



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 105470218 B

(45) 授权公告日 2020.12.08

(21) 申请号 201510627492.1

(22) 申请日 2015.09.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105470218 A

(43) 申请公布日 2016.04.06

(30) 优先权数据
14/499,222 2014.09.28 US

(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

(72) 发明人 A·维诺戈帕 M·丹尼森
L·哥伦布 H·尼古耶
D·爱德华兹

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 赵蓉民 赵志刚

(51) Int.Cl.

H01L 23/367 (2006.01)

H01L 23/373 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2003209802 A1, 2003.11.13

US 2009232991 A1, 2009.09.17

CN 101044809 A, 2007.09.26

李勤涛. 低能甲烷和氢气混合离子束诱导产生石墨纳米晶包覆多壁碳纳米管的复合结构. 《新型碳材料》. 2008, 第23卷(第3期), 235-239.

审查员 肖瑶

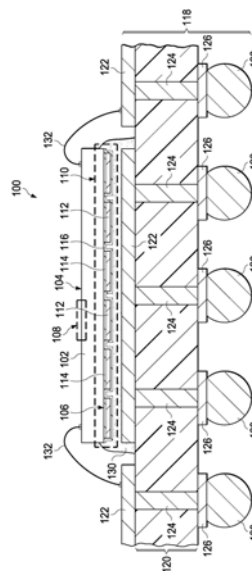
权利要求书2页 说明书5页 附图9页

(54) 发明名称

用于热管理的背侧散热器的集成

(57) 摘要

本发明涉及用于热管理的背侧散热器的集成。一种微电子器件(100)包括半导体器件(102), 其中, 在该半导体器件(102)的前表面(104)处具有组件(108)并且在该半导体器件(102)的后表面(106)上具有背侧散热器层(110)。该背侧散热器层(110)的厚度为100纳米至3微米, 具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。



1. 一种形成微电子器件的方法,包括以下步骤:
为所述微电子器件的半导体器件提供器件衬底,所述器件衬底具有前表面和后表面;
在所述前表面处形成组件;
在所述后表面上形成粘合层,所述粘合层包括钛、钛钨或镍;以及
在所述粘合层上形成散热器材料以形成背侧散热器层,所述散热器材料的厚度为100纳米至3微米、具有至少150瓦特/米·开尔文的层内导热系数以及小于100微欧姆厘米的电阻率,其中,形成所述散热器材料包括使用甲烷和氢气以形成石墨层的等离子体增强式化学气相沉积即PECVD工艺。
2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述散热器材料包括氮化硼。
3. 如权利要求1所述的方法,包括将所述散热器材料图案化。
4. 如权利要求1所述的方法,包括在所述散热器材料上形成盖层,所述盖层包括钛和氮化钛。
5. 如权利要求1所述的方法,包括在所述散热器材料上形成盖层,所述盖层包括铜和镍。
6. 如权利要求4或5所述的方法,包括通过形成接触地板和所述盖层的固晶材料层来将所述半导体器件贴附到封装的接地板上。
7. 如权利要求6所述的方法,其中,所述固晶材料层是导电的。
8. 如权利要求4或5所述的方法,包括在所述前表面处形成凸块键合,以及将散热件贴附到所述盖层上。
9. 一种形成微电子器件的方法,包括以下步骤:
为所述微电子器件的半导体器件提供器件衬底,所述器件衬底具有前表面和后表面;
在所述前表面处形成组件;
在所述后表面上形成粘合层,所述粘合层包括钛、钛钨或镍;以及
在所述后表面处形成散热器材料以形成背侧散热器层,所述散热器材料的厚度为100纳米至3微米、具有至少150瓦特/米·开尔文的层内导热系数以及小于100微欧姆厘米的电阻率,其中,形成所述散热器材料包括在所述后表面上形成包括分散在溶剂中的CNT的CNT分散层,接着是加热所述器件衬底以移除所述溶剂的至少一部分以在连续层中形成互相重叠的CNT层。
10. 如权利要求9所述的方法,其中,所述散热器材料包括氮化硼。
11. 如权利要求9所述的方法,包括将所述散热器材料图案化。
12. 如权利要求9所述的方法,包括在所述散热器材料上形成盖层,所述盖层包括钛和氮化钛。
13. 如权利要求9所述的方法,包括在所述散热器材料上形成盖层,所述盖层包括铜和镍。
14. 如权利要求12或13所述的方法,包括通过形成接触地板和所述盖层的固晶材料层来将所述半导体器件贴附到封装的接地板上。
15. 如权利要求14所述的方法,其中,所述固晶材料层是导电的。
16. 如权利要求12或13所述的方法,包括在所述前表面处形成凸块键合,以及将散热件贴附到所述盖层上。

17. 一种形成微电子器件的方法,包括以下步骤:

为所述微电子器件的半导体器件提供器件衬底,所述器件衬底具有前表面和后表面;
在所述前表面处形成组件;

在粘合层上形成散热器材料以形成背侧散热器层,所述散热器材料的厚度为100纳米至3微米、具有至少150瓦特/米·开尔文的层内导热系数以及小于100微欧姆厘米的电阻率,其中,形成所述散热器材料包括使用甲烷和氢气以形成石墨层的等离子体增强式化学气相沉积即PECVD工艺;以及

在所述散热器材料上形成盖层,所述盖层包括钛和氮化钛,或者铜和镍。

18. 如权利要求17所述的方法,包括通过形成接触接地板和所述盖层的固晶材料层来将所述半导体器件贴附到接地板上。

19. 如权利要求17所述的方法,包括在所述前表面处形成凸块键合,以及将散热件贴附到所述盖层上。

用于热管理的背侧散热器的集成

技术领域

[0001] 本发明涉及微电子器件的领域。更具体地,本发明涉及在微电子器件中的热管理结构。

背景技术

[0002] 具有局部生热组件的半导体器件经历导致降低可靠性的热点。去除热量同时保持期望的成本和结构形式因素已经是个问题。

发明内容

[0003] 下面呈现简单的概述以便提供对该发明的一个或更多方面的基本理解。此概述不是该发明的广泛综述,并且既不旨在标识该发明的关键或重要因素,也不旨在描绘其范围。而是,该概述的主要目的是以简化的形式呈现该发明的一些概念,作为之后呈现的更加详细的描述的前序。

[0004] 一种微电子器件包括半导体器件,在该半导体器件的前表面处具有组件并且在该半导体器件的后表面上具有背侧散热器层。该背侧散热器层的厚度为100纳米至3微米,具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数(in-plane thermal conductivity)、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。

[0005] 附图简要说明

[0006] 图1是具有背侧散热器层的示例性微电子器件的截面。

[0007] 图2是具有背侧散热器层的另一个示例性微电子器件的截面。

[0008] 图3是具有背侧散热器层的另一个示例性微电子器件的截面。

[0009] 图4是具有背侧散热器层的另一个示例性微电子器件的截面。

[0010] 图5A至图5C描绘了形成具有背侧散热器层的微电子器件的示例性过程。

[0011] 图6描绘了一种用于在微电子器件上形成背侧散热器层的示例性方法。

[0012] 图7A和图7B描绘了用于在微电子器件上形成散热器层的另一个示例性方法。

具体实施方式

[0013] 以下同时处于申请状态的专利申请(co-pending patent application)是相关的并且通过以下引用结合在此:美国专利申请12/xxx,xxx(德州仪器案卷号TI-73378与此申请同时提交)。

[0014] 参照这些附图描述本发明。这些附图不是按比例绘制的并且提供它们仅为了说明该发明。以下参照用于说明的多个示例性应用描述了该发明的若干方面。应当理解的是,列出许多具体的细节、关系和方法以提供对该发明的理解。然而,相关领域的技术人员将容易地意识到,能够无需这些具体细节中的一个或更多细节或者使用其他方法来实践该发明。在其他实例中,没有详细地示出众所周知的结构或者操作以避免混淆该发明。本发明不受展示的行动或者事件的顺序所限制,因为某些行动可以以不同的顺序发生和/或与其他行

动或者事件同时发生。此外,不要求所有展示的行动或者事件根据本发明实施方法。

[0015] 为了本披露的目的,术语“微电子器件”可以指诸如集成电路或者离散半导体组件的半导体器件,可以指与其他半导体器件在一个薄片中的半导体器件,可以指安装在衬底上的半导体器件,可以指在封装中的半导体器件,以及可以指被密封在电绝缘材料中的半导体器件。

[0016] 图1是具有背侧散热器层的示例性微电子器件的截面。微电子器件100包括具有前表面104和后表面106的半导体器件102。诸如晶体管、二极管或者电阻器的组件108在半导体器件102中在前表面104处形成。组件108可以深入延伸进入半导体器件中,有可能到达后表面106。背侧散热器层110在半导体器件102的后表面106处形成。背侧散热器层110包括散热器材料112,该散热器材料可以按照在图1中所描绘的被图案化或者可以是连续的。该散热器材料112的厚度为100纳米至3微米,具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。散热器材料112可以包括例如石墨、碳纳米管(CNT)、多层石墨烯、和/或氮化硼。背侧散热器层110可以可选地包括在散热器材料112和半导体器件102的后表面106之间的粘合层114。粘合层114可以包括例如通过溅射形成的钛或钛钨,并且可以减少散热器材料112的分层。诸如镍的其他金属可以被添加到粘合层114以改进随后形成散热器材料112。背侧散热器层110可以可选地包括在散热器材料112上与后表面106相反的盖层(cap layer) 116。盖层116可以包括例如通过溅射形成的钛和氮化钛,并且可以减少散热器材料112的分层。

[0017] 半导体器件102被安装在衬底118上,该衬底包括包含玻璃纤维加强塑料(FRP)的头部120、包含铜的顶部引线122、连接至顶部引线122的包含铜的通孔124、连接至通孔124的包含铜的底部引线126、以及连接至底部引线126的锡球128。半导体器件102被贴附到具有诸如环氧树脂的电绝缘固晶胶130的衬底118,该电绝缘固晶胶将背侧散热器层110贴附于顶部引线122。通过在前表面104处的接线键合(wire bond) 132将在半导体器件102中的电路连接至顶部引线122。在微电子器件100的操作过程中,组件108可以生成非期望量的热量;背侧散热器层110可以传导热量使之远离组件108并且因此相比于相似的没有背侧散热器层的微电子器件,有利地减少了在组件108中的温度上升。

[0018] 图2是具有背侧散热器层的另一个示例性微电子器件的截面。微电子器件200包括具有前表面204和后表面206的半导体器件202。组件208在半导体器件202中在前表面204处形成。组件208可以深入延伸进入半导体器件中,有可能到达后表面206。背侧散热器层210在半导体器件202的后表面206处形成。背侧散热器层210包括散热器材料212,该散热器材料可以如在图2中所描绘的是连续的或者可以被图案化。该散热器材料212的厚度为100纳米至3微米,具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。在当前示例中,散热器材料212是导电的并且可以包括例如石墨、CNT和/或多层石墨烯。如参照图1所描述的,背侧散热器层210可以可选地包括在散热器材料212和半导体器件202的后表面206之间的粘合层214。背侧散热器层210可以可选地包括在散热器材料212上与后表面206相反的盖层216。盖层216可以包括铜层和镍层。

[0019] 半导体器件202被安装在双列直插式封装(DIP) 218的接地板220上。半导体器件202被贴附到具有诸如焊料或者填充银的环氧树脂的电绝缘固晶材料(die attach material) 230的接地板220,该电绝缘固晶材料将背侧散热器层210贴附于接地板220。该

DIP 218包括金属引线222。通过在前表面204处的接线键合232将在半导体器件202中的电路连接至引线222。该微电子器件包括封装半导体器件202和接地板220的塑料电绝缘材料234并且将引线222保持在适当位置中。如参照图1所描述的,微电子器件200可以从背侧散热器层210中产生相同益处。

[0020] 图3是具有背侧散热器层的另一个示例性微电子器件的截面。微电子器件300包括具有前表面304和后表面306的半导体器件302。组件308在半导体器件302中在前表面304处形成。组件308可以深入延伸进入半导体器件中,有可能到达后表面306。

[0021] 背侧散热器层310在半导体器件302的后表面306处形成。在当前示例中,背侧散热器层310包括如在图2中描绘的被图案化的第一散热器材料312。该第一散热器材料312的厚度为100纳米至3微米,具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。第一散热器材料312可以包括例如石墨、CNT、多层石墨烯、和/或氮化硼。如参照图1所描述的,背侧散热器层310可以可选地包括在第一散热器材料312和半导体器件302的后表面306之间的粘合层314。背侧散热器层310可以可选地包括在第一散热器材料312上与后表面306相反的第一盖层316。第一盖层316可以包括钛和氮化钛。在当前示例中,背侧散热器层310包括在该第一散热器材料312上的后表面306处的与第一盖层316(若存在)相接触的第二散热器材料336。该第二散热器材料336的厚度也为100纳米至3微米,具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。第二散热器材料336可以具有与第一散热器材料312的相同构成。第二散热器材料336填充了与第一散热器材料312之间的间隙,并且可以按照在图3中所描绘的被图案化或者可以是连续的。第一盖层316可以提供针对第二散热器材料336的粘合。背侧散热器层310可以可选地包括钛和氮化钛的第二盖层338。

[0022] 在半导体器件302中的电路在前表面304处由焊料凸块(solder bump) 332凸点键合(bump bonded)至衬底318的顶部引线322。衬底318包括包含FRP的头部320、顶部引线322、连接至顶部引线322的底部引线326、以及连接至底部引线326的锡球328。可选的灌注胶334可以被施加到半导体器件302,覆盖背侧散热器层310并且向下延伸至衬底318。在微电子器件300的操作过程中,背侧散热器层310可以有利地传导热量使之远离组件308。形成背侧散热器层310,其中,第二散热器材料336穿过在第一散热器材料312中的间隙覆盖并且延伸,相比于分段的仅具有一层散热器材料的背侧散热器层,可以有利地减少在组件308中的温度上升。

[0023] 图4是具有背侧散热器层的另一个示例性微电子器件的截面。微电子器件400包括具有前表面404和后表面406的半导体器件402。组件408在半导体器件402中在前表面404处形成。背侧散热器层410在半导体器件402的后表面406处形成。在当前示例中,背侧散热器层410包括连续的散热器材料412。该散热器材料412的厚度为100纳米至3微米,具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。散热器材料412可以包括例如石墨、CNT、多层石墨烯、和/或氮化硼。如参照图1所描述的,背侧散热器层410可以可选地包括在散热器材料412和半导体器件402的后表面406之间的粘合层414。背侧散热器层410可以可选地包括在散热器材料412上与后表面406相反的第一盖层416。第一盖层416可以包括钛和氮化钛。

[0024] 在半导体器件402中的电路在前表面404处由焊料凸块432凸点键合至衬底418的

顶部引线422。衬底418包括可能包含FRP的头部420、在头部420上的顶部引线422、连接至顶部引线422的底部引线426、以及连接至底部引线426的锡球428。可选的灌注胶434可以被施加到半导体器件402,提供对衬底418的机械粘合。

[0025] 在当前示例中,如在图4中所描绘的,散热器盖440被放置在背侧散热器层410的上方,覆盖半导体器件402并且可能接触衬底418。散热器盖440可以是诸如不锈钢的金属。散热器盖440可以贴附到背侧散热器层410,该背侧散热器层具有诸如填充的环氧树脂或者基于硅树脂的散热器化合物的热传导材料442。

[0026] 在微电子器件400的操作过程中,背侧散热器层410可以有利地传导热量使之远离组件408并且进入散热器盖440中,并且因此减少在组件408中的温度上升。相比于没有背侧散热器层的微电子器件,该背侧散热器层410可以有利地提高到散热器盖440的热量转移。

[0027] 图5A至图5C描绘了形成具有背侧散热器层的微电子器件的示例性过程。参照图5A,从包括半导体材料诸如硅晶体544的器件衬底544开始形成多个微电子器件500。经过制造步骤处理半导体衬底544以在器件衬底544的前表面504处形成多个半导体器件502。每个微电子器件500包括半导体器件502,以及每个半导体器件502在前表面处包括组件508,该组件可能延伸进入器件衬底544,可能到达器件衬底544的后表面506。连续的背侧散热器层510在器件衬底544的后表面506处形成。背侧散热器层510包括散热器材料512。散热器材料512的厚度为100纳米至3微米,具有至少150瓦特/(米·开尔文)的层内导热系数、以及小于100微欧姆厘米的电阻率。散热器材料512可以包括例如石墨、CNT、多层石墨烯、和/或氮化硼。背侧散热器层510可以可选地包括在散热器材料512和器件衬底544的后表面506之间的粘合层514。穿过该多个半导体器件502的后表面506形成背侧散热器层510可以有利地减少微电子器件500的制造成本和复杂性。

[0028] 参照图5B,背侧散热器层510例如由掩模和蚀刻过程而被图案化。被图案化的背侧散热器层510的立体构型可以不必与半导体器件502的立体构型重合或对准。在半导体器件502之间的划线546可以例如通过锯削或划片被标定用来随后使半导体器件502单一化。在当前示例的替代版本中,背侧散热器层510可以不被图案化,保持为连续的层直到后来的单一化。在使器件衬底544单一化之前将背侧散热器层510图案化可以有利地减少针对微电子器件500的制造成本和复杂性。

[0029] 参照图5C,通过划线546使图5B中的器件衬底544单一化将这些微电子器件500隔离开。例如如参照图1至图4所描述的,可以进一步组装每个微电子器件500。

[0030] 图6描绘了一种用于在微电子器件上形成背侧散热器层的示例性方法。在一个或更多器件衬底644上形成微电子器件600的多个半导体器件602。器件衬底644可以是例如半导体晶片。每个半导体器件602包括在相应的器件衬底644的前表面604处形成的组件。每个器件衬底644具有与前表面604相反的后表面606。器件衬底644被放置在如炉管的沉积室648中,从而使得每个器件衬底644的前表面604和后表面606暴露于沉积室648的环境中。反应物气体如甲烷、氢气和氩气被引入到沉积室648中并且器件衬底644被加热。可以有可能施加RF功率以在反应物气体中形成等离子体。反应物气体在每个器件衬底644的前表面604和后表面606上同时形成一层散热器材料612。随后从沉积室648中将器件衬底644移除。例如如参照图5A至图5C所描述的,可以在每个器件衬底644的后表面606上将该层散热器材料612图案化,以在微电子器件600上形成背侧散热器层。可以在每个半导体器件602的前表面

604上将该层散热器材料612图案化以形成可以有利地减少组件的温度上升的散热器层,如同在共同受让的具有专利申请序列号xx/xxx,xxx(律师卷号为TI-73378)的与此申请同时提交的专利申请中所描述的,其通过引用结合在此。在前表面604和后表面606上同时形成该层散热器材料612可以有利地减少微电子器件600的制造成本和复杂性。

[0031] 图7A和图7B描绘了用于在微电子器件上形成散热器层的另一个示例性方法。参照图7A,在其可以是例如半导体晶片的器件衬底744上形成微电子器件700的多个半导体器件702。每个半导体器件702包括在器件衬底744的前表面704处形成的组件708。每个器件衬底744具有与前表面704相反的后表面706。

[0032] 器件衬底744被放置在旋涂装置750中。分配装置752提供CNT分散754于器件衬底744的后表面706上。CNT分散754包括分散在溶剂中的CNT。

[0033] 参照图7B,器件衬底744被放置在烘焙室756中,该烘焙室例如使用辐射加热器758将器件衬底744加热到100°C至150°C,从而蒸发来自图7A的CNT分散754的溶剂760以提供背侧散热器层710。背侧散热器层710因此包括在连续的层中互相重叠的CNT,其有利地提供了较高的层内导热系数。使用图7A和图7B的旋涂工艺形成背侧散热器层710有利地减少了微电子器件700的热型面并且相比于真空沉积设备有利地利用了更低成本设备。

[0034] 虽然以上已经描述了本发明的不同实施例,但应理解,这些实施例仅通过举例而不是限制性的方式来呈现。能够根据在此的披露,在不背离该发明的精神和范围的情况下针对披露后的实施例作出各种改变。因此,本发明的广度和范围应该不受任何一个以上描述的实施例的限制。而是,本发明的范围应当根据以下权利要求书及其等效物来限定。

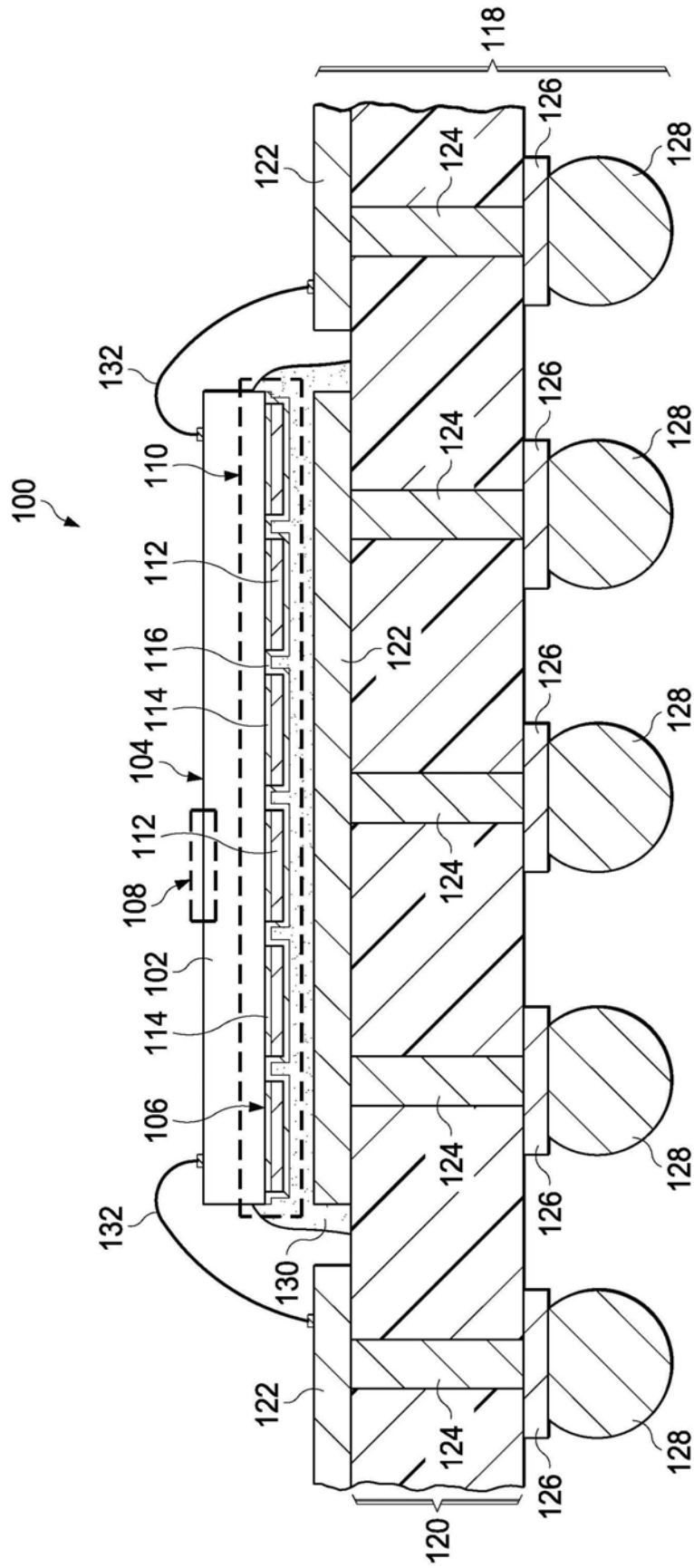


图1

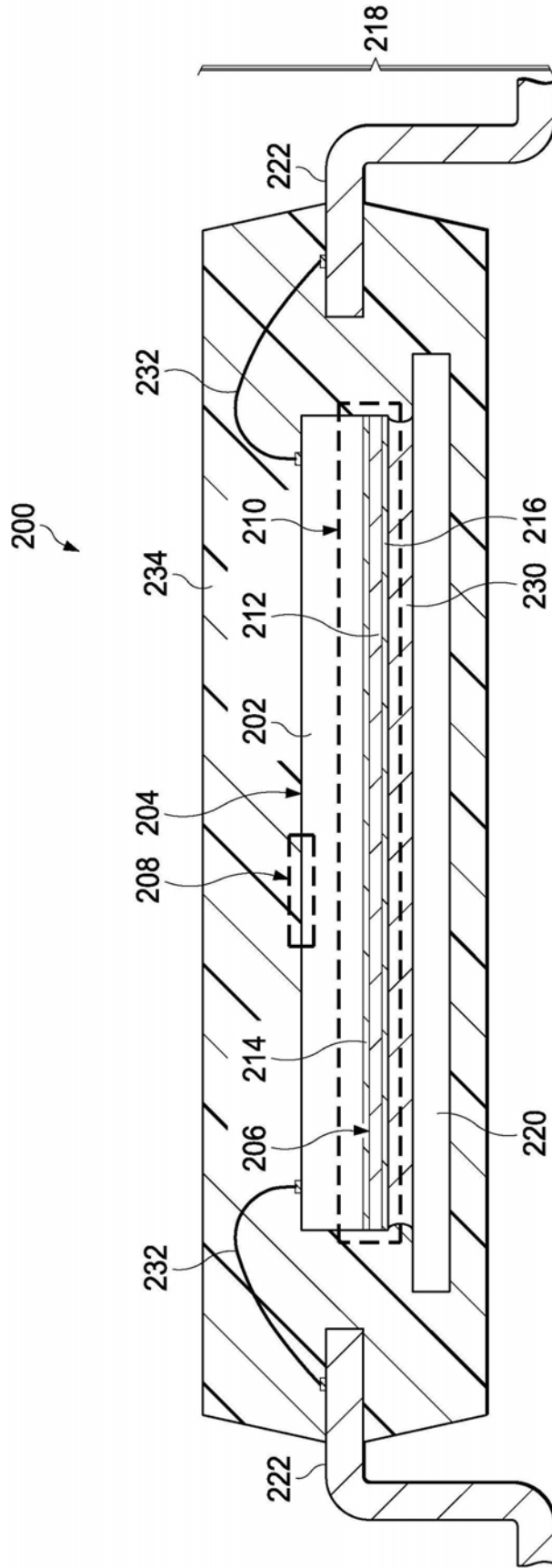


图2

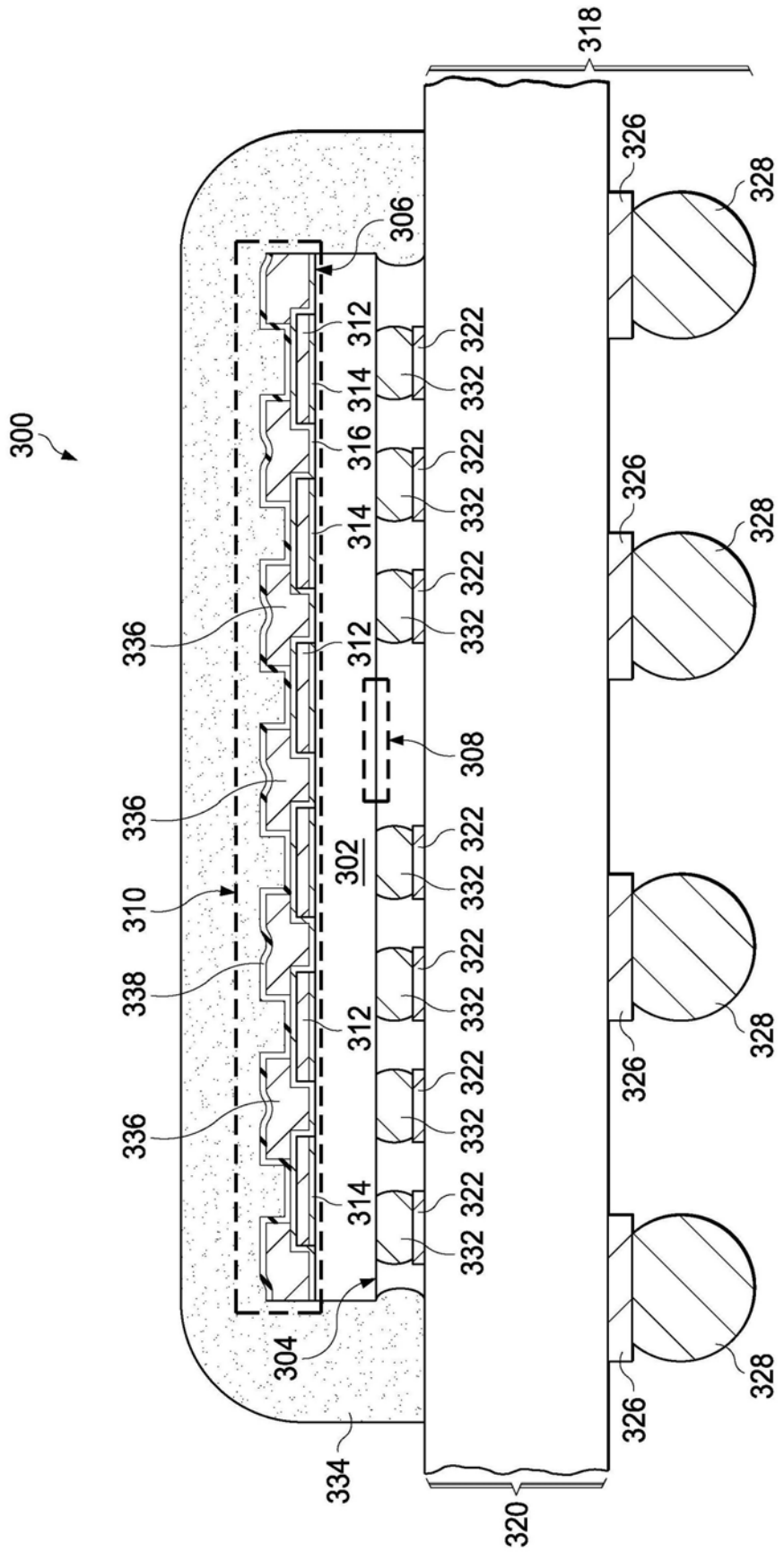
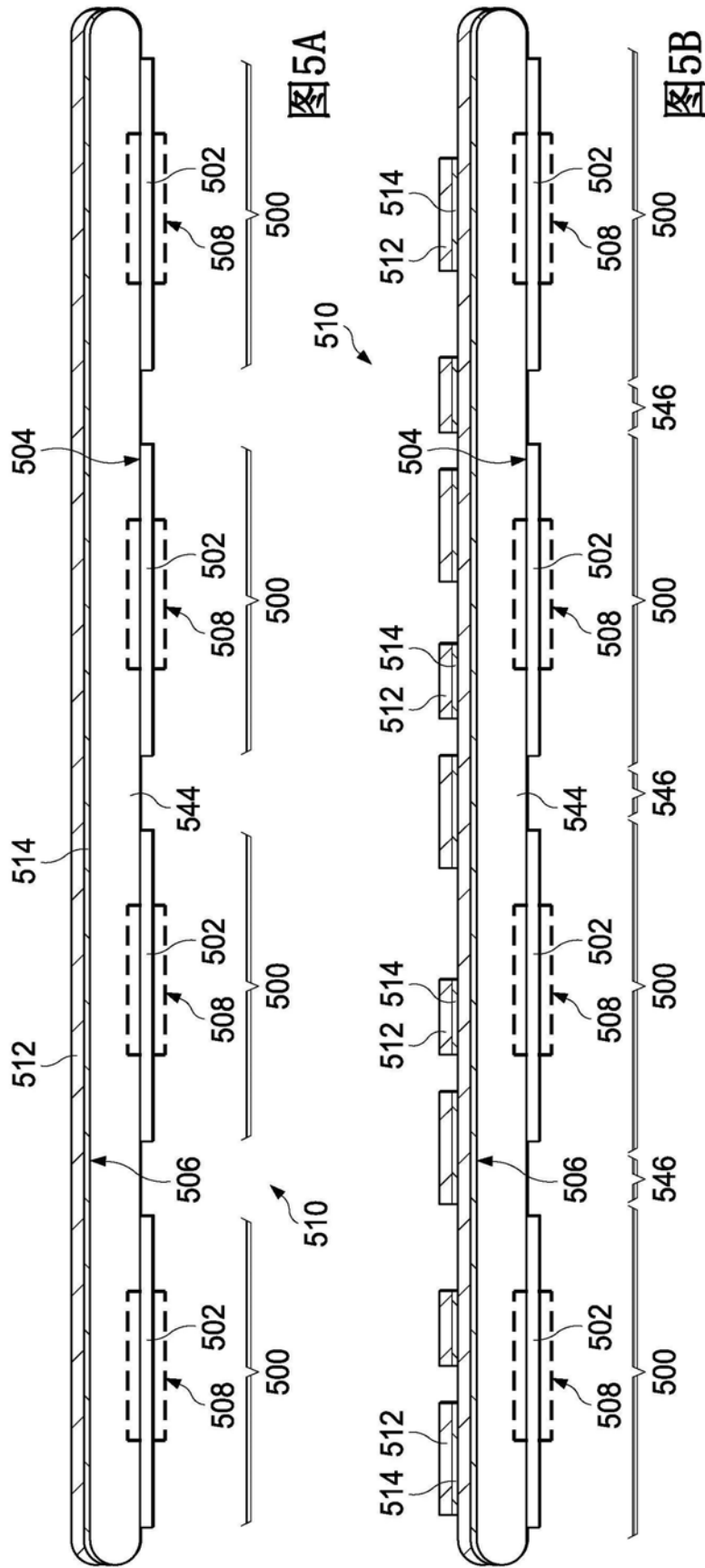


图3



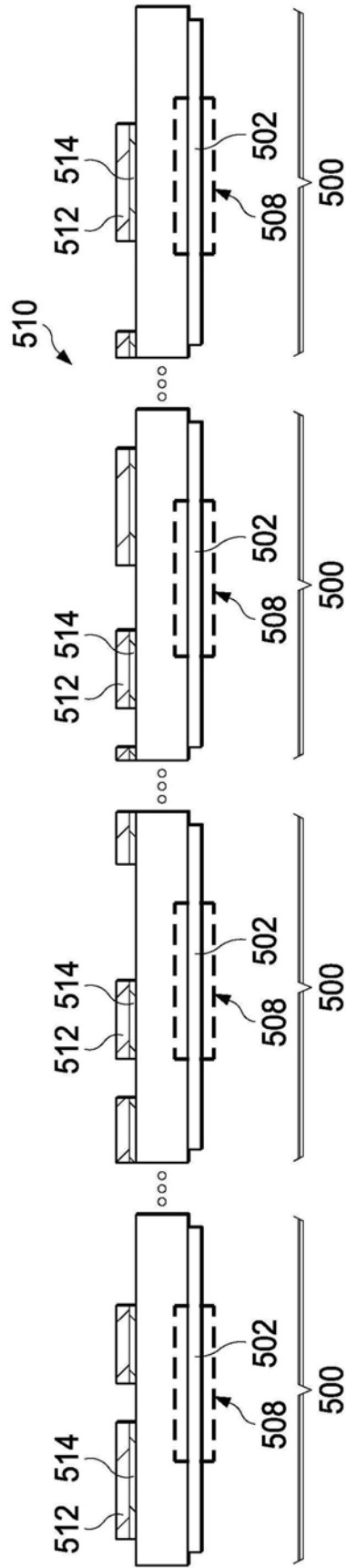


图5C

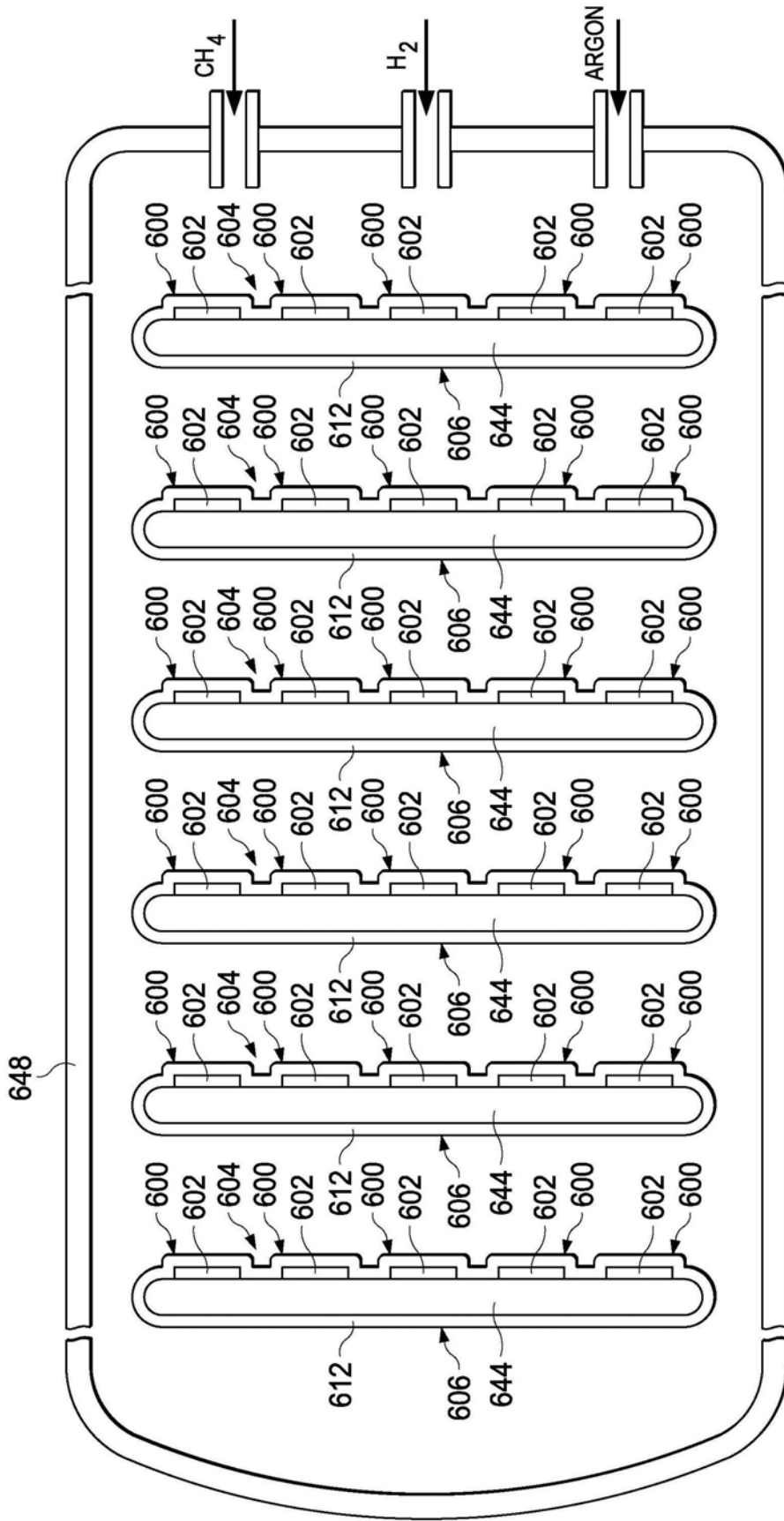


图6

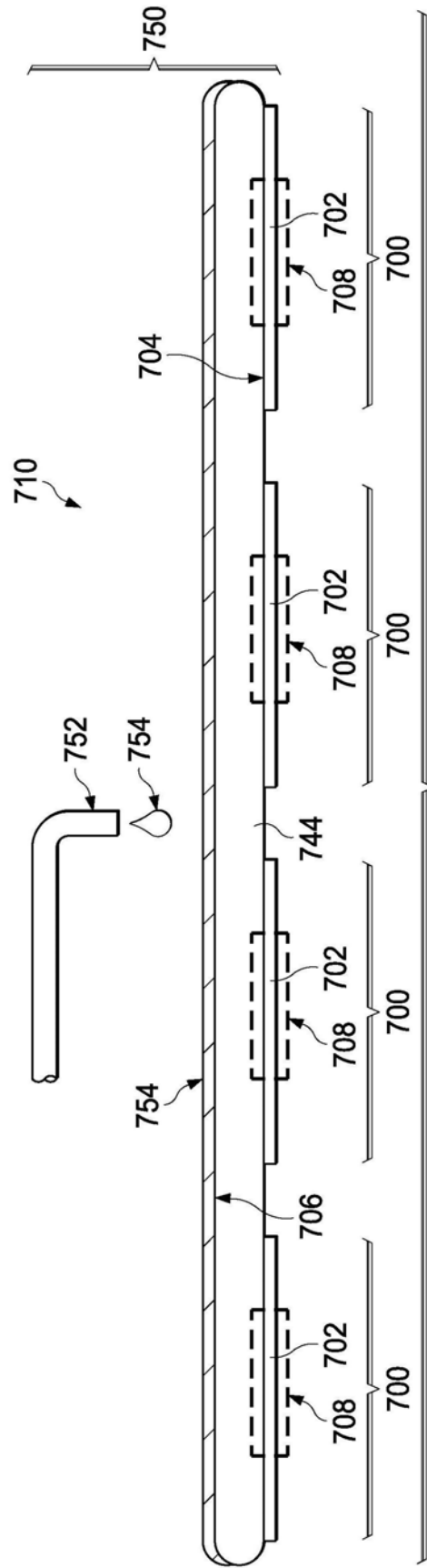


图7A

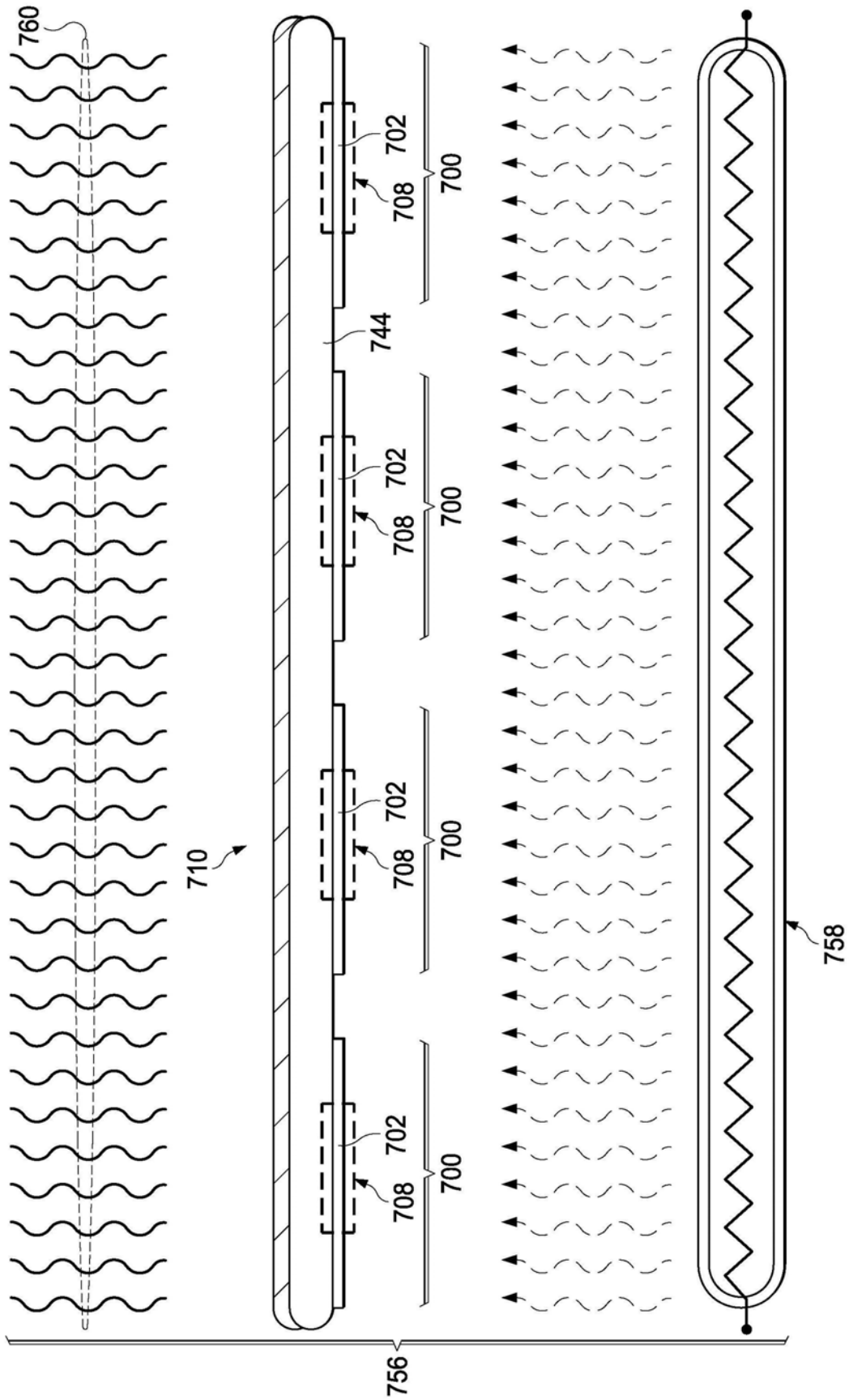


图7B