域是裸露的,使得IR辐射150可通过该板到达热电偶尖端。对于此示例,板的优选材料是固化光致抗蚀剂。由于腔102的开口104和MEMS元件105面向进入的辐射150,因此MEMS元件105的敏感性与其中由MEMS元件通过作为过滤器的块状半导体来接收辐射的布置相比显著得到增强—装置100的工业应用的重要优点。由于进入的辐射,热电偶尖端上的热点在尖端与处于外界环境温度的相对的热电偶末端之间产生温度差;热电偶中的温度差产生电压差以作为无接触温度测量值而被监视。
- [0028] 在图1的实施例中,远离腔102的板表面的外围区域不像中心板区域那样裸露,而是具有堆叠于表面上的多个材料层。接触板110的表面的是金属膜111,其在使用CO₂激光(见下文)的工艺步骤中用作保护层。金属膜111优选包含盖板110上的厚度约为0.15 μm 的钛-钨层以及钛-钨层上的厚度约为0.20 μm 的铜层。替换地,膜111可仅为铜。

[0029] 堆叠在金属膜111上的是固化(聚合)粘合剂材料层112。其优选为基于环氧树脂的绝缘化合物,处于10 μ m与20 μ m之间的优选厚度范围,但可更薄或更厚。层112源自组装工艺步骤(见下文),此时芯片101的具有其端子和金属膜覆盖的板的面浸没在印刷于支撑导电箔上的粘合剂层中;在此阶段,层的粘合剂化合物尚未固化。在芯片端子外围的粘合剂环氧树脂的稍微更厚的区112a也是浸没式组装步骤的剩余物。

[0030] 接触粘合剂层112的是总体被标示为113的导电材料区。优选地,导电材料包括铜。集成到统一导电区中的是优选通过电镀技术沉积的诸如铜的材料,以及来自诸如铜箔的导电箔的材料。已在上文针对通过粘合剂层面向下附接芯片101的工艺步骤提到箔。导电材料113也接触芯片端子106。

[0031] 板120的绝缘化合物可选自复合物的群组,该复合物机械上强健且对温度和湿度的变化不敏感。板材料的示例包含玻璃纤维加强塑料的压制层。与板120一体的是多个导电通孔121,其允许垂直通过板120的电连接。

[0032] 如图1所示,板120的两侧优选具有保护层122;材料的优选选择是焊料掩模,其可用作符号化的基础。由于保护层122的开口可经设计以使得其近似遵循腔开口104的周边,但不比开口104宽,因此层122可用以限制视场。因此,腔102变为受控腔。此特征对于进入的辐射150的精度测量是优势。在图1中,保护层122的开口123被示为与腔开口104同心但明显比腔开口104窄。图1通过折射线151示意性指示层122的反射率。

[0033] 本发明的其它实施例提供用于制造图2和图3中说明的微机电系统(MEMS)装置的方法,以及用于制造图3到图8中说明的嵌入式MEMS装置的方法。

[0034] 图2描绘制备有多个芯片101的半导体晶片201的一部分;每一芯片具有若干端子106。此外,每一芯片具有腔102且在腔内是MEMS元件105;示例MEMS元件是辐射传感器。腔102的开口104由板110覆盖,所述板对由MEMS元件感测的辐射是透射性的。对于红外辐射感测MEMS元件,板110的优选材料是层压固化光致抗蚀剂,且优选厚度在10 μ m与20 μ m之间,更优选为约15 μ m。

[0035] 图3描绘跨远离腔的板表面上沉积和图案化金属膜111的工艺步骤。优选沉积方法是喷镀,且优选金属包含盖板110上的厚度约为0.15 μ m的钛-钨层以及钛-钨层上的厚度约为0.20 μ m的铜层。替换地,膜111可仅为铜。图3还示出背研磨和分割晶片201的步骤;分割的步骤优选通过沿着线301锯切来执行。各个芯片101可放置于带或卷筒中以输送到组装和封装工艺步骤。

[0036] 在图4中说明的接下来的工艺步骤中,跨导电箔401伸展聚合粘合剂层112a。聚合粘合剂尚未经受固化(聚合)循环且因此具有低粘性;层112a优选具有大于25 μ m的厚度。聚合粘合剂的优选材料是B级环氧树脂芯片附接化合物,且导电箔的优选材料是铜。芯片101(其端子106以及腔板110上的金属膜111面向粘合剂层112a)与聚合粘合剂层112a对准。随后将芯片101下降(箭头410)以接触层112a且稍微按压以将其端子106和金属膜111以及板110浸没到粘合剂112a中。如图5所示,通过此组装动作,层112a的厚度从大于25 μ m减小到10 μ m到20 μ m,此处标示为112;聚合粘合剂可在芯片端子106处保持稍微更厚,因为其可比板110更薄。在将芯片101粘合地附接到导电箔401之后,层112的聚合材料被聚合(硬化)。

[0037] 在图5中显示的工艺步骤中,绝缘化合物被放置在芯片101的五个立方体侧周围,这些立方体侧不附接到导电箔401,目的是将未附接的芯片体嵌入在绝缘板120中。合适的

绝缘化合物可选自复合物群组,该复合物机械上强健且对温度和湿度的变化不敏感。绝缘化合物的示例包含玻璃纤维加强塑料的压制层。优选在与箔401相对的板侧上放置另一导电箔501(例如铜箔)。

[0038] 在图6中所示的工艺步骤中,使用蚀刻剂(或激光)来在芯片端子106所处的一些地方以及通孔被打开从带有箔401的一侧到带有箔501的一侧通过板120的其它地方开窗进入导电箔401。随后使用激光来移除端子106上的硬化聚合粘合剂且暴露端子的金属,且进一步钻通板120的块以产生通孔601且暴露到导电箔501的通路。

[0039] 在图7中概述若干工艺步骤。在电镀步骤中,在板120的两侧上沉积金属(优选为铜)。由于此步骤,导电层401和501变得较厚,在芯片端子106与箔401之间建立电气接触,且通孔601变为导电性的。

[0040] 在随后的蚀刻步骤中,从板110的中心区域移除电镀金属以及导电箔。开口的直径被标示为123;在图3的实例中,直径123被示为显著窄于腔102的开口104。应注意,此蚀刻步骤留下板110上的金属膜111上的粘合剂层112。

[0041] 图7还描绘在板120的侧面放置保护层122的步骤。材料的优选选择是焊料掩模,因其可支持装置符号化。焊料掩模的配置使开口123保持在腔102上的盖板110的中心。

[0042] 图8说明接下来的工艺步骤的结果。使用激光(优选为CO₂激光)来移除在盖板110的中心的开口123中暴露的聚合粘合剂层112。激光的进度被金属膜111停止。接着,使用化学蚀刻技术来移除跨盖板110的中心的金属膜111。如提到的,金属膜111可为盖板110上的厚度约为0.15 μ m的钛-钨层,该钛-钨层与其上的厚度约为0.20 μ m的铜层堆叠;替换地,金属膜111可仅为铜。在金属膜111的移除之后,板110的中心区域是裸露的,以使得进入的辐射可通过板到达MEMS传感器。

[0043] 在图8未图示的下一工艺步骤中,可在与芯片101相对的板表面处将焊料凸块附接到金属。图1中表明了结果。替换地,到外部零件的连接可通过压力接触来实现。最终,将嵌入式传感器装置分割为单个单元100。优选通过沿着线801锯穿板来执行分割步骤。单个单元100可放置于带和卷筒中以便装运。

[0044] 图9中说明另一实施例。总体被标示为900的装置包含嵌入在绝缘板920中的两个半导体芯片901和960的垂直堆叠。被标示为901的其中一个芯片是具有板覆盖的开口的腔902中的辐射感测MEMS 905,且被标示为960的另一芯片含有微处理器、存储器或专用电路。芯片901具有包含辐射传感器MEMS 905的腔902;腔在芯片表面处的开口923由焊料掩模922控制且被对由MEMS感测的辐射950是透射性的板910覆盖。远离腔的板表面具有裸露的中心区域,以被暴露于由腔中的MEMS感测的辐射,以及由接触板表面的金属膜911和堆叠于金属膜上的粘合剂层912所覆盖的外围区域。芯片960通过粘合剂层961被附接到互连敷金属962,其可为未填充环氧树脂化合物。装置900的厚度940(包含用于连接到外部零件的焊料凸块930)为约1mm。

[0045] 图10描绘另一实施例,两个MEMS装置的组合。被标示为1001的其中一个MEMS是具有包含辐射传感器的板覆盖的腔的板嵌入式芯片,如图1所述。MEMS元件1001的厚度1040可为约1mm。被标示为1002且优选被封装在芯片级封装中的另一MEMS装置可为适于发出信号的辐射发射器1011,其嵌入在板1020(图10未图示)中或附接到集成板1020(图10中描绘)。或者其可为响应于不同元件的另一传感器。此元件可为不同种类的辐射1012,或其可诸如

与地心引力、湿度、磁场或有机实体或特定分子相关。MEMS元件1002的厚度1041可为1mm或更小。图10的配置允许感测不同元件而不需要屏障材料；其有助于接近度。

[0046] 本发明适用于使用任意类型的半导体芯片、离散或集成电路的产品，且半导体芯片的材料可包括硅、硅锗、砷化镓或在集成电路制造中使用的任何其它半导体或化合物材料。本发明适用于具有在能量流（声、热或光）、温度或电压差或者外力或转矩的影响下机械地移动的零件的MEMS装置。具有薄膜、板或梁的某些MEMS元件可用作压力传感器（例如麦克风和扬声器）、惯性传感器（例如加速度计）或电容式传感器（例如应变计和RF开关）；其它MEMS元件作为用于位移或倾斜的移动传感器而操作；双金属薄膜作为温度传感器而工作。

[0047] 所属领域的技术人员将了解，在本发明的范围内可对所描述实例做出修改，而且许多其它实施例是可能的。

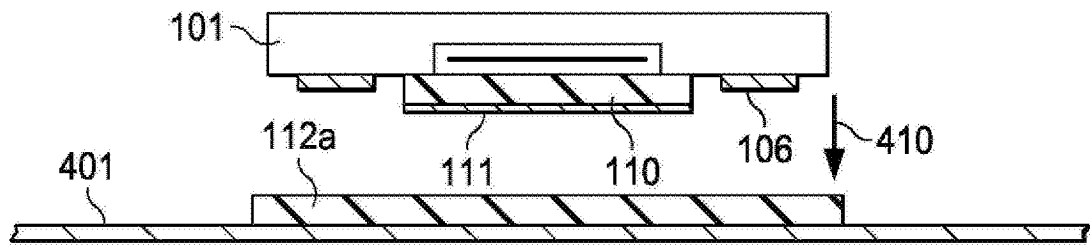


图4

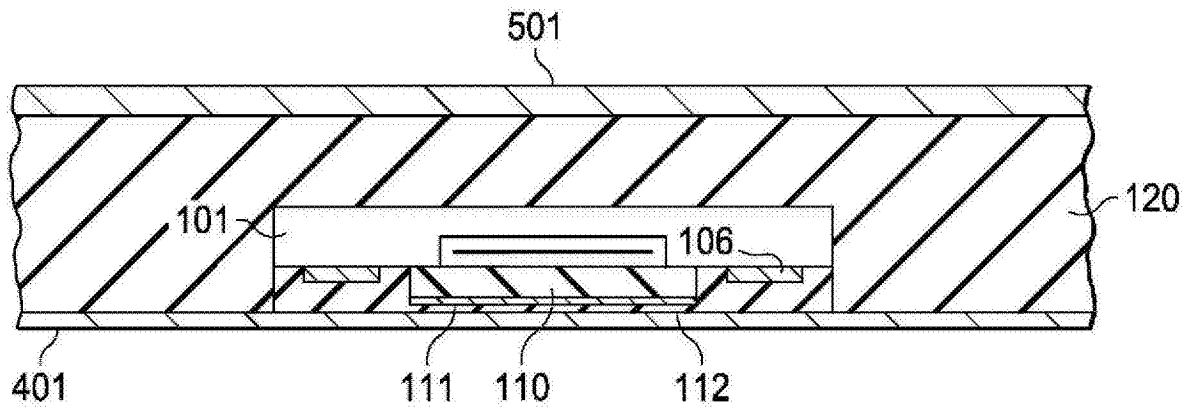


图5

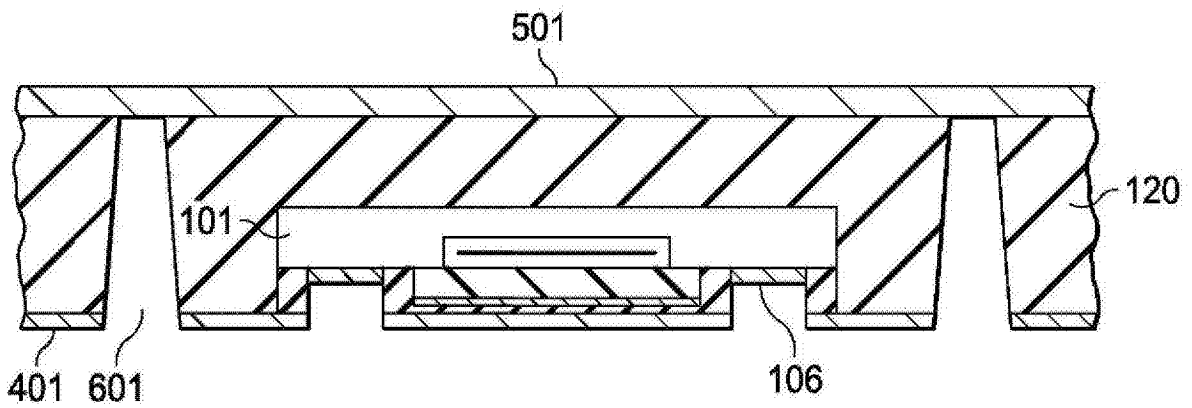


图6

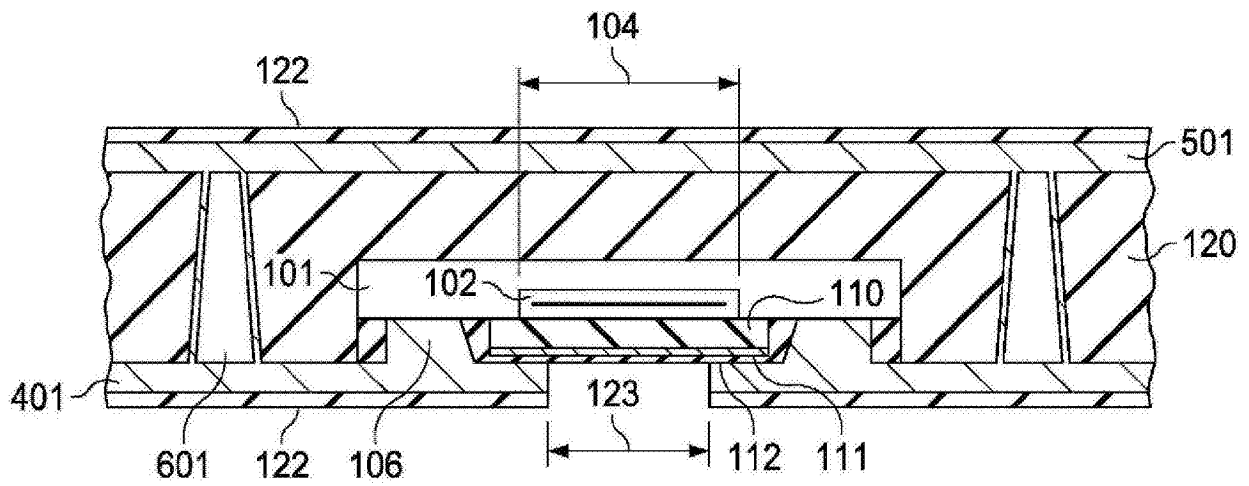


图7

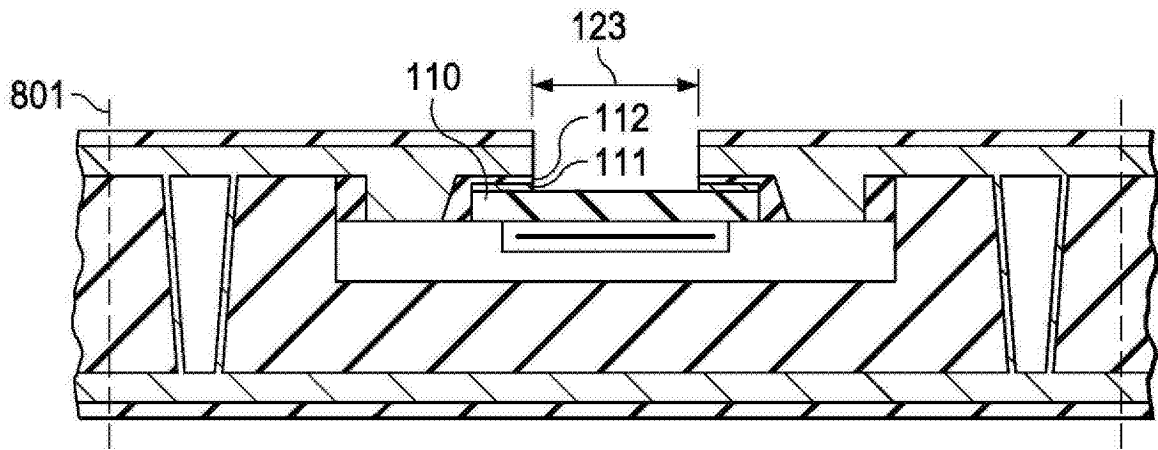


图8

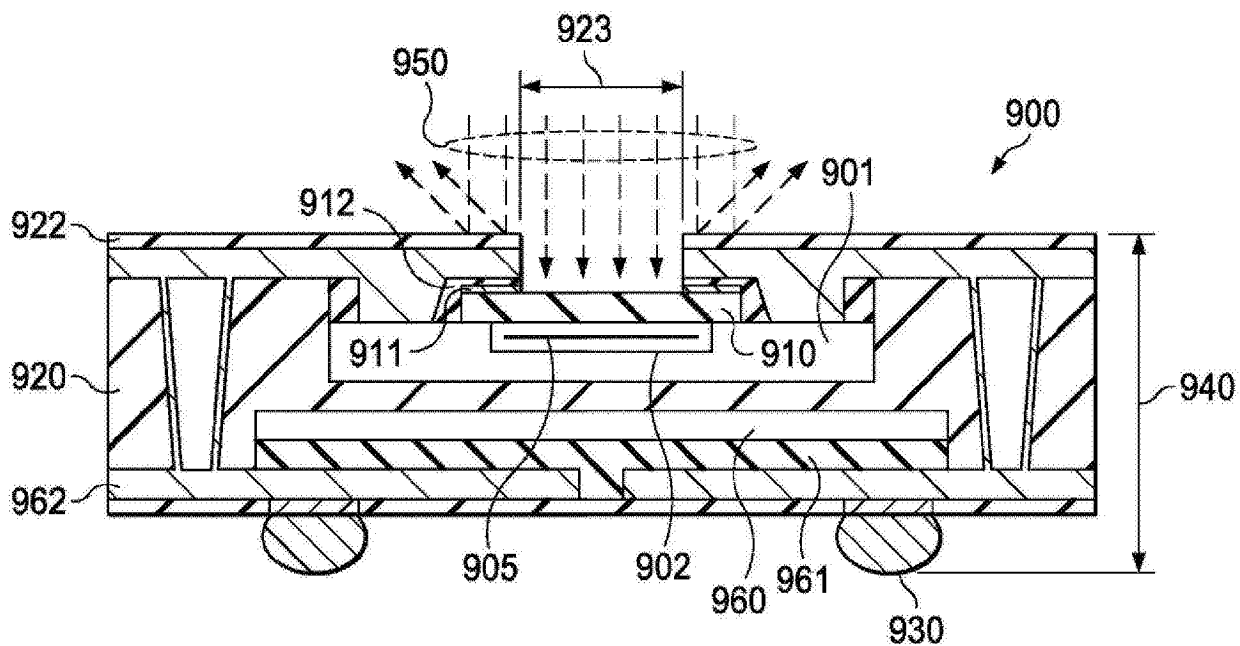


图9

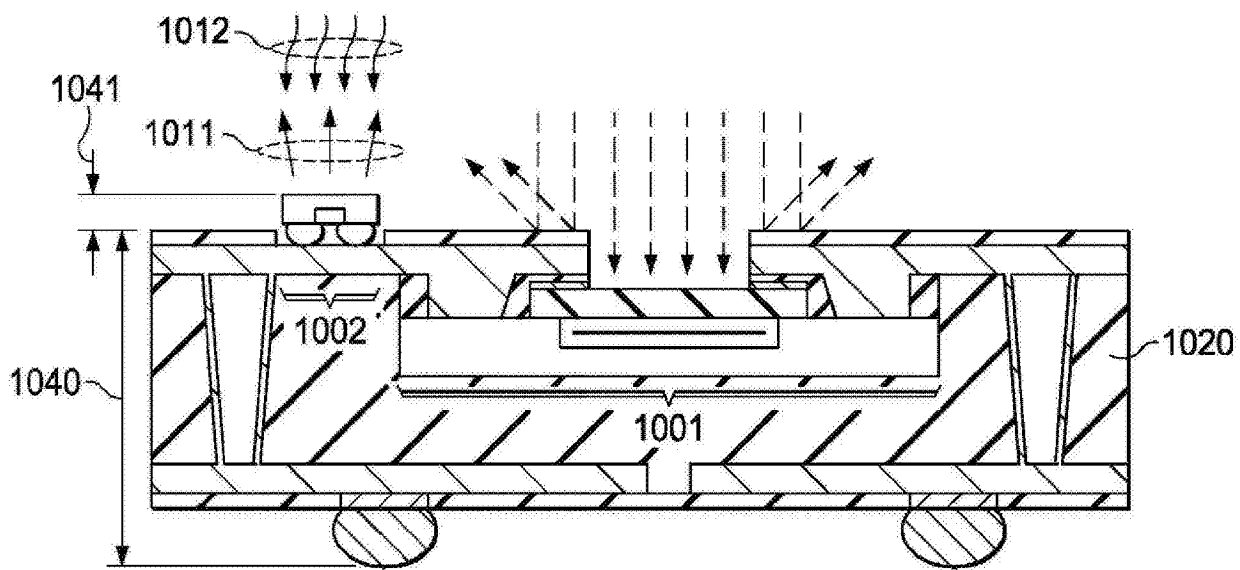


图10