



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116761772 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 15

(21) 申请号 202180083684.4

(22) 申请日 2021.12.09

(30) 优先权数据

63/123,932 2020.12.10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/062674 2021.12.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/125815 EN 2022.06.16

(71) 申请人 曜晶科技股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 T·常 S·安德鲁斯

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 任曼怡 张鑫

(51) Int.Cl.

B81C 1/00 (2006.01)

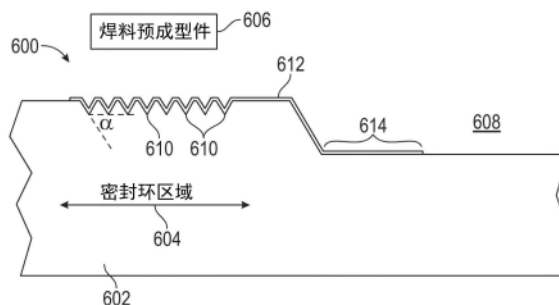
权利要求书2页 说明书17页 附图16页

(54) 发明名称

MEMS器件制造

(57) 摘要

一些实施例包括制造多个MEMS器件的方法，每个器件包括具有不同的CTE的第一材料和第二材料。该方法包括提供具有与第一材料的CTE基本上相等的CTE的载体，该载体包括多个空腔。该方法还包括将多个部件定位在该载体的相应的空腔中，这些部件包括第二材料。在一些实施例中，该方法包括将第一材料层定位在第二材料部件上。在一些实施例中，该方法包括接合第一材料层和第二材料部件。该方法还包括移除载体并分割第一材料层以产生多个MEMS器件。



1. 一种MEMS器件,所述MEMS器件包括:
第一部分;以及
第二部分,所述第二部分在接合区域处接合到所述第一部分,所述接合区域包括多个凹槽。
2. 如权利要求1所述的MEMS器件,其中,所述凹槽包括V形。
3. 如权利要求1所述的MEMS器件,其中,所述凹槽形成在所述第一部分的表面中,并且每个凹槽包括与所述表面成约54度角的两个侧壁。
4. 如权利要求1所述的MEMS器件,其中,所述凹槽不与所述第二部分的表面形成锐角。
5. 如权利要求1所述的MEMS器件,其中,所述第一部分包括所述凹槽和比所述凹槽深的空腔。
6. 如权利要求5所述的MEMS器件,其中,所述MEMS器件包括辐射热计并且所述空腔封围光传感器。
7. 如权利要求1所述的MEMS器件,其中,所述多个凹槽包括端到端布置的多个分段凹槽。
8. 如权利要求1所述的MEMS器件,进一步包括处于所述凹槽中并在所述第一部分与所述第二部分之间的焊料。
9. 如权利要求8所述的MEMS器件,其中
焊料预成型件具有第一体积,其中
所述多个凹槽在所述第一部分中限定第二体积,并且其中
所述第二体积大于或等于所述第一体积。
10. 如权利要求1所述的MEMS器件,进一步包括处于所述凹槽中并在所述第一部分与所述第二部分之间的粘合层。
11. 如权利要求1所述的MEMS器件,其中,所述凹槽形成在所述第一部分的表面中,并且其中,所述器件进一步包括附接到所述第二部分的金属化环。
12. 一种制造MEMS器件的方法,所述器件包括接合区域,所述方法包括:
提供所述器件的第一部分;
在所述接合区域处将多个凹槽添加到所述第一部分;
将焊料预成型件定位在所述凹槽上方;
将所述器件的第二部分与所述第一部分对准;
加热所述焊料预成型件;
朝向所述第二部分移动所述第一部分;以及
冷却所述焊料预成型件,使得所述第一部分在所述接合区域处接合到所述第二部分。
13. 如权利要求12所述的方法,其中,所述凹槽包括与所述第一部分的表面成约54度角的侧壁。
14. 如权利要求12所述的方法,其中,所述焊料预成型件具有第一体积,并且所述多个凹槽在所述第一部分中限定第二体积,并且其中,所述第二体积大于或等于所述第一体积。
15. 如权利要求12所述的方法,其中,所述多个凹槽包括端到端布置的多个分段凹槽。
16. 如权利要求12所述的方法,进一步包括将金属化环添加到所述器件的所述第二部分。

17. 如权利要求12所述的方法,进一步包括将空腔添加到所述器件的所述第一部分,其中,所述空腔比所述凹槽深。

18. 如权利要求17所述的方法,其中,所述空腔和所述凹槽在相同的蚀刻处理步骤中被添加到所述第一部分。

19. 如权利要求17所述的方法,其中,所述空腔和所述凹槽在不同的蚀刻处理步骤中被添加到所述第一部分。

20. 如权利要求17所述的方法,其中,所述MEMS器件包括辐射热计并且所述空腔封围光传感器。

MEMS器件制造

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求2020年12月10日提交的美国临时申请第63/123932号的权益,其全部公开内容出于所有目的通过引用并入本文中。

背景技术

[0002] 在微机电系统(MEMS)器件制造中,例如在封装步骤期间,接合经常是连接器件的两个部分的必要步骤。传统的接合通常包括在器件的两个部分之间插入接合材料,并且随后用该接合材料粘附这两个部分。发明人已经发现,传统的方法是有缺陷的,并且导致不可靠的MEMS器件。

[0003] 当接合MEMS器件中的两种材料(例如,将玻璃接合到硅上)时,热膨胀系数(CTE)失配可能导致对准偏差,对准偏差可能导致接合或其他制造误差。偏差可能源于在层被加热以用于接合(在一些工艺中最高为350℃)以及被允许冷却之后的不同的收缩率(由不同的CTE引起)。这些偏差随着制造规模的增加而增加——与晶圆规模的相同工艺相比,具有CTE失配的面板级制造工艺将经历更多的制造误差。

[0004] 在另一示例中,发明人发现了接合MEMS器件的两个部分的附加的缺陷。例如,真空封装(例如,使用焊料(例如,焊料预成型件、沉积的焊料)作为接合材料)常见地在接合工艺期间遭受过量的接合材料从两个接合界面之间被挤出的问题。例如,由于焊料预成型件必须足够厚以经受住机械处置,因此它们经常具有最小厚度,并且因此具有最小体积;出于该原因,当使用预成型件进行接合时,在最小体积大于制造工艺中所需的体积时,过量材料的量尤其是有问题的。过量的焊料体积从接合区域被挤出,并且如果过量的焊料被捕获在密封体积内,则该过量的焊料可能不利地影响MEMS器件的可靠性,因为过量的焊料可能损坏和/或破坏密封体积内的器件。空腔外过量的焊料也可能是有害的。例如,被挤出的焊料可能会保留在模具之间,这可能会损坏晶圆切割叶片,从而导致降低的制造良率。

发明内容

[0005] 一些实施例包括制造多个MEMS器件的方法,每个器件包括具有不同的CTE的第一材料和第二材料。该方法包括提供具有与第一材料的CTE基本上相等的CTE的载体,该载体包括多个空腔。该方法还包括将多个部件定位在该载体的相应的空腔中,这些部件包括第二材料。在一些实施例中,该方法包括将第一材料层定位在第二材料部件上。在一些实施例中,该方法包括接合第一材料层和第二材料部件。该方法还包括移除载体以及分割第一材料层以产生多个MEMS器件。在一些实施例中,第一材料和第二材料选自玻璃和硅。

[0006] 有利地,本文中所描述的制造方法减少了由层的CTE失配引起的制造误差。例如,本文中所描述的方法(例如,在MEMS器件的玻璃层与MEMS器件的硅部件之间)将CTE失配结果减少到MEMS器件的宽度。这有利地提供了用于更好的规模化的更好地对准和接合的MEMS器件,并且还允许针对MEMS器件选择材料组合(例如,玻璃和硅)的自由。

[0007] 一些实施例包括制造MEMS器件的方法,其中该方法包括提供该器件的第一部分的

第一步骤、其中在该器件的接合区域处将凹槽添加到第一部分的第二步骤、将该器件的第二部分与第一部分对准的第三步骤、其中将第一部分和第二部分朝向彼此移动的第四步骤、以及其中在接合区域处接合第一部分和第二部分的第五步骤。有利地，凹槽可以提供紧密接合，同时减少从接合区域到MEMS器件的机电部件的潜在有害溢出。因此，MEMS器件的可靠性被改进。在一些实施例中，第一步骤至第五步骤中的一个或多个步骤在真空中被执行。在一些实施例中，一些步骤在真空中被执行（例如，第三步骤至第五步骤），而其他步骤可能不在真空中被执行。

[0008] 一些实施例包括制造多个MEMS器件的方法，其中该方法包括：提供多个第一机电部件的步骤；其中提供载体的步骤，该载体包括多个位置，每个位置与多个第一机电部件中的相应一个部件相关联；标识多个第一机电部件中的有缺陷的部件的步骤；提供多个第二机电部件的步骤；将多个第二机电部件定位在载体上的相应的位置处而不定位在与有缺陷的机电部件相关联的位置处的步骤；其中接合第一机电部件和第二机电部件的相应对的步骤；以及（可选的）分割第一机电部件和第二机电部件的相应对以产生多个MEMS器件的步骤。有利地，此类方法可以通过减少接合到不可操作的第二部件的第一部件的数量来减少浪费的部件。

附图说明

- [0009] 图1描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法；
- [0010] 图2A描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的布置；
- [0011] 图2B描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的另一布置；
- [0012] 图2C描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的另一布置；
- [0013] 图2D描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的另一布置；
- [0014] 图2E描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的另一布置；
- [0015] 图2F描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的另一布置；
- [0016] 图3A描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的150mm晶圆中的示例性间距；
- [0017] 图3B描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的部件的示例性接合区域；
- [0018] 图3C描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的156mm晶圆中的示例性间距；
- [0019] 图3D描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的156mm晶圆中的示例性间距；
- [0020] 图4描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的200mm晶圆中的示例性间距；
- [0021] 图5描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法；
- [0022] 图6A描绘了根据实施例的MEMS器件。
- [0023] 图6B描绘了根据实施例的MEMS器件；
- [0024] 图7A描绘了根据实施例的MEMS器件；
- [0025] 图7B图示出根据实施例的、焊料与凹槽之间的示例性关系；

- [0026] 图8描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法；
- [0027] 图9描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法。
- [0028] 图10图示出根据本公开的实施例的、制造机电系统的方法。
- [0029] 图11图示出根据本公开的实施例的示例性传感器。

具体实施方式

[0030] 在以下实施例的描述中,参考形成本文一部分的附图,并且其中通过图示的方式示出了可以实践的具体实施例。应当理解的是,在不脱离所公开的实施例的范围的情况下,可以使用其他实施例并且可以作出结构改变。

[0031] 现在将参考图1和图2A-图2F描述制造多个MEMS器件的示例性方法。图1中所描绘的方法100是制造MEMS器件的方法,其中每个器件包括具有不同的CTE的第一材料和第二材料。在一些实施例中,第一材料是玻璃,并且为MEMS器件中的部件(例如,薄膜晶体管)提供衬底。在一些实施例中,第二材料是硅,并且在MEMS器件中提供覆盖物。如将由本领域技术人员所领会的,其他实施例颠倒MEMS器件中的玻璃和硅、玻璃和不同材料、硅和不同材料,或者使用不同的第一材料和第二材料。

[0032] 方法100包括步骤102,提供具有与第一材料的CTE基本上相等的CTE的载体,该载体包括多个空腔。该方法继续步骤104,将多个部件定位在该载体的相应的空腔中,每个部件包括第二材料。步骤106包括将第一材料层定位在第二材料部件上。方法100还包括步骤108,接合第一材料层和第二材料部件,以及步骤110,移除载体。方法112继续分割第一材料层以产生多个MEMS器件。

[0033] 方法100可以以任何规模被执行,包括面板规模制造、晶圆规模制造等。在一些实施例中,制造工艺中的两层可以被理解为具有“基本上相等的CTE”,当用于接合的热量被施加/移除时,相应的CTE的差异不会引起层偏离,使得第二材料部件和第一材料层的接合和/或对准落在制造公差之外。公差将取决于特定应用。例如,在300℃的接合温度下,公差可以是8英寸晶圆边缘处器件覆盖物的50微米偏差。当两种材料不具有基本上相等的CTE时,它们可以被理解为具有“不同的CTE”。

[0034] 有利地,本文中所描述的制造方法减少了由层的CTE失配引起的制造误差。例如,本文中所描述的方法(例如,在MEMS器件的玻璃层与MEMS器件的硅部件之间)将CTE失配结果减少到MEMS器件的宽度。这有利地提供了更好地对准和接合的MEMS器件,并且还允许针对MEMS器件选择组合(例如,玻璃和硅)的自由。

[0035] 进一步地,本文中所描述的方法还可以通过不要求专业装备来改进分割技术的准确度并改进可制造性。例如,本文中的实施例不要求用于在分割器件之前移除第二材料(例如,硅)的部分的红外相机。本文中的实施例还有利地增加产量并降低制造成本。例如,此处的实施例减少或移除同时切穿2个衬底的需要(或者在任一侧上对于两个局部切口的需要)。

[0036] 图2A描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的布置202。布置202可以与诸如方法100中的步骤102之类的提供载体的步骤相关联。在布置202中,载体220包括多个空腔222,每个空腔包括真空通道224。在一些实施例中,每个空腔不包括真空通道。

[0037] 在一些实施例中,提供载体包括提供具有与第一材料的CTE基本上相等的CTE的材

料层。在一些实施例中,提供载体包括提供第一材料的载体层。在一些实施例中,第一材料是玻璃,并且提供载体包括提供不同的、但是具有与MEMS器件中使用的玻璃的CTE基本上相等的CTE的玻璃。在一些实施例中,提供载体包括提供陶瓷材料(例如, Al_2O_3)或金属(例如,可伐合金)。

[0038] 在一些实施例中,提供载体包括提供第一载体层、提供第二载体层、接合第一载体层和第二载体层、以及从第一载体层和第二载体层中的一者或两者中移除材料以创建多个空腔。在一些实施例中,从第一层和第二层中的一者或两者中移除材料包括在层之间提供蚀刻停止层,以及将第一层和第二层中的一者或两者蚀刻到蚀刻停止。在其他实施例中,在层被接合之前,将材料从第一层和第二层中的一者或两者中移除。

[0039] 在一些实施例中,提供载体包括提供0.5mm深度的空腔。在一些实施例中,空腔为24mm-27mm宽和14mm-16mm长。例如,空腔可以是24mm x 16mm x 0.5mm,或者另一个空腔可以是27mm x 14mm x 0.5mm。

[0040] 在一些实施例中,载体是圆形晶圆或方形晶圆。晶圆可以是例如4英寸、6英寸、8英寸或12英寸。在一些实施例中,载体是面板大小的。

[0041] 图2B描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的布置204。布置204可以与诸如方法100中的步骤104之类的定位多个第二材料部件的步骤相关联。布置204包括被定位在载体220的相应的空腔中的多个部件230。每个部件230包括侧壁234,侧壁234在部件中限定空腔232。

[0042] 在一些实施例中,第二材料是硅,并且第一材料是玻璃。在此类实施例中,CTE失配可以是0.3-0.8ppm。

[0043] 在一些实施例中,定位多个部件包括向部件施加真空,以将部件固定到载体上。在一些实施例中,施加真空包括通过载体中的通道(例如,通道224)向部件施加真空。在一些实施例中,真空不被施加到部件。在此类实施例中,通道224可以不被添加到载体220。在一些实施例中,出于排空部件230下方的区域的目的,通过通道224施加真空。此类通道可以有利地允许在部件230被定位在载体220上之后施加真空,从而移除可能被捕获在部件230与载体220之间的空气。

[0044] 在一些实施例中,部件与多个MEMS器件中的覆盖物相对应。

[0045] 在一些实施例中,每个部件包括具有金属化表面的侧壁。在一些实施例中,每个部件的侧壁在第二材料部件中限定空腔。在一些实施例中,部件被提供给具有已经被限定的空腔的制造工艺。在其他实施例中,当部件被定位在载体的空腔中时,空腔被限定。类似地,部件的侧壁上的金属化表面可以在将部件定位在相应的空腔中之前被提供,或者可以在部件被定位在载体的空腔中之后被添加。在一些实施例中,接合第一材料层和第二材料部件包括在金属化表面上沉积接合部件。在此类实施例中,接合部件可以包括焊料预成型件。在一些实施例中,接合部件可以包括沉积的焊料。在一些实施例中,侧壁大约是1mm-2mm宽(在此类实施例中,本文中所描述的接合部件(例如,焊料预成型件、沉积的焊料)可以是500微米宽)。在一些实施例中,侧壁在几百微米的数量级上。在一些实施例中,第二材料部件可以是大约725微米厚(如在正交于第一材料载体的平面的方向上测得的)。

[0046] 图2C描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的布置206。布置206可以与诸如方法100中的步骤108之类的接合第一材料层和第二材料部件的步骤相关联。在布置

206中,接合部件240被放置在第二材料部件上。在第一材料层被定位在第二材料部件上之后(参见图2D中的布置208),接合部件可以被加热以便于接合第一材料层和第二材料部件。在一些实施例中,在第一材料层被定位在第二材料部件上之前,部件被加热。在一些实施例中,接合部件是被放置在部件230上并被固定在接合部件的角部(例如,图3B中所示的预成型件302的四个角凸片304上)的焊料预成型件或沉积的焊料。在一些进一步的实施例中,预成型件是25微米厚(如在正交于第一材料载体的平面的方向上测得的)。

[0047] 图2D描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的布置208。布置208可以与诸如方法100中的步骤106之类的将第一材料层定位在第二材料部件上的步骤相关联。在布置208中,第一材料层250被定位在第二材料部件上。在一些实施例中,第一材料层250被预处理以包括MEMS器件的部件。例如,用与上述接合部件240对准并与其接合的金属化表面(例如,密封金属环)对第一材料250进行预处理。在一些实施例中,第一材料层250包括空腔(未被示出)。此类空腔可以是部件230中的空腔232的补充或替代。在第一材料层250包括空腔(未被示出)的一些实施例中,空腔是层220中的空腔222的补充或替代。在层220不具有空腔的一些实施例中,真空通道224被包括。

[0048] 如下所述,制造方法可以包括,在定位第一材料层之后,接合第一材料层和第二材料部件。在布置206的示例中,接合部件(例如,焊料预成型件、沉积的焊料)被沉积以进行接合。在一些实施例中,接合第一材料层(下文关于布置208所描述)和第二材料部件包括通过沉积(例如,电镀或真空沉积)生长接合部件。在一些实施例中,接合第一材料层和第二材料部件包括提高布置的温度以实现接合。在一些实施例中,接合可以在约350℃下实现。在一些实施例中,温度被提高到大约300℃。在此类实施例中,接合部件包括AuSn。在一些实施例中,温度失配可以发挥更大的作用(诸如在Au-Au热压接合中)。

[0049] 在一些实施例中,在接合第一材料层和第二材料部件之前,方法包括将第二材料部件朝向第一材料层移动。这可以有利地允许第一材料和第二材料的有效接合,其中第二材料部件的(一个或多个)高度(如在正交于第一材料载体的平面的方向上测得的)比空腔的深度(在正交于第一材料载体的平面的方向上测得的)短,和/或第二材料部件具有不同的高度。在此类实施例中,力被施加以朝向材料层移动部件。在一些实施例中,力是重力。在此类实施例中,该方法包括旋转第一材料层、第二材料部件和载体。在其他实施例中,该过程包括将第二材料部件定位在载体下方(相对于重力)以及施加真空(例如,使用上文关于布置202所述的真空通道)以将部件保持在适当位置直到第一材料层被施加(这在不处于真空中的封装环境中可能特别有利)。当第二材料部件随后被定位在第一材料层上时,真空被释放,并且第二材料部件由于重力朝向第一材料移动。随后,第一材料层和第二材料部件被接合。在一些实施例中,不同的力被使用。例如,弹簧(或类似的力)可以被施加在载体空腔中以及在覆盖物之下,弹簧将部件朝向材料层移动。随后,第一材料层和第二材料部件被接合。

[0050] 图2E描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的布置210。布置210可以与诸如方法100中的步骤110之类的移除载体的步骤相关联。比较布置208和210,载体220已经被移除。

[0051] 图2F描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的布置212。布置212可以与诸如方法100中的步骤112之类的分割第一材料层的步骤相关联。在布置212中,第一材料

层已经在线260处被分割。在一些实施例中,分割包括使用切割锯对第一材料层进行切割。在一些实施例中,分割包括使用划线和断裂工艺对第一材料层进行切割。

[0052] 在一些实施例中,图1的方法100和图2A-图2F的布置202-212在适于所采用的接合技术的环境中被执行。示例性环境包括真空、干燥氮气、惰性气体(He、Ar等)、干燥空气等。取决于器件要求,不同的气压可以被采用。

[0053] 图3A描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的150mm晶圆中的示例性间距。示出了MEMS器件位置之间的示例性间距。MEMS器件被定位在距晶圆的边缘5mm的边界处,在第一维度上具有5mm间距,以及在第二维度上具有2.05mm间距。这种布置产生40个部件。掩模的轮廓被重叠。

[0054] 图3B描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的部件的示例性接合区域。图3B中的部件可以与图3A的晶圆中的器件的位置相对应。接合区域包括预成型件302的四个角凸片304。在一些实施例中,接合区域包括沉积的焊料302的四个角凸片304。出于说明性目的,再次包括示例性尺寸。图3B的实施例可以与本文中所讨论的密封区域相对应,例如上文关于图1和图2以及下文关于图5-图9所讨论的接合部件。

[0055] 图3C描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的156mm晶圆中的示例性间距。该实施例类似于图3A,但在较大的晶圆上具有不同的间距,以产生更多的单独的器件(在该实例中是48)。图3D描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的156mm晶圆中的示例性间距。图3D中的间距不同于图3C中的间距,但产生相同数量的器件。

[0056] 图4描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法中的200mm晶圆中的示例性间距。这种定向产生61个器件。

[0057] 在一些实施例中,第一材料是玻璃。在一些实施例中,第一材料是包含用于微调属性的附加元素的硼硅酸盐。硼硅酸盐的示例是CORNING EAGLE,其产生碱土金属硼铝硅酸盐(负载有硼、铝和各种碱土元素的硅酸盐)。其他变型可从ASAHI GLASS或SCHOTT获得。

[0058] 图5描绘了根据实施例的、制造MEMS器件的方法500。方法500包括提供器件的第一部分的第一步骤502、其中在器件的接合区域处将凹槽添加到第一部分的第二步骤504、将器件的第二部分与第一部分对准的第三步骤506、其中第一部分和第二部分朝向彼此移动的第四步骤508、以及其中在接合区域处接合第一部分和第二部分的第五步骤510。有利地,在减少和/或控制从MEMS器件的接合区域到机电部件的潜在有害溢出量的同时,凹槽可以提供紧密接合,由此改进MEMS器件的可靠性。在制造工艺对接合材料的体积具有有限控制的情况下,这可能是特别有利的。例如,焊料预成型件可能需要具有最小体积以便于工艺处置,但是用于处置的该最小体积可能大于用于接合的最大体积;在传统的制造方法中,过量的体积可能会导致接合区域之外的溢出,并损害MEMS器件的可靠性和完整性。

[0059] 在一些实施例中,方法500包括用焊料预成型件接合。在一些实施例中,方法500包括用沉积的焊料接合。方法500可以被用于其中使用过量的接合材料的任何接合技术中。例如,在电镀中,接合材料的典型厚度在几微米的数量级上,而接合界面处的实际量可能小得多。在接合工艺期间的某些点处,方法500在接合材料处于液态的情况下可能是特别有利的。在其中接合材料是焊料预成型件的实施例中,方法500可以进一步包括将焊料预成型件定位在第一部分中的凹槽上方、加热焊料预成型件、以及冷却焊料预成型件,使得第一部分和第二部分接合。在一些实施例中,步骤510(在接合区域接合第一部分和第二部分)包括加

热材料(例如,焊料预成型件、沉积的焊料)以及允许其冷却(例如,其中允许热量消散到局部环境的被动冷却、其中例如迫使空气在器件上方的主动冷却等)。

[0060] 图6A描绘了根据实施例的MEMS器件600的横截面。在一些实施例中,器件600是根据上述方法500制造的。在器件600中,衬底602是硅,但也可以使用其他材料。此类材料可以包括例如Ge、ZnSe、玻璃、陶瓷等。MEMS器件600包括具有接合区域604的部分602。如本文中所述,“接合区域”可被理解为意指其中器件的两个部分被粘附的区域。在此类器件中,器件的两个部分都具有相应的“接合区域”。例如,在其中玻璃部分被接合到硅部分(例如,玻璃部分包括电路和/或机械部件并且被接合到硅覆盖物)的MEMS器件中,玻璃部分和硅部分两者都具有其中例如焊料预成型件或沉积的焊料被放置以将两侧都粘附在一起的相应的接合区域。例如,在具有真空封装步骤的制造工艺中,接合区域也可以被称为“密封区域”。

[0061] 如本文中所使用,“凹槽”可以被理解为包括接合区域中的表面下方的形貌。例如,在器件600的接合区域604中,在衬底602的接合表面下方创建凹槽610。在一些实施例中,通过从衬底的表面移除体积(例如,通过蚀刻衬底,如本文中进一步讨论的)来创建凹槽。在一些实施例中,通过选择性地升高接合区域中的衬底的表面(例如,通过沉积、生长(例如,用硅化物))而不是升高该区域中的所有表面来创建凹槽。器件600描绘了八个凹槽,但是将容易领会的是,可以使用不同数量的凹槽(例如,参见图7A)。器件600图示出占据整个接合区域的凹槽,但是其他实施例可以包括占据接合区域的一部分的凹槽。进一步地,器件600将凹槽图示为连续的,但是凹槽可以是间隔开的(例如,由平坦表面分开的第一凹槽和第二凹槽)。在此类实施例中,凹槽的间距可以是规则的或变化的。例如,一些实施例包括朝向密封区域的边缘紧密堆积的凹槽,但是朝向接合区域的中心更宽的凹槽间距。

[0062] 返回图5,步骤504(将凹槽添加到第一部分)可以包括将凹槽蚀刻到第一部分中。例如,与表面成蚀刻角度的两个侧壁(例如,参见角度 α ,其表示图6A中衬底602的表面与凹槽610中的一个凹槽之间的角度)将在表面下方的点处相遇,从而提供对凹槽的深度的自然限制。该蚀刻步骤可以有利地使用衬底的晶体结构来控制每个凹槽的深度。更具体地,蚀刻步骤可以被执行以沿衬底的晶面进行蚀刻。在一些实施例中,凹槽可以包括与第一部分的表面成约54度角的侧壁。在一些实施例中,至少一个侧壁与第一部分的表面成54.74度角。

[0063] 在一些实施例中,凹槽不与表面形成锐角。例如,在图6B中,凹槽660不与衬底652的表面形成锐角。图6B描绘了衬底652中的接合区域654和凹槽660上方的焊料预成型件656。粘合层662被放置在凹槽660之上。在图6B的实施例中,粘合层662延伸到空腔658的部分664。

[0064] 在一些实施例中,凹槽的深度由凹槽的宽度确定;期望的深度可以通过选择与侧壁的已知角度组合的凹槽的宽度来实现。对于给定的深度“D”和角度 α ,凹槽的宽度“W”(以及如果凹槽是通过蚀刻形成的,则是蚀刻线的宽度)可以使用等式来确定: $D = (W * \tan \alpha) / 2$ 。凹槽的深度(或宽度)可以通过凹槽的期望的体积来确定。例如,考虑其中接合部件(例如,图6A中的焊料预成型件606、图6B中的焊料预成型件656、沉积的焊料(未被示出))具有第一体积(例如,由接合部件的体积来确定)并且多个凹槽在第一部分中限定第二体积的实施例。焊料体积的量根据期望的结果进行调节。如果空隙或减少的接合宽度是可接受的,则第二体积可以被期望大于或等于第一体积,以减少从MEMS器件中的接合区域到机电部件的溢出(例如,溢出进入容纳电气和/或机械部件的器件的空腔)。另一方面,如果一些溢出是可

接受的,则第二体积可以被期望小于第一体积,以减少或最小化空隙和/或增加或最大化接合宽度。在一些实施例中,凹槽大小是面积的函数。在这些实施例中,凹槽深度跨应用是恒定的,并且仅凹槽宽度变化。一些示例性维度包括15-50微米的宽度和13-45微米的深度。凹槽的长度可以取决于所制造的器件的面积;示例性长度包括但不限于50-74mm。在一些实施例中,预成型件宽度是100-1000微米,厚度是20-50微米。

[0065] 方法500可以进一步包括将空腔添加到器件的第一部分的步骤,其中,空腔比凹槽深。图6描绘了示例性空腔608(也参见图2A-图2F、图6B和图7)。在一些实施例中,使用蚀刻步骤形成空腔。在一些实施例中,空腔和凹槽在器件的相同的制造步骤中被形成。例如,相同的蚀刻步骤。如上所述,部分502的晶体结构可以有利地提供对凹槽的蚀刻深度的限制。因此,凹槽可以有利地在与空腔相同的处理步骤中形成,即使空腔和凹槽具有不同的深度,由此节省了制造时间和成本(例如,参见图6A)。在一些实施例中,凹槽在与空腔分开的步骤中自然形成(例如,参见图6B)。

[0066] 在一些实施例中,步骤506(将器件的第二部分与第一部分506对准)包括将第一部分和第二部分的相互的接合区域对准。在一些实施例中,对准包括将第一部分的凹槽与第二部分的接合区域对准。在其中第二部分包括第二部分上的金属化环的实施例中,将两个部分对准可以包括将环与凹槽对准。在一些实施例中,在不参考第一部分和第二部分的接合区域的情况下执行对准。

[0067] 在一些实施例中,步骤508(将第一部分和第二部分朝向彼此移动)包括保持一个部分静止,同时移动另一部分,使得第一部分和第一部分朝向彼此移动。在一些实施例中,两个部分同时被移动。

[0068] 图7A描绘了根据实施例的MEMS器件700的自顶向下视图。在一些实施例中,使用方法500的一个或多个步骤来制造器件700。在一些实施例中,器件700包括器件600的各方面,并且器件600包括器件700的各方面。器件700可以与MEMS器件的第一部分相对应,该器件还包括接合到第一区域的第二部分(未被示出)。器件700包括具有接合区域704、沟槽706a/706b、空腔708、以及接合区域704内的多个分段凹槽的衬底702。在一些实施例中,“分段凹槽”具有比密封环的侧面短的长度。在一些实施例中,凹槽限制了缺陷的影响。例如,当凹槽平行于密封环的侧面时,凹槽之间的缺陷将被约束到凹槽之间的区域。其他非平行的凹槽布置也可以提供这种优点,只要凹槽之间的形貌与凹槽之外的形貌隔离;这种布置防止凹槽之间的缺陷影响凹槽之外的区域,由此减少真空破坏的风险。

[0069] 在其中凹槽的深度是自限制的(例如,如上文所讨论的,使用晶体结构来限制深度蚀刻)的一些实施例中,凹槽的长度由对准准确度来确定。在此类实施例中,当凹槽与晶体定向完全对准时,则凹槽的长度是无限的。在其中凹槽与晶体定向未对准的实施例中,凹槽宽度对应于(凹槽的长度)乘以($\tan(\theta)$)而变宽,其中 θ 是凹槽与晶体之间的角度差。一些实施例可以限制凹槽的长度以满足对凹槽宽度的变宽的期望限制。

[0070] 在一些实施例中,凹槽宽度可以由需要容纳的预成型件的量决定。例如,预成型件是25um厚和500um宽,具有 $1.25e4 \text{ um}^2$ 的横截面积。在一些实施例中,约80%的预成型件被容纳,因此凹槽宽度是35um(例如,在蚀刻形成之后)。在一些实施例中,密封环宽度是750um,因此十七个35um的凹槽可以被装配。在一些实施例中,凹槽的长度由掩模相对于晶圆(例如,Si晶圆)的晶体的对准准确度决定。在一些实施例中,长度是1mm。更高的长度可以

通过改进对准被允许。

[0071] 图7B图示出根据实施例的、预成型件与凹槽之间的示例性关系。在一些实施例中，示例性关系与25um厚的预成型件相关联。在一些实施例中，预成型件是矩形的，并且对于给定厚度（例如，25um），其横截面积随着宽度的增加而线性增加。在一些实施例中，凹槽是三角形的，对其深度没有限制，因此凹槽的面积可以变得比预成型件的面积大（例如，在该示例中，宽度约为55um）。

[0072] 返回图7A，多个凹槽包括端到端布置的多个分段凹槽。凹槽710和712被标识用于示例性目的。分段凹槽710具有第一端710a和第二端710b；分段凹槽712具有第一端712a和第二端（未被示出）。第一端和第二端可以由衬底的接合表面分开。有利地，通过端到端地布置分段凹槽（例如，通过减少期望的凹槽面积之外的蚀刻），凹槽形成可以更可靠，由此限制相邻凹槽之间的非预期合并。

[0073] 多个凹槽可以具有不同的长度。例如，在器件700中，凹槽712比凹槽710长。在一些实施例中，多个凹槽具有相等的长度。进一步地，图7A中的分段凹槽被描绘为相同的宽度，但是些实施例可以提供不同宽度的凹槽。类似地，沟槽706a和706b可以具有相同或不同的长度、深度或宽度。

[0074] 在一些实施例中，如图7A中所图示，分段凹槽可以交错。以这种方式，从一个分段凹槽到另一分段凹槽的泄漏可以被控制。在一些实施例中，再次如图7A中所图示，密封环可能不是完全矩形的。为了有利地改进这些区域的接合，附加的凹槽可以被添加以用于与密封环的“圆角”相对应；此类凹槽可以不延伸密封环的整个长度。

[0075] 返回图5，方法500可以进一步包括将金属化环添加到器件的第二部分的步骤。例如，在其中第二部分包括玻璃的实施例中，金属化环可以辅助接合MEMS器件的第一部分和第二部分。在一些实施例中，通过方法500制造的MEMS器件（例如，器件600、700）包括辐射热计，并且空腔（例如，空腔608、708）封围光传感器。在一些实施例中，方法500可以进一步包括在接合两个部分之前用粘合层涂覆凹槽。例如，图6A和图6B分别描绘了粘合层612和662。粘合层可以为焊料预成型件或沉积的焊料提供表面，以在接合期间润湿。在一些实施例中，粘合层可以被施加在接合区域中。在一些实施例中，粘合层可以被施加在接合区域中以及可以被施加在空腔的一部分中。例如，图6A和图6B分别描绘了被施加在空腔608和658的区域614和664中的粘合层。空腔中的粘合层可以有利地阻断来自空腔的该部分的传入辐射。在一些实施例中，参考辐射热计被定位在粘合层下方，由此消除了参考辐射热计上方放置遮挡物的其他工艺步骤。粘合层在空腔中的这种有利使用可以与本文中公开的凹槽（或任何其他特征）一起使用或不与本文中公开的凹槽（或任何其他特征）一起使用。虽然在图6A和图6B中被显示为与有源区域的边缘相邻，但是参考传感器（以及因此，粘合层在空腔中的放置）可以不与空腔相邻。添加粘合层的示例性方法，包括剥离工艺或掩模。

[0076] 转向图8，描绘了根据实施例的制造多个MEMS器件的方法800。方法800包括：提供多个第一机电部件的步骤802；其中提供载体的步骤804，该载体包括多个位置，每个位置与多个第一机电部件中的相应的一个部件相关联；标识多个第一机电部件中的有缺陷的部件的步骤806；提供多个第二机电部件的步骤808；将多个第二机电部件定位在载体上的相应的位置处而不是在与有缺陷的机电部件相关联的位置处的步骤810；其中接合第一机电部件和第二机电部件的相应对的步骤812；以及（可选的）分割第一机电部件和第二机电部件

的相应对以产生多个MEMS器件的步骤814。

[0077] 在一些实施例中,步骤802包括在层中提供多个部件。在此类实施例中,步骤810或步骤812包括将层定位在载体上。在此类实施例中,可以使用步骤814(分割第一机电部件和第二机电部件的相应对以产生多个MEMS器件)。在一些实施例中,层是晶圆大小的。在不偏离本公开的范围的情况下,可以使用其他层大小(例如,面板规模)。在一些实施例中,层是圆形的。在不偏离本公开的范围的情况下,可以使用其他层形状(例如,方形层)。在一些实施例中,第一机电部件和第二机电部件中的一者或两者是圆形的。在不偏离本公开的范围的情况下,可以使用其他部件形状(例如,方形部件)。

[0078] 在一些实施例中,步骤804包括提供具有多个空腔的载体,每个空腔位于载体的相应的位置处。在此类实施例中,步骤810包括将无缺陷的第二机电部件定位在相应的空腔中。

[0079] 在一些实施例中,步骤806包括对多个机电部件进行电测试。在一些进一步的实施例中,步骤806包括标识短路、标识开路、探测电压范围和/或探测电阻值中的至少一者。

[0080] 在一些实施例中,步骤806包括对多个机电部件进行机械测试。例如,机械测试可以包括标识断开的铰链、光学轮廓术和共振频率测量。可以使用目视检查工具执行机械测试。

[0081] 在一些实施例中,标识有缺陷的部件(步骤806)包括产生不良器件映射。在一些实施例中,不良器件映射包括已知良好部件的位置。在一些实施例中,步骤806包括标识多于一个有缺陷的部件。

[0082] 在一些实施例中,步骤810包括利用拾取和放置机器来定位第二机电部件。在一些实施例中,移除载体的附加步骤被添加到方法800。

[0083] 在一些实施例中,MEMS器件是辐射热计,并且第一机电部件是辐射热计覆盖物。

[0084] 在一些实施例中,第一机电部件包括玻璃并且第二机电部件包括硅。图9描绘了根据实施例的、制造多个MEMS器件的方法900。在方法900中,第一电化学部件包括玻璃(参见908)并且第二机电部件包括硅(参见902)。在方法900中,在单独的硅部件形成之前处理硅(步骤902,所列空腔蚀刻、金属化、AR涂覆和切割的示例性处理步骤)。分开地,方法900包括提供(步骤906)方形玻璃(描绘了150mm的示例性大小)。可以将已经添加机电部件中的一些或所有的玻璃提供给方法900,或者在方法900期间将机电部件中的一些或所有添加到玻璃晶圆。步骤906可以进一步包括附加的(未图示出)工艺步骤,例如标识方形玻璃上的机电部件中的有缺陷的部件。作为步骤910,多个硅机电部件被填充在玻璃上与玻璃的无缺陷部件相对应的位置处。步骤912包括接合硅和玻璃部件,并且步骤914包括分割单独的器件。在一些实施例中,方法900的步骤与方法800的步骤相对应或包括方法800的步骤,并且方法800的步骤与方法900的步骤相对应或包括方法900的步骤。

[0085] 在一些实施例中,机电部件包括仅电气部件、仅机械部件或两者。在一些实施例中,机电部件包括覆盖物。

[0086] 图10图示出根据实施例的、制造机电系统的方法1000。作为非限制性示例,电化学系统可以与本文中所描述的器件或系统相关联。为了制造机电系统,可以使用方法1000中的过程步骤中的全部或一些,并且可以以不同的顺序使用。作为非限制性示例,步骤1014可以在步骤1012之前被执行。在一些实施例中,本文中公开的其他方法的步骤可以用方法

1000来执行。

[0087] 方法1000包括步骤1002,提供衬底。在一些实施例中,衬底由玻璃制成。在一些实施例中,衬底是低温多晶硅。在一些实施例中,衬底是包含用于微调属性的附加元素的硼硅酸盐。硼硅酸盐的示例是CORNING EAGLE,其产生碱土金属硼铝硅酸盐(负载有硼、铝和各种碱土元素的硅酸盐)。其他变型可从ASAHI GLASS或SCHOTT获得。

[0088] 在一些实施例中,平板玻璃工艺用于制造机电系统。在一些实施例中,液晶显示器(LCD)工艺用于制造机电系统。在一些实施例中,使用OLED显示工艺或x射线面板工艺。采用平板玻璃工艺可以允许增加衬底大小,由此允许每个衬底具有更多数量的电化学系统,这降低了处理成本。“面板级”大小可以包括300mm x 400mm、360mm x 465mm、400mm x 500mm、550mm x 650mm、620mm x 750mm、680mm x 880mm、730mm x 920mm、1100mm x 1300mm、1300mm x 1500mm、1500mm x 1850mm、1950mm x 2250mm、2200mm x 2500mm和2840mm x 3370mm。进一步地,面板级制造中的薄膜晶体管(TFT)也可以降低成本,并且因此,例如,LCD-TFT工艺可以是有益的。

[0089] 方法1000包括步骤1004,将MEMS添加到衬底。虽然MEMS用于描述结构的添加,但是应当领会,可以添加其他结构而不偏离本公开的范围。在使用面板级处理的实施例中,可以使用LCD-TFT工艺添加MEMS结构。

[0090] 步骤1004之后可以是可选的步骤1016,子电镀。当衬底大于后续步骤中使用的处理装备时,可以使用步骤1016。例如,如果使用面板级工艺(诸如LCD),一些实施例将包括(在步骤1004处)将面板切割成晶圆大小以执行进一步处理(例如,使用CMOS制造装备)。在其他实施例中,贯穿整个方法1000使用相同大小的衬底(即,不使用步骤1016)。

[0091] 方法1000包括步骤1006,从衬底释放MEMS。

[0092] 方法1000包括步骤1008,释放后处理。此类释放后处理可以为进一步的处理步骤准备MEMS结构,诸如平坦化。在晶圆级处理中,平坦化可以包括化学机械平坦化。在一些实施例中,进一步的工艺步骤包括回蚀,其中将光刻胶旋涂到形貌上以生成更平坦的表面,随后对该表面进行蚀刻。对蚀刻时间的更高的控制可以产生更平滑的表面轮廓。在一些实施例中,进一步的工艺步骤包括“旋涂玻璃”,其中将玻璃负载的有机粘合剂旋涂到形貌上,并烘烤结果以驱除有机溶剂,从而留下更光滑的表面。

[0093] 方法1000包括步骤1010,在必要的情况下真空封装MEMS结构。真空封装可以有益于延长器件寿命。

[0094] 方法1000包括步骤1012,分割。一些实施例可以包括校准和芯片编程,这可以考虑传感器的属性。本文中所描述的方法在玻璃衬底制造工艺中可以是有利的,这是因为玻璃光刻能力的均匀性是有限的。作为进一步的优点,玻璃具有较低的热导率,以及因此玻璃衬底可以是更好的热绝缘体;通过制造将辐射热计像素与玻璃衬底分离的薄结构,本文中的实施例可以更好地用于将玻璃辐射热计像素与封装环境热隔离。

[0095] 方法1000包括步骤1014,附接读出集成电路(ROIC)和柔性/PCB附接。本文中所描述的工艺和器件可以具有进一步的优点,即信号处理所需的面积可以比由感测物理决定的感测面积小得多。通常,传感器集成在CMOS电路的顶部上,并且区域驱动成本导致技术节点对于信号处理任务来说不是最佳的。本文中所描述的工艺可以使用更合适的CMOS,并减小信号处理所需的面积,从而通过利用FPD(平板显示器)制造的低成本,将传感器从任何面积

限制中解放出来。在一些实施例中,ROIC专门被设计成用于满足感测特定电磁波长(诸如X射线、THz、LWIR)的要求。

[0096] 图11图示出示例性传感器。在一些实施例中,使用本文中公开的方法制造传感器1100。传感器1100包括玻璃衬底1106、耦合到玻璃衬底1106的小于250nm宽的结构1104、以及耦合到结构1104的传感器像素1102。在传感器1100的一些实施例中,结构1104是将有源区域与玻璃热分离的铰链。在一些实施例中,传感器1100接收输入电流或电荷,并且基于接收到的辐射输出电流或电荷(例如,传感器的两个端子之间的电阻响应于LWIR辐射的暴露而改变)。

[0097] 在一些实施例中,传感器包括玻璃衬底、通过本文中所描述的方法中的任意方法制造并耦合到玻璃衬底的结构、以及耦合到该结构的传感器像素。举例来说,传感器可以包括电阻式传感器和电容式传感器。

[0098] 在一些实施例中,通过本文中的工艺制造的MEMS器件是辐射热计,每个辐射热计包括玻璃衬底和耦合到该结构的辐射热计像素。在一些实施例中,辐射热计包括通过LCD-TFT制造工艺制造的MEMS或NEMS器件。

[0099] 辐射热计可以用于各种应用。例如,长波红外(LWIR,波长大约是 $8\mu\text{m}$ - $14\mu\text{m}$)辐射热计可以用于汽车和商业安全行业。例如,具有QVGA、VGA和其他分辨率的LWIR辐射热计。太赫兹(THz,波长大约是0.1mm到1.0mm)辐射热计可用于安全(例如,机场乘客安全筛查)和医疗(医疗成像)。例如,THz辐射热计可以具有QVGA分辨率(320x 240)或其他分辨率。一些电化学系统可以包括X射线传感器或相机系统。类似地,LWIR和THz传感器用于相机系统。一些机电系统应用于医疗成像(诸如内窥镜和外窥镜)。

[0100] 其他机电系统包括用于光检测和测距(LIDAR)系统的扫描仪。例如,其中激光束的空间属性可以被整形(例如,光束指向)的光学扫描仪。机电系统包括惯性传感器(例如,其中输入刺激是线性运动或角运动)。一些系统可用于生物感测平台和生物治疗平台(例如,检测生化试剂的地方)。

[0101] 如本文中所使用,术语“MEMS”可以被理解为包括具有大约1mm及以下的特征大小的机电系统。例如,术语“MEMS”可以被理解为包括纳米机电系统(“NEMS”)。

[0102] 在第一实施例中,一种制造多个MEMS器件的方法,每个器件包括具有不同的热膨胀系数(CTE)的第一材料和第二材料,该方法包括:提供具有与第一材料的CTE基本上相等的CTE的载体,该载体包括多个空腔;将多个部件定位在该载体的相应的空腔中,部件包括第二材料;将第一材料层定位在第二材料部件上;接合第一材料层和第二材料部件;移除载体;以及分割第一材料层以产生多个MEMS器件。

[0103] 在第二实施例中,如实施例1所述的方法,其中,提供载体包括提供第一材料的载体层。

[0104] 在第三实施例中,如实施例1所述的方法,其中,提供载体包括提供陶瓷材料或金属中的至少一种。

[0105] 在第四实施例中,如实施例1-3中的任一项所述的方法,其中,提供载体包括:提供第一载体层;提供第二载体层;接合第一载体层和第二载体层;从第一载体层和第二载体层中的一者或两者中移除材料以创建多个空腔。

[0106] 在第五实施例中,如实施例1-4中的任一项所述的方法,进一步包括施加真空,并

且其中,在施加真空的同时执行第一材料层和第二材料部件的接合。

[0107] 在第六实施例中,如实施例5所述的方法,其中,提供载体包括提供在每个空腔中具有真空通道的载体。

[0108] 在第七实施例中,如实施例1-6中的任一项所述的方法,其中,提供载体包括提供圆形晶圆。

[0109] 在第八实施例中,如实施例1-6中的任一项所述的方法,其中,提供载体包括提供方形晶圆。

[0110] 在第九实施例中,如实施例1-8中的任一项所述的方法,其中,提供载体包括提供6英寸晶圆。

[0111] 在第十实施例中,如实施例1-8中的任一项所述的方法,其中,提供载体包括提供8英寸晶圆。

[0112] 在第十一实施例中,如实施例1-6中的任一项所述的方法,其中,提供载体包括提供面板。

[0113] 在第十二实施例中,如实施例1-11中的任一项所述的方法,其中,定位多个部件包括对部件施加真空以将部件固定到载体。

[0114] 在第十三实施例中,如实施例12所述的方法,其中,提供载体包括提供在每个空腔中具有真空通道的载体,并且其中,施加真空包括通过通道向部件施加真空。

[0115] 在第十四实施例中,如实施例1-13中的任一项所述的方法,其中,多个MEMS器件中的每一个包括第二材料的覆盖物。

[0116] 在第十五实施例中,如实施例1-14中的任一项所述的方法,其中,每个部件包括具有金属化表面的侧壁。

[0117] 在第十六实施例中,如实施例15所述的方法,其中,每个部件的侧壁在相应的部件中限定空腔。

[0118] 在第十七实施例中,如实施例16所述的方法,进一步包括在将部件定位在载体之前或在相应的部件中创建空腔。

[0119] 在第十八实施例中,如实施例16所述的方法,进一步包括在将部件定位在载体之后或在相应的部件中创建空腔。

[0120] 在第十九实施例中,如实施例15-18中的任一项所述的方法,进一步包括在将部件定位在载体之前创建金属化表面。

[0121] 在第二十实施例中,如实施例15-18中的任一项所述的方法,进一步包括在将部件定位在载体之后创建金属化表面。

[0122] 在第二十一实施例中,如实施例15-20中的任一项所述的方法,其中,接合第一材料层和第二材料部件包括在金属化表面上沉积接合部件。

[0123] 在第二十二实施例中,如实施例21所述的方法,其中,接合部件包括焊料预成型件、沉积的焊料或两者。

[0124] 在第二十三实施例中,如实施例1-22中的任一项所述的方法,其中,接合第一材料层和第二材料部件包括通过沉积生长接合部件。

[0125] 在第二十四实施例中,如实施例1-23中的任一项所述的方法,其中,接合第一材料和第二材料包括施加小于350℃的温度。

[0126] 在第二十五实施例中,如实施例1-24中的任一项所述的方法,其中,接合第一材料和第二材料包括施加大约300℃的温度。

[0127] 在第二十六实施例中,如实施例1-25中的任一项所述的方法,进一步包括在将第一材料层定位在第二材料部件上之后以及在接合第一材料层和第二材料部件之前旋转第一材料层、第二材料部件和载体。

[0128] 在第二十七实施例中,如实施例1-26中的任一项所述的方法,其中,分割包括使用切割锯切割第一材料层。

[0129] 在第二十八实施例中,如实施例1-26中的任一项所述的方法,其中,分割包括使用划线和断裂工艺切割第一材料层。

[0130] 在第二十九实施例中,如实施例1-28中的任一项所述的方法,其中,第一材料和第二材料选自玻璃和硅。

[0131] 在第三十实施例中,一种MEMS器件包括:第一部分;以及在接合区域处接合到第一部分的第二部分,该接合区域包括多个凹槽。

[0132] 在第三十一实施例中,如实施例30所述的MEMS器件,其中,凹槽包括V形。

[0133] 在第三十二实施例中,如实施例30-31中的任一项所述的MEMS器件,其中,凹槽形成在第一部分的表面中,并且每个凹槽包括与表面成约54度角的两个侧壁。

[0134] 在第三十三实施例中,如实施例30所述的MEMS器件,其中,凹槽不与第二部分的表面形成锐角。

[0135] 在第三十四实施例中,如实施例30-33中的任一项所述的MEMS器件,其中,第一部分包括凹槽和比凹槽深的空腔。

[0136] 在第三十五实施例中,如实施例34所述的MEMS器件,其中,MEMS器件包括辐射热计并且空腔封围光传感器。

[0137] 在第三十六实施例中,如实施例30-35中的任一项所述的MEMS器件,其中,多个凹槽包括端到端布置的多个分段凹槽。

[0138] 在第三十七实施例中,如实施例30-36中的任一项所述的MEMS器件,进一步包括处于凹槽中并在第一部分与第二部分之间的焊料。

[0139] 在第三十八实施例中,如实施例37所述的MEMS器件,其中,焊料预成型件具有第一体积,其中,多个凹槽在第一部分中限定第二体积,并且其中,第二体积大于或等于第一体积。

[0140] 在第三十九实施例中,如实施例30-38中的任一项所述的MEMS器件,进一步包括处于凹槽中并在第一部分与第二部分之间的粘合层。

[0141] 在第四十实施例中,如实施例30-39中的任一项所述的MEMS器件,其中,凹槽形成在第一部分的表面中,并且其中,该器件进一步包括附接到第二部分的金属化环。

[0142] 在第四十一实施例中,一种制造MEMS器件的方法,该器件包括接合区域,该方法包括:提供该器件的第一部分;在接合区域处将多个凹槽添加到该第一部分;将焊料(例如,焊料预成型件、沉积的焊料)定位在凹槽上方;将器件的第二部分与第一部分对准;加热焊料;朝向第二部分移动第一部分;以及冷却焊料,使得第一部分在接合区域处接合到第二部分。

[0143] 在第四十二实施例中,如实施例41所述的方法,其中,凹槽包括与第一部分的表面成约54度角的侧壁。

[0144] 在第四十三实施例中,如实施例41-42中的任一项所述的方法,其中,焊料具有第一体积,并且多个凹槽在第一部分中限定第二体积,并且其中,第二体积大于或等于第一体积。

[0145] 在第四十四实施例中,如实施例41-43中的任一项所述的方法,其中,多个凹槽包括端到端布置的多个分段凹槽。

[0146] 在第四十五实施例中,如实施例41-44中的任一项所述的方法,进一步包括将金属化环添加到器件的第二部分。

[0147] 在第四十六实施例中,如实施例41-45中的任一项所述的方法,进一步包括将空腔添加到器件的第一部分,其中,空腔比凹槽更深。

[0148] 在第四十七实施例中,如实施例46所述的方法,其中,空腔和凹槽在相同的蚀刻处理步骤中被添加到第一部分。

[0149] 在第四十八实施例中,如实施例46所述的方法,其中,空腔和凹槽在不同的处理步骤中被添加到第一部分。

[0150] 在第四十九实施例中,如实施例46-48中的任一项所述的方法,其中,MEMS器件包括辐射热计并且空腔封围光传感器。

[0151] 在第五十实施例中,如实施例41-49中的任一项所述的方法,进一步包括方法1-29中的任一项中的至少一个步骤。

[0152] 在第五十一实施例中,一种制造多个MEMS器件的方法,该方法包括:提供包括多个第一机电部件的层;提供包括多个位置的载体,每个位置与该多个第一机电部件中的相应的一个部件相关联;标识该多个第一机电部件中的有缺陷的部件;将多个第二机电部件定位在载体上的相应的位置处而不是与有缺陷的机电部件相关联的位置处;将层定位在载体上;接合第一机电部件和第二机电部件的相应对;移除载体;以及分割层以产生多个MEMS器件。

[0153] 在第五十二实施例中,如实施例51所述的方法,其中,标识有缺陷的部件包括对多个第一机电部件进行电测试。

[0154] 在第五十三实施例中,如实施例52所述的方法,其中,标识有缺陷的部件包括标识短路或开路中的至少一者。

[0155] 在第五十四实施例中,如实施例51-53中的任一项所述的方法,其中,标识有缺陷的部件包括对多个第一机电部件进行机械测试。

[0156] 在第五十五实施例中,如实施例51-54中的任一项所述的方法,其中,标识有缺陷的部件包括产生不良器件映射。

[0157] 56. 在第五十六实施例中,如实施例51-55中的任一项所述的方法,其中,标识有缺陷的部件包括标识多于一个的有缺陷的部件,并且其中,定位多个第二机电部件包括将多个第二机电部件定位在载体上的相应位置处而不是与多于一个的有缺陷的机电部件相关联的位置处。

[0158] 在第五十七实施例中,如实施例51-56中的任一项所述的方法,其中,层是晶圆大小的。

[0159] 在第五十八实施例中,如实施例51-57中的任一项所述的方法,其中,部件是圆形的。

[0160] 在第五十九实施例中,如实施例51-58中的任一项所述的方法,其中,部件包括辐射热计覆盖物。

[0161] 在第六十实施例中,如实施例51-59中的任一项所述的方法,其中,部件包括硅。

[0162] 在第六十一实施例中,如实施例51-60中的任一项所述的方法,其中,载体包括多个空腔,每个空腔位于载体的相应的位置处。

[0163] 在第六十二实施例中,如实施例51-61中的任一项所述的方法,进一步包括方法1-29和41-49中的任一项中的至少一个步骤。

[0164] 在第六十三实施例中,一种制造MEMS器件的方法,该方法包括:提供具有接合区域和空腔的透明覆盖物;以及在该接合区域和空腔中施加粘合层,其中,该粘合层被定位在空腔中以阻断到达参考传感器的辐射。

[0165] 在第六十四实施例中,如实施例63所述的方法,进一步包括方法1-29、41-49和51-61中的任一项中的至少一个步骤。

[0166] 在第六十五实施例中,一种MEMS器件包括:具有参考传感器和有源传感器的衬底;以及包括接合区域和空腔的透明覆盖物,其中,使用粘合剂在接合区域处接合衬底和透明覆盖物,并且其中,透明覆盖物包括被定位成用于阻断到达参考传感器的辐射的空腔中的粘合剂。

[0167] 在第六十六实施例中,如实施例65所述的MEMS器件,其中,覆盖物进一步包括在接合区域中的多个凹槽。

[0168] 在第六十七实施例中,如实施例66所述的MEMS器件,其中,凹槽包括V形。

[0169] 在第六十八实施例中,如实施例66-67中的任一项所述的MEMS器件,其中,凹槽形成在透明覆盖物的表面中,并且每个凹槽包括与表面成约54度角的两个侧壁。

[0170] 在第六十九实施例中,如实施例66所述的MEMS器件,其中,凹槽不与透明覆盖物的表面形成锐角。

[0171] 在第七十实施例中,如实施例66-69中的任一项所述的MEMS器件,其中,空腔比凹槽深。

[0172] 在第七十一实施例中,如实施例66-70中的任一项所述的MEMS器件,其中,多个凹槽包括端到端布置的多个分段凹槽。

[0173] 在第七十二实施例中,如实施例66-71中的任一项所述的MEMS器件,进一步包括处于凹槽中并在衬底与透明覆盖物之间的焊料。

[0174] 在第七十三实施例中,如实施例72所述的MEMS器件,其中,焊料预成型件具有第一体积,其中,多个凹槽在透明覆盖物中限定第二体积,并且其中,第二体积大于或等于第一体积。

[0175] 在第七十四实施例中,如实施例66-73中的任一项所述的MEMS器件,其中,凹槽形成在透明覆盖物的表面中,并且其中,该器件进一步包括附接到衬底的金属化环。

[0176] 在第七十五实施例中,如实施例65-74中的任一项所述的MEMS器件,其中,MEMS器件包括辐射热计并且空腔封围光传感器。

[0177] 虽然已经参考所附图充分地描述了所公开的实施例,但是应当注意,各种改变和修改对于本领域技术人员将变得显而易见。此类改变和修改应被理解为包括在所附权利要求所限定的所公开的实施例的范围内。例如,虽然本公开主要是关于玻璃MEMS板/面板描

述的,但是本领域普通技术人员将认识到在不偏离本公开的范围的情况下也可以使用其他 MEMS 板/面板。此类其他 MEMS 板可以包括但不限于有机材料(塑料、聚合物)和金属(例如,不锈钢)。如本文中所使用,术语“板”和“面板”是同义词。

[0178] 在对本文中各种所描述的实施例的说明书中使用的术语仅出于描述特定实施例的目的,而不旨在是限制性的。如在各种所描述的实施例的说明书中和所附权利要求中所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”意在同样包括复数形式,除非上下文明确指出了其它情形。还将理解,如本文中所使用的术语“和/或”指代并涵盖相关联所列项目中的一者或多者的任何和所有可能的组合。将进一步理解的是,术语“包含”、“包含有”、“包括”和/或“包括有”当在本说明书中使用时指明所陈述的特征、整数、步骤、操作、要素和/或部件的存在,但并不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、要素、部件和/或其群组的存在或添加。



图1

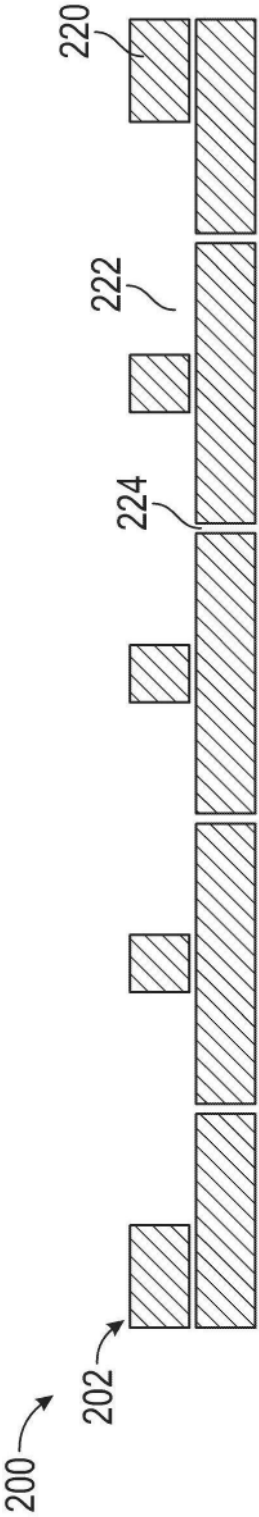


图2A

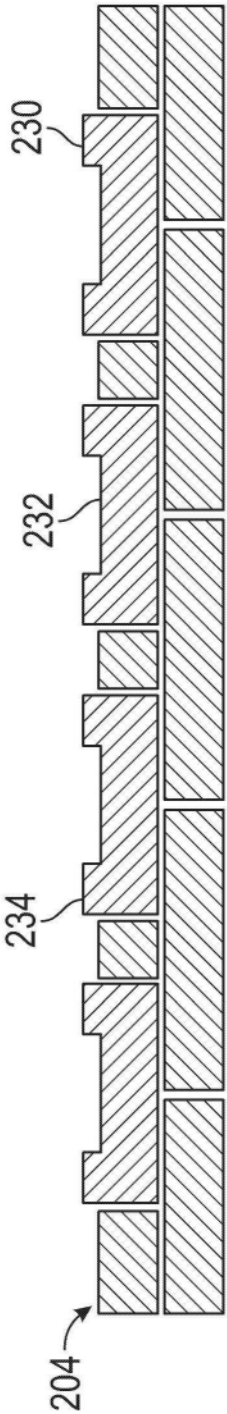


图2B

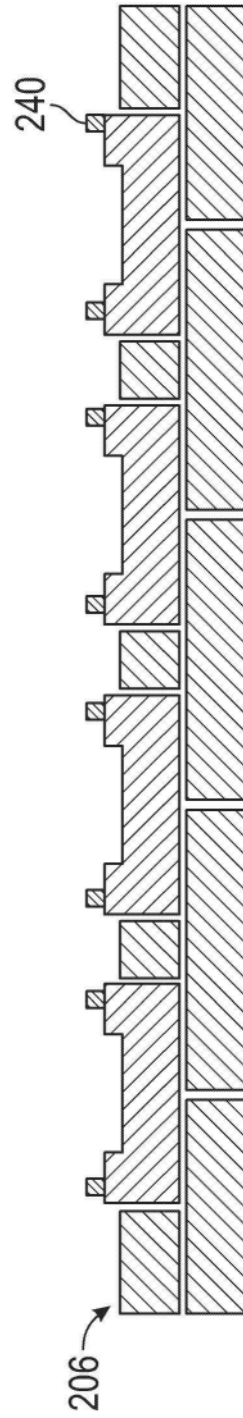


图2C

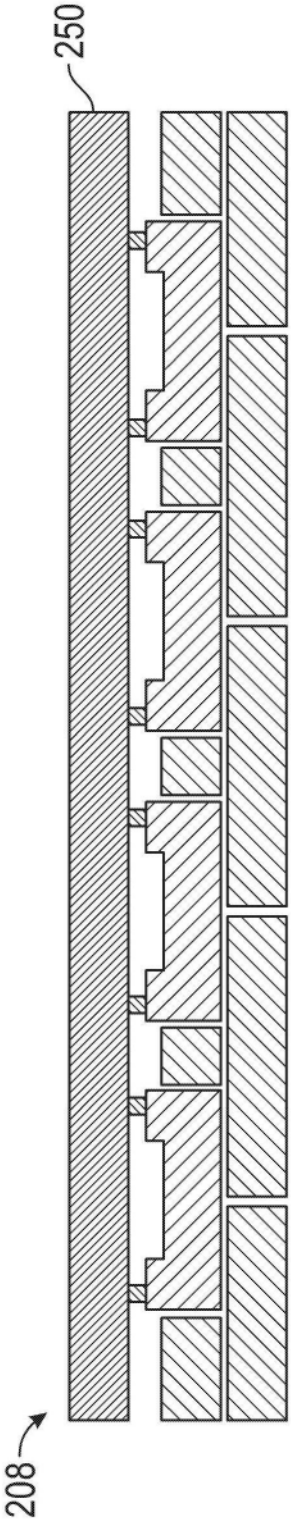


图2D

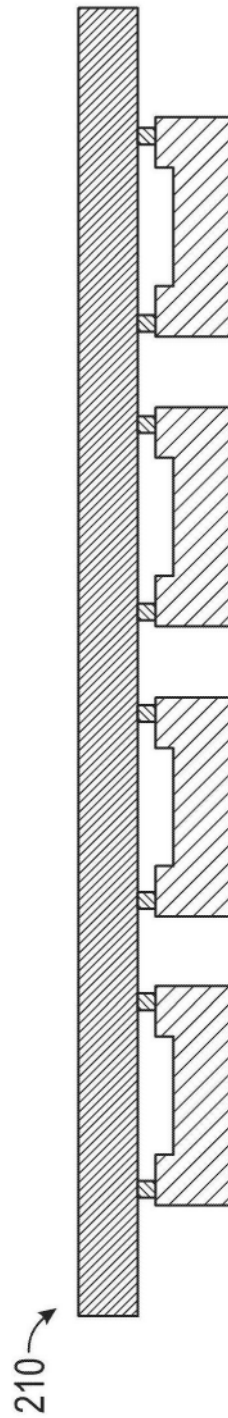


图2E

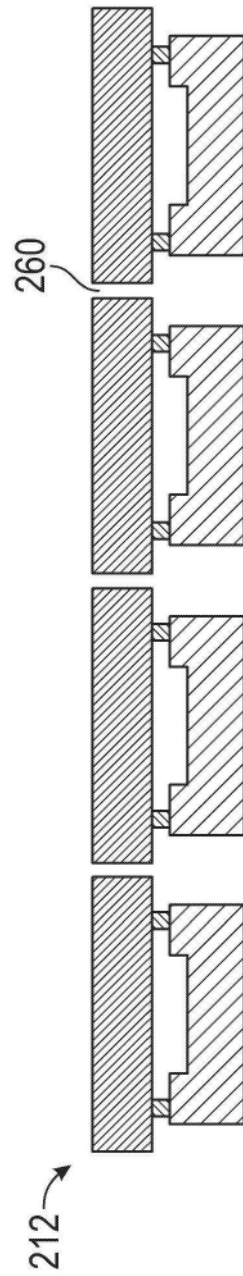


图2F

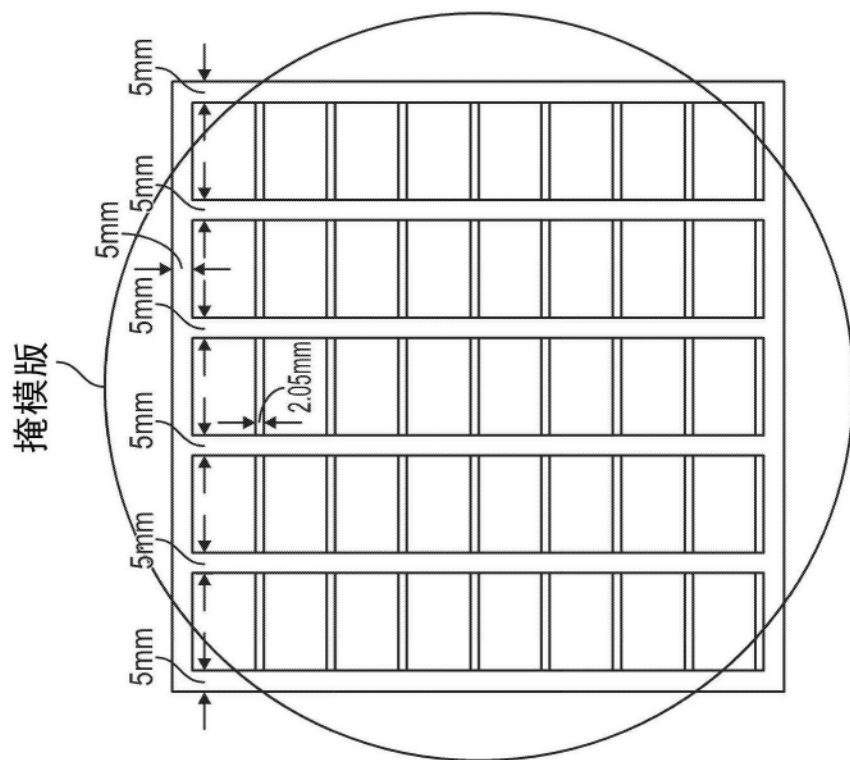


图3A

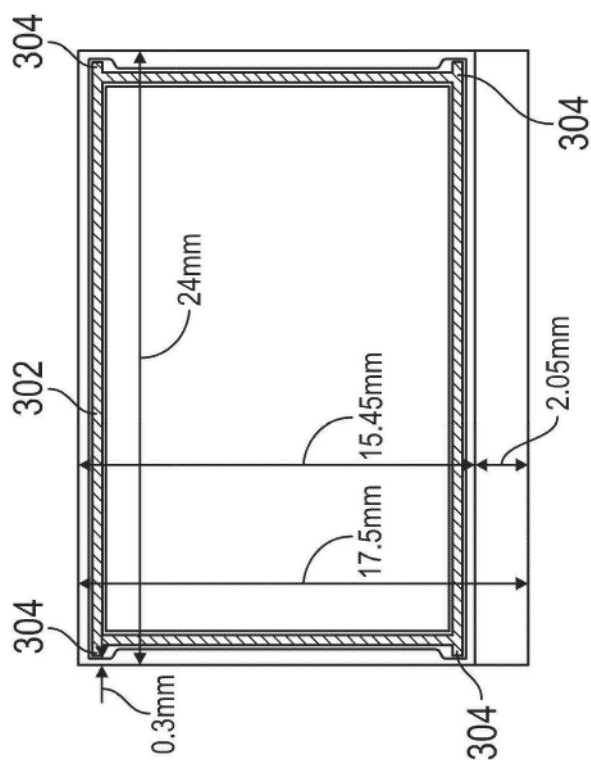


图3B

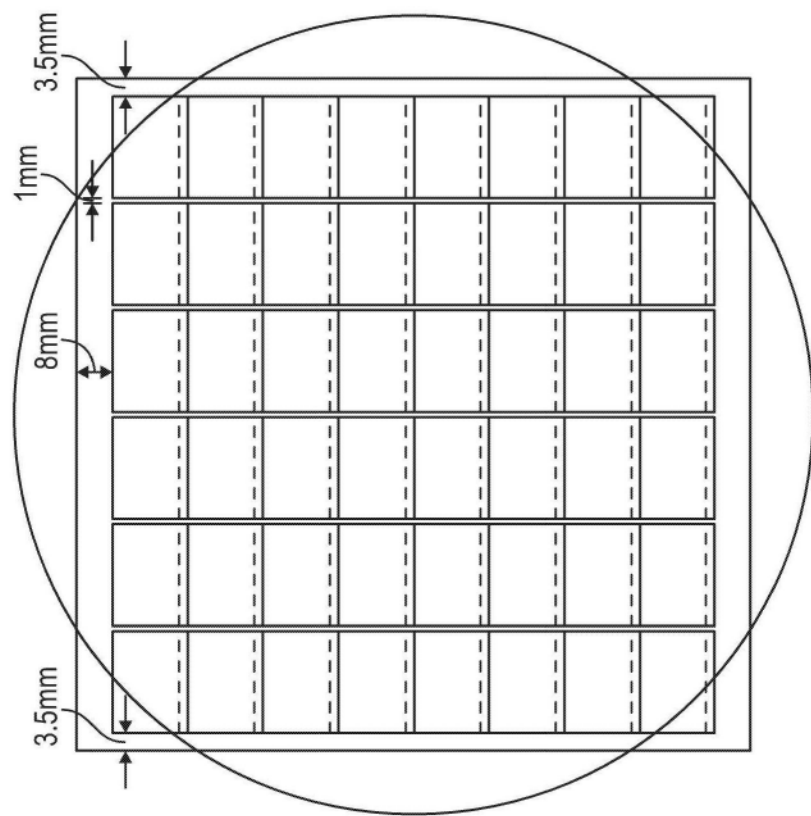


图3C

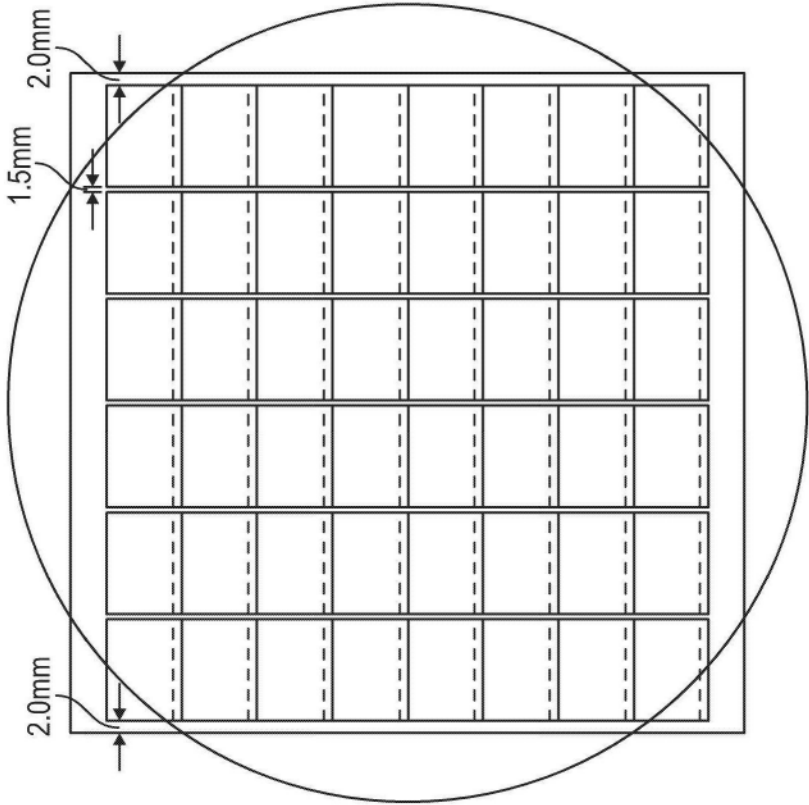


图3D

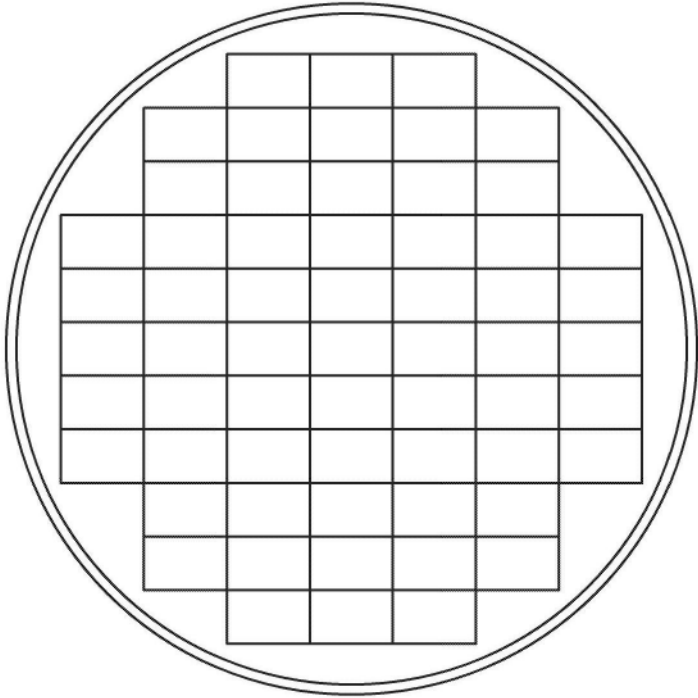


图4

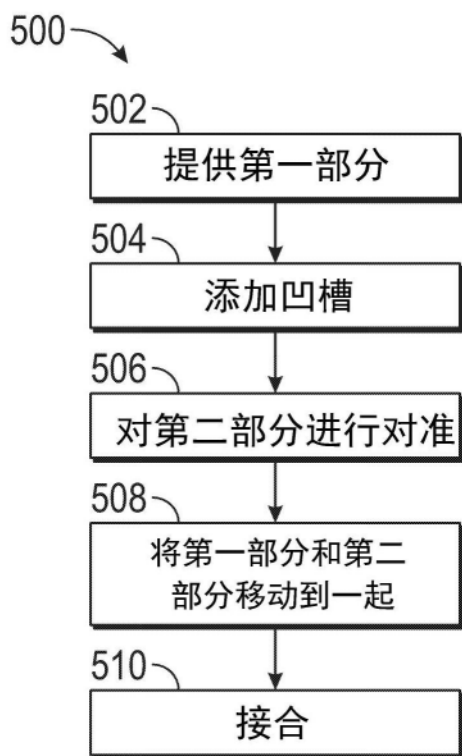


图5

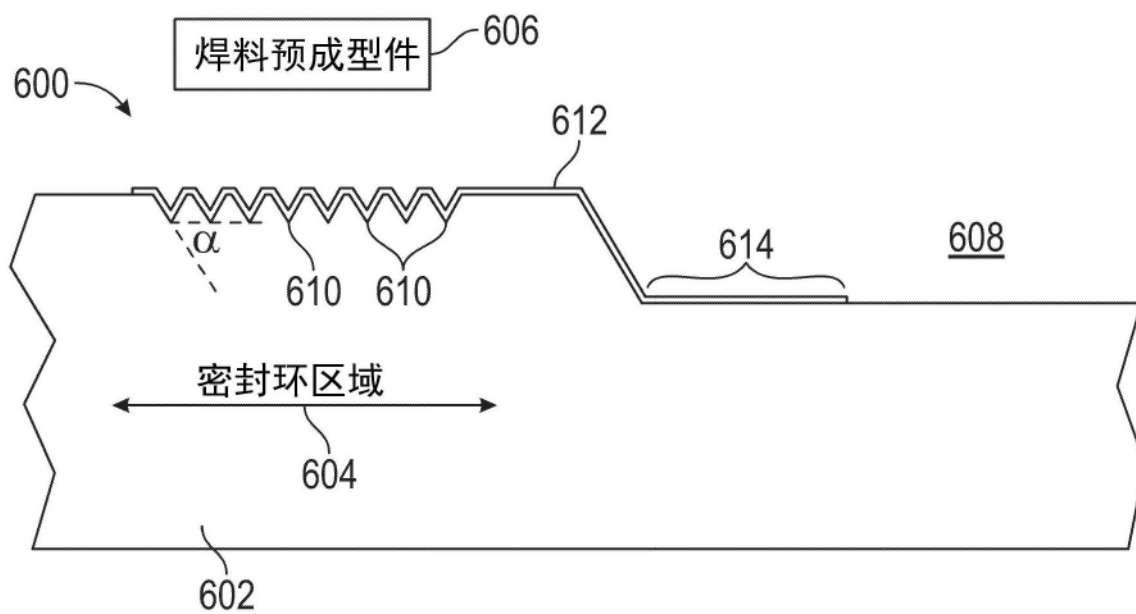


图6A

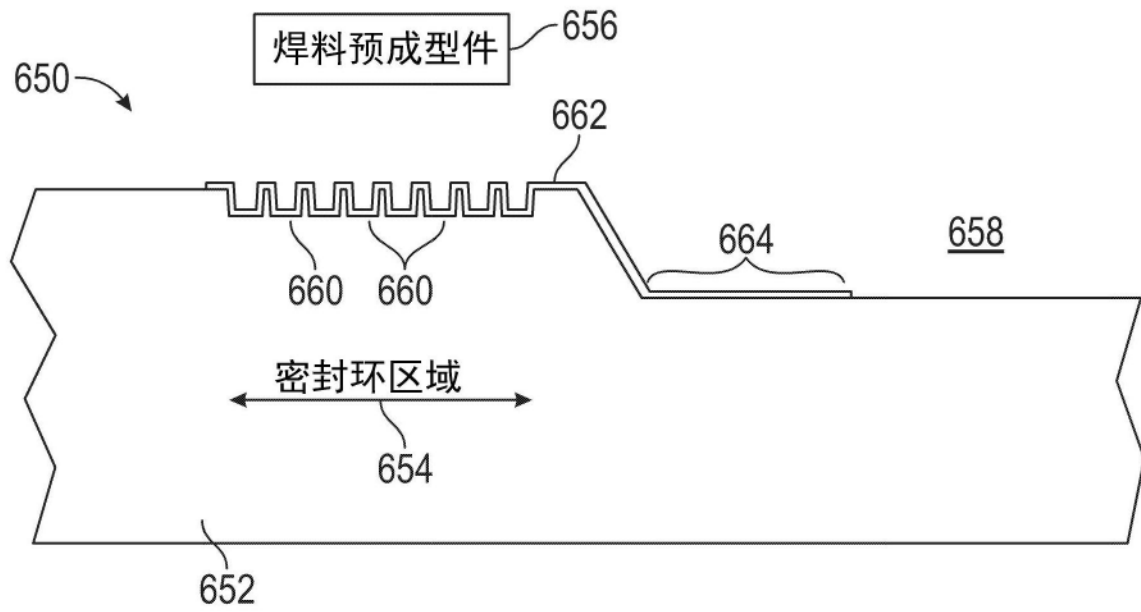


图6B

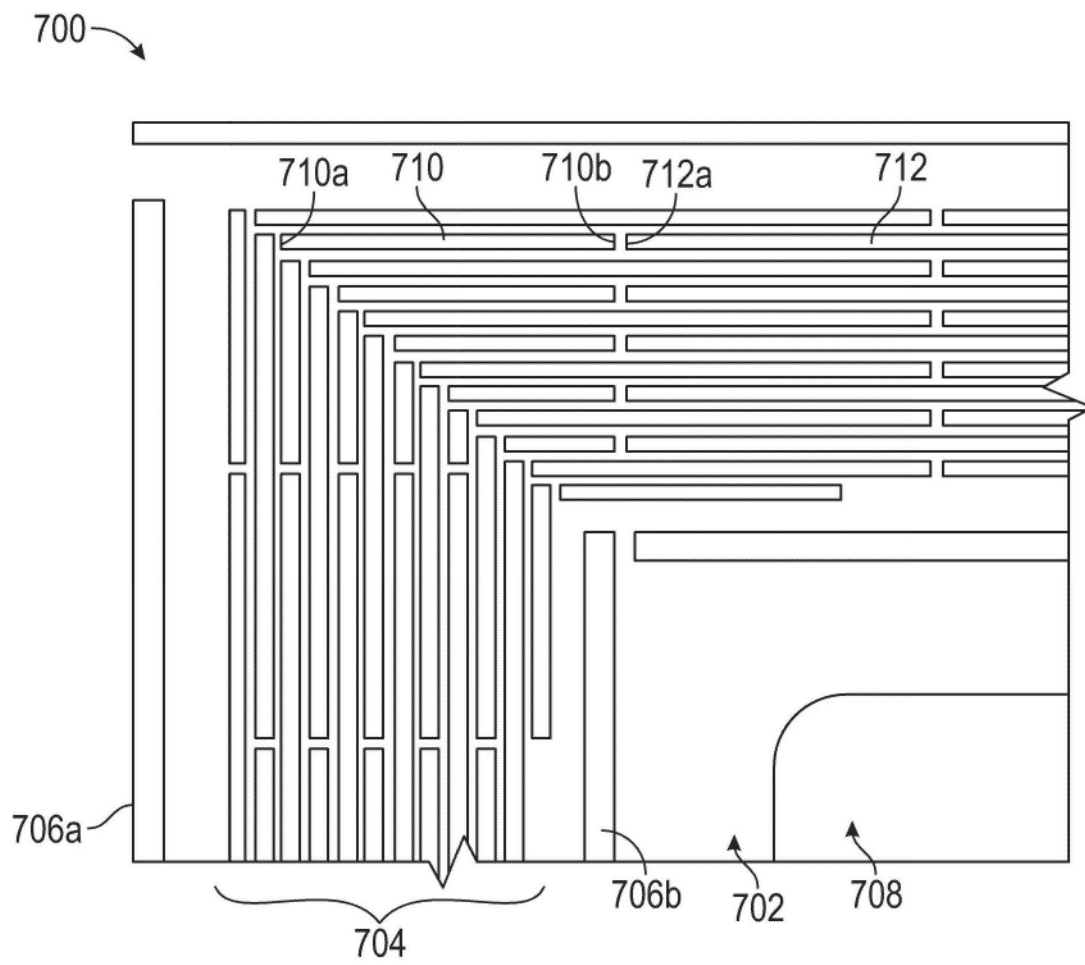


图7A

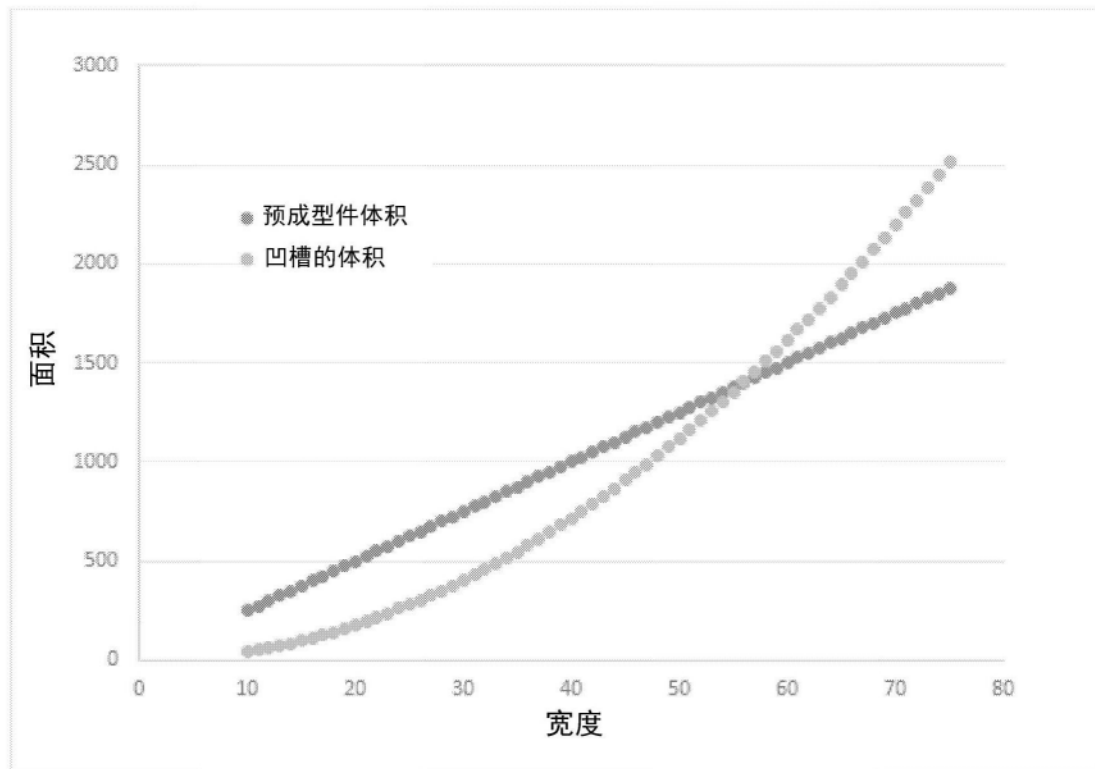


图7B

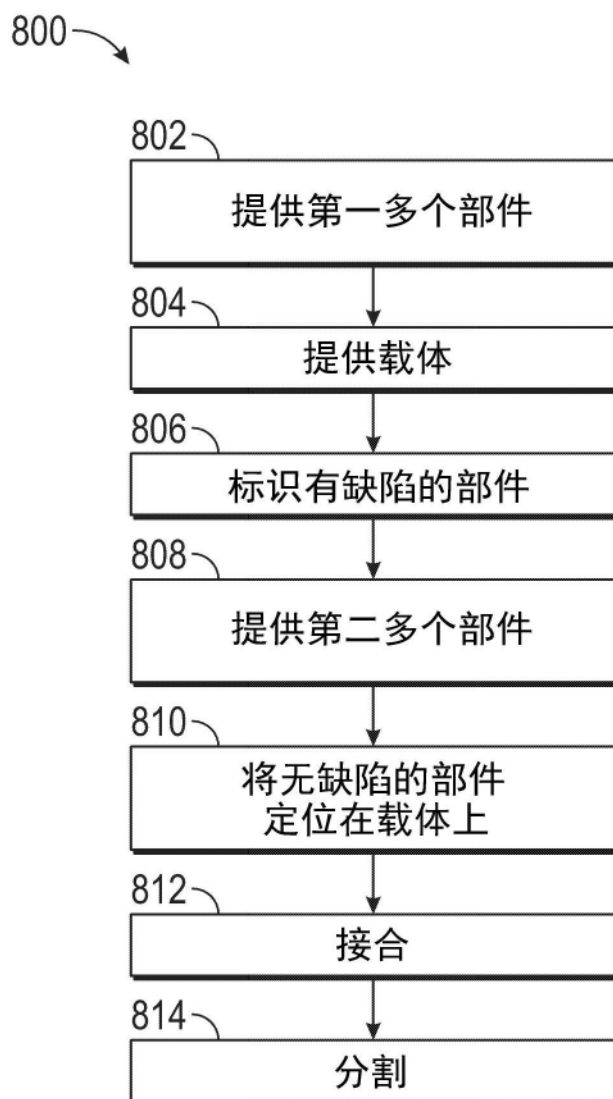


图8

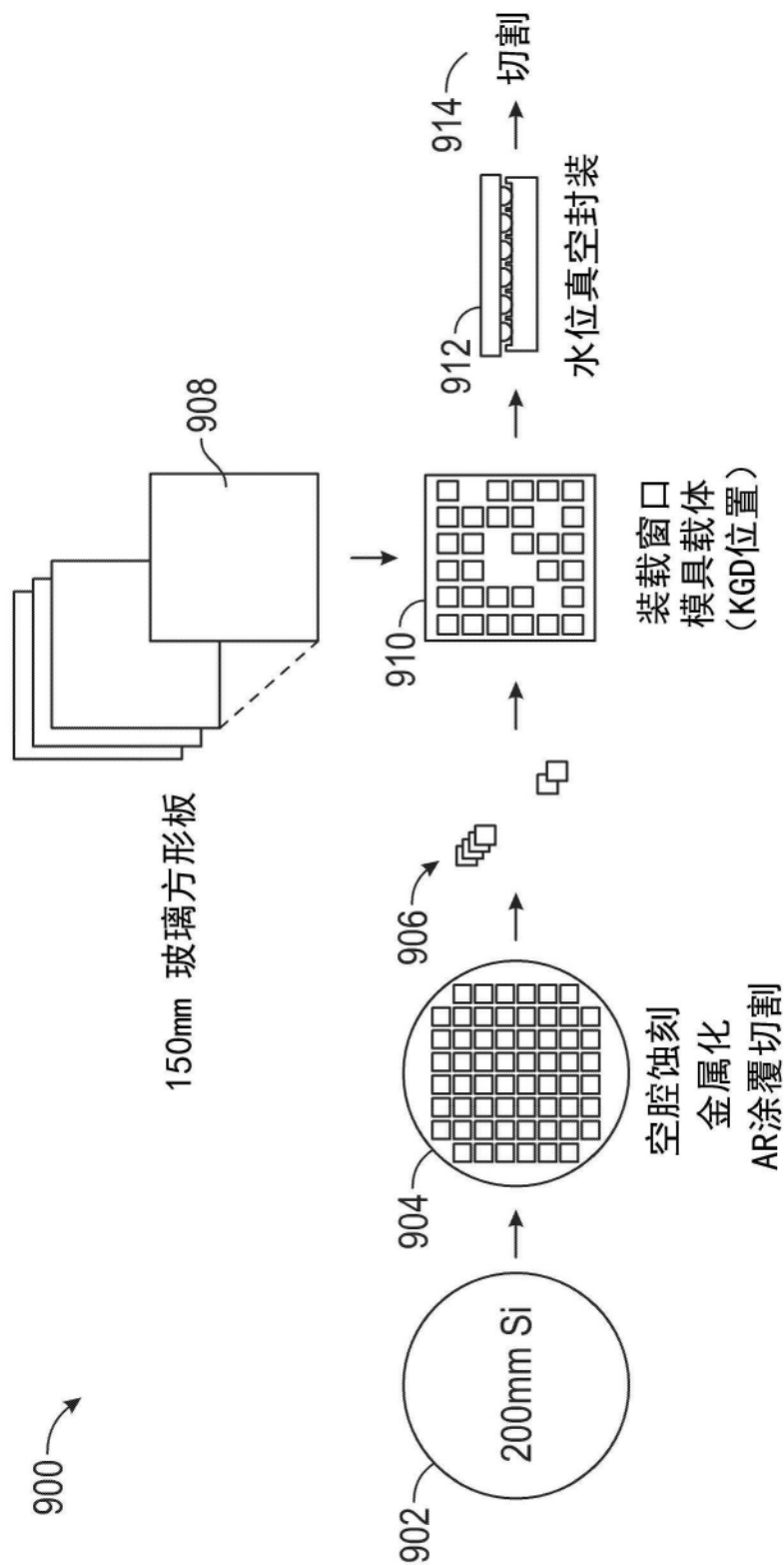


图9

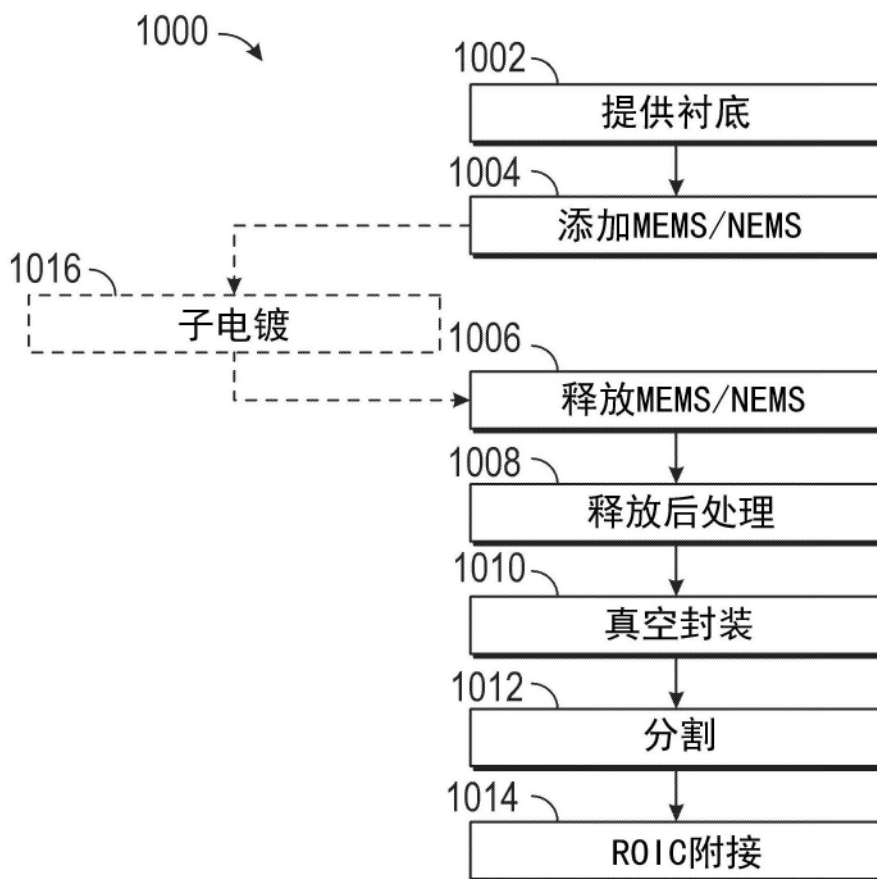


图10

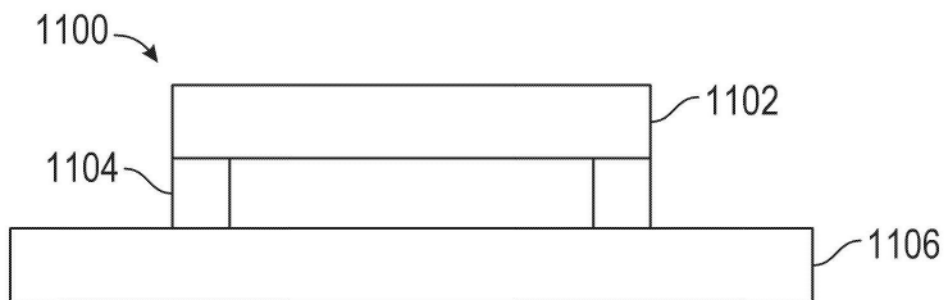


图11