



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105470218 A

(43) 申请公布日 2016.04.06

(21) 申请号 201510627492.1

(22) 申请日 2015.09.28

(30) 优先权数据

14/499,222 2014.09.28 US

(71) 申请人 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)

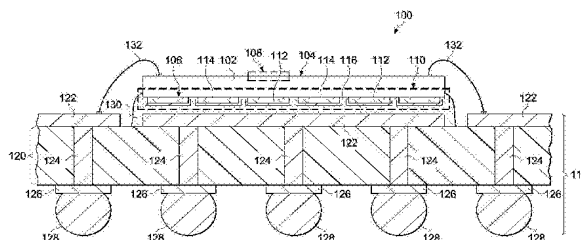
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(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. 一种微电子器件,包括:  
具有前表面和后表面的半导体器件;  
在所述前表面处的组件;以及  
在所述后表面处的背侧散热器层,所述背侧散热器层包括厚度为 100 纳米至 3 微米的散热器材料、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。
2. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述散热器材料包括石墨。
3. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述散热器材料包括碳纳米管即 CNT。
4. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述散热器材料包括多层石墨烯。
5. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述散热器材料包括氮化硼。
6. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述背侧散热器层被图案化。
7. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述背侧散热器层包括在所述散热器材料与所述后表面之间的粘合层。
8. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述背侧散热器层包括在所述散热器材料上的与所述后表面相反的盖层。
9. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述微电子器件进一步包括衬底,其中,通过接触所述衬底和所述背侧散热器层的固晶材料将所述半导体器件贴附到所述衬底。
10. 如权利要求 1 所述的微电子器件,其中,所述微电子器件进一步包括衬底,其中,通过在所述前表面处的凸点键合将所述半导体器件贴附到所述衬底,所述凸点键合接触所述衬底,并且所述背侧散热器层被贴附到散热件上。
11. 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;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。
12. 如权利要求 11 所述的方法,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。
13. 如权利要求 11 所述的方法,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。
14. 如权利要求 11 所述的方法,其中,形成所述散热器材料包括氮化硼。
15. 如权利要求 11 所述的方法,包括在形成所述散热器材料之前在所述后表面上形成粘合层,从而使得在所述粘合层上形成所述散热器材料。
16. 如权利要求 11 所述的方法,包括将所述散热器材料图案化。
17. 如权利要求 11 所述的方法,包括在所述散热器材料上形成盖层。
18. 如权利要求 11 所述的方法,包括通过形成接触所述衬底和所述背侧散热器层的固晶材料层来将所述半导体器件贴附到衬底上,以及在所述半导体器件与所述衬底之间形成接线键合。

19. 如权利要求 19 所述的方法,其中,所述固晶材料层是导电的。
20. 如权利要求 11 所述的方法,包括通过在所述前表面处形成接触所述衬底的凸块键合来将所述半导体器件贴附到衬底上,以及将散热件贴附到所述背侧散热器层上。

## 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。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。



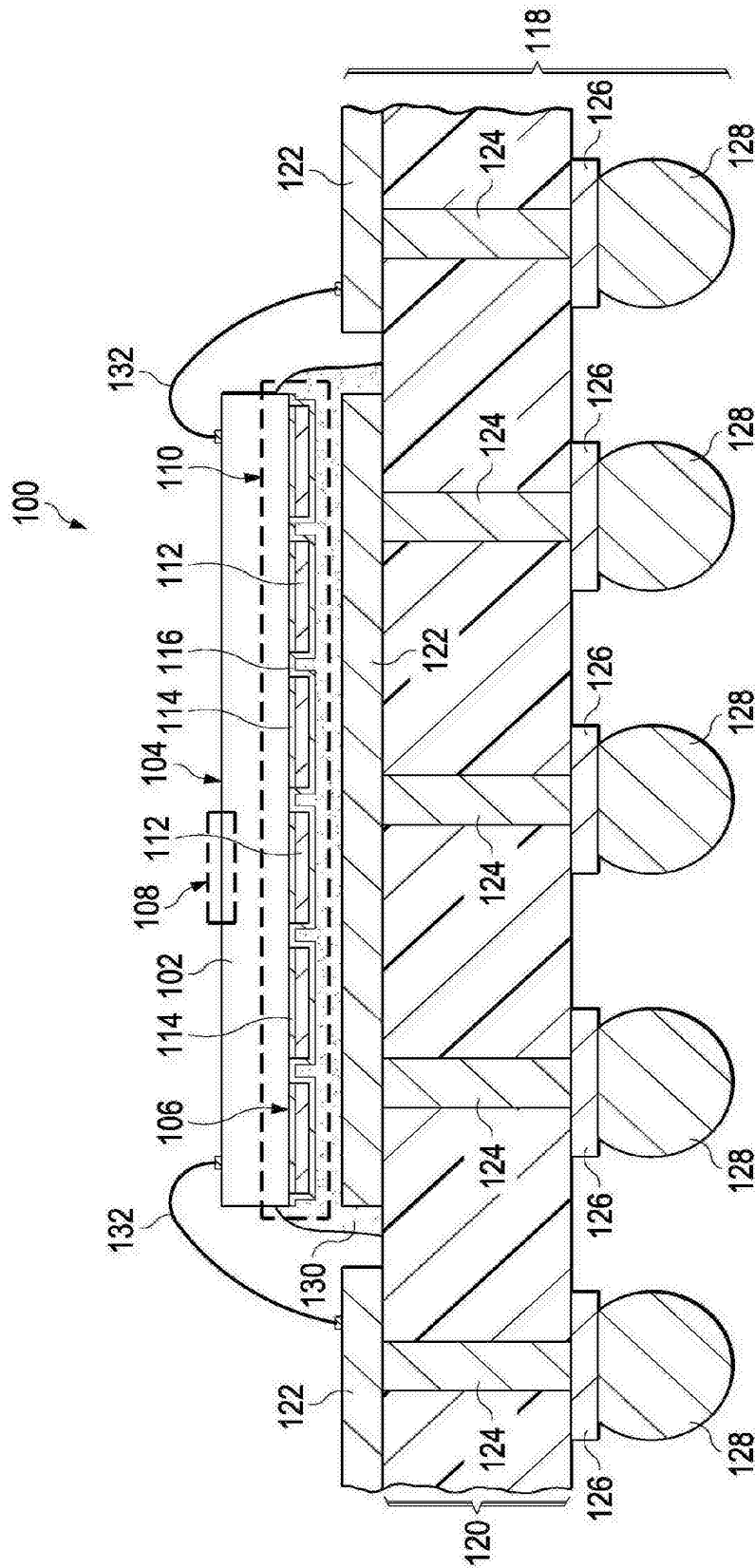


图 1

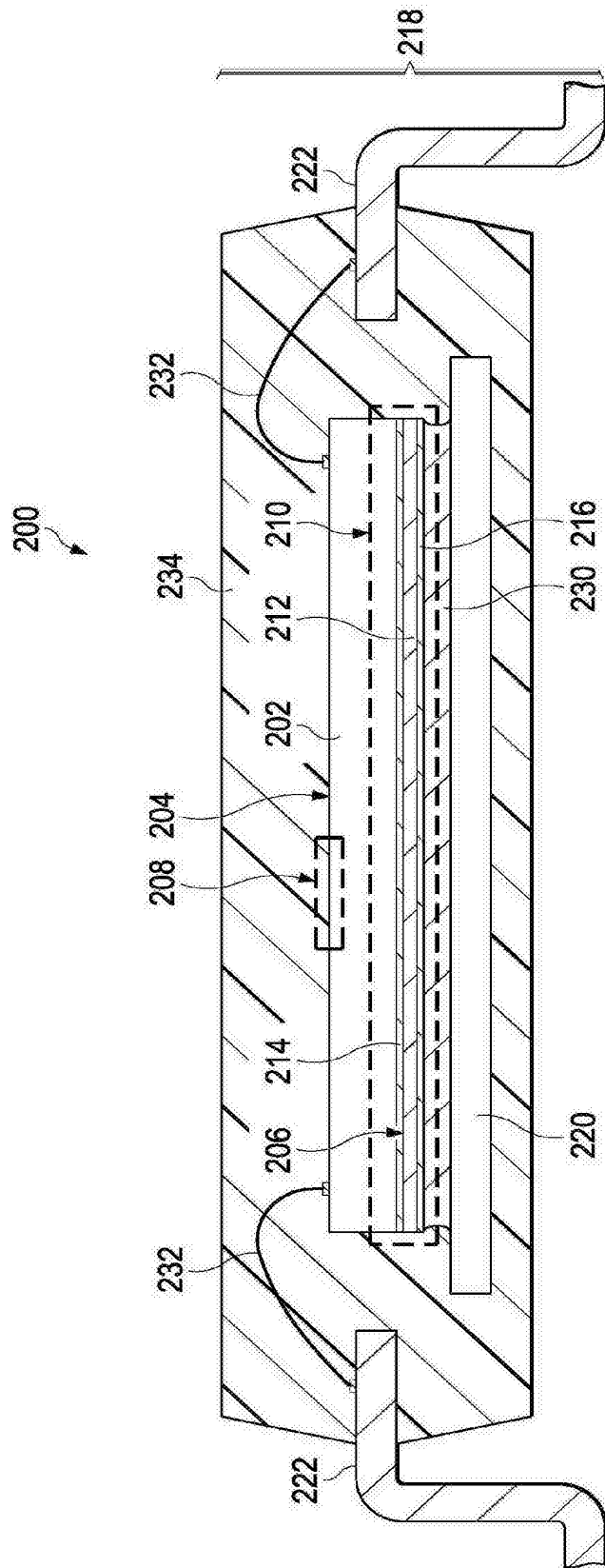


图 2



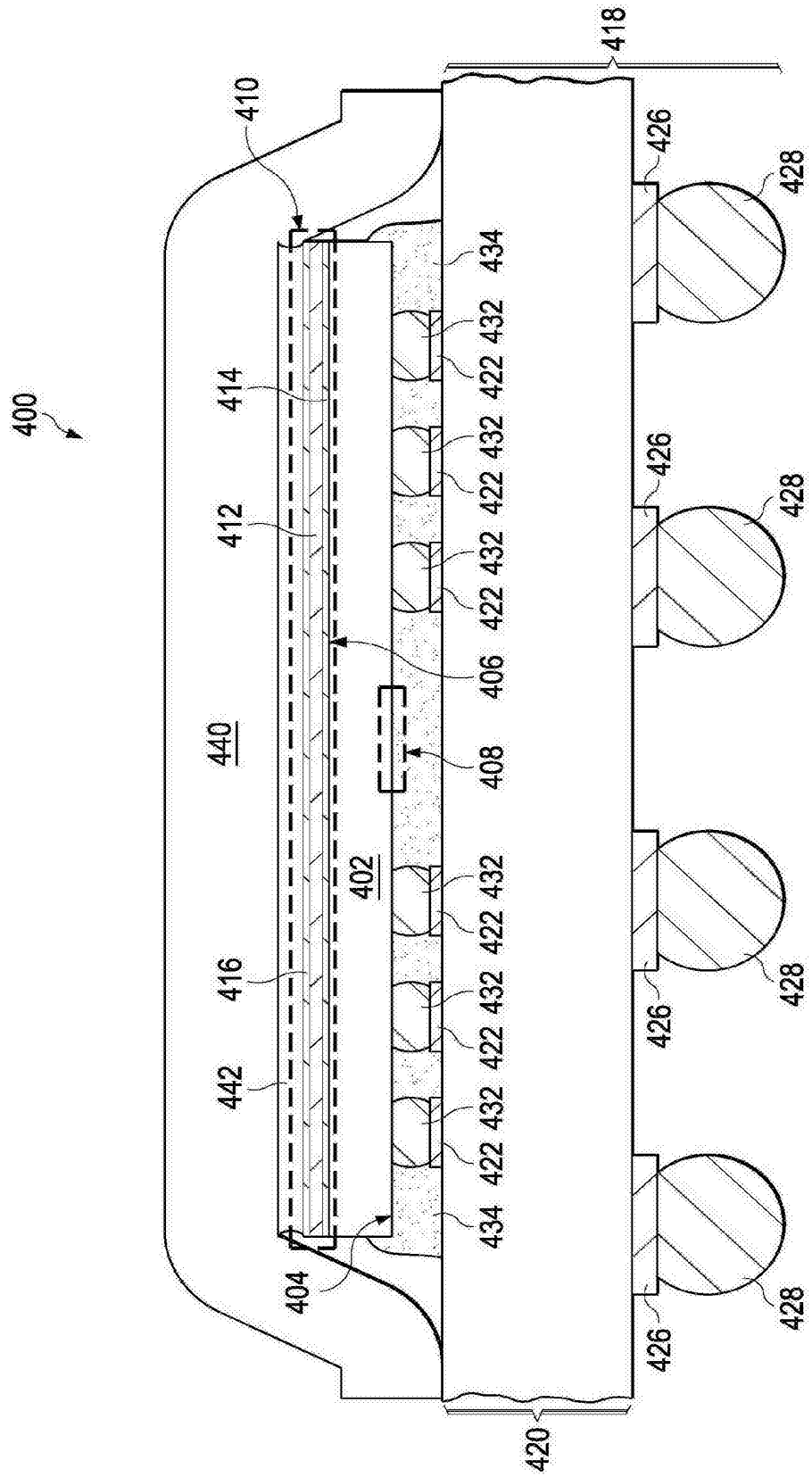


图 4

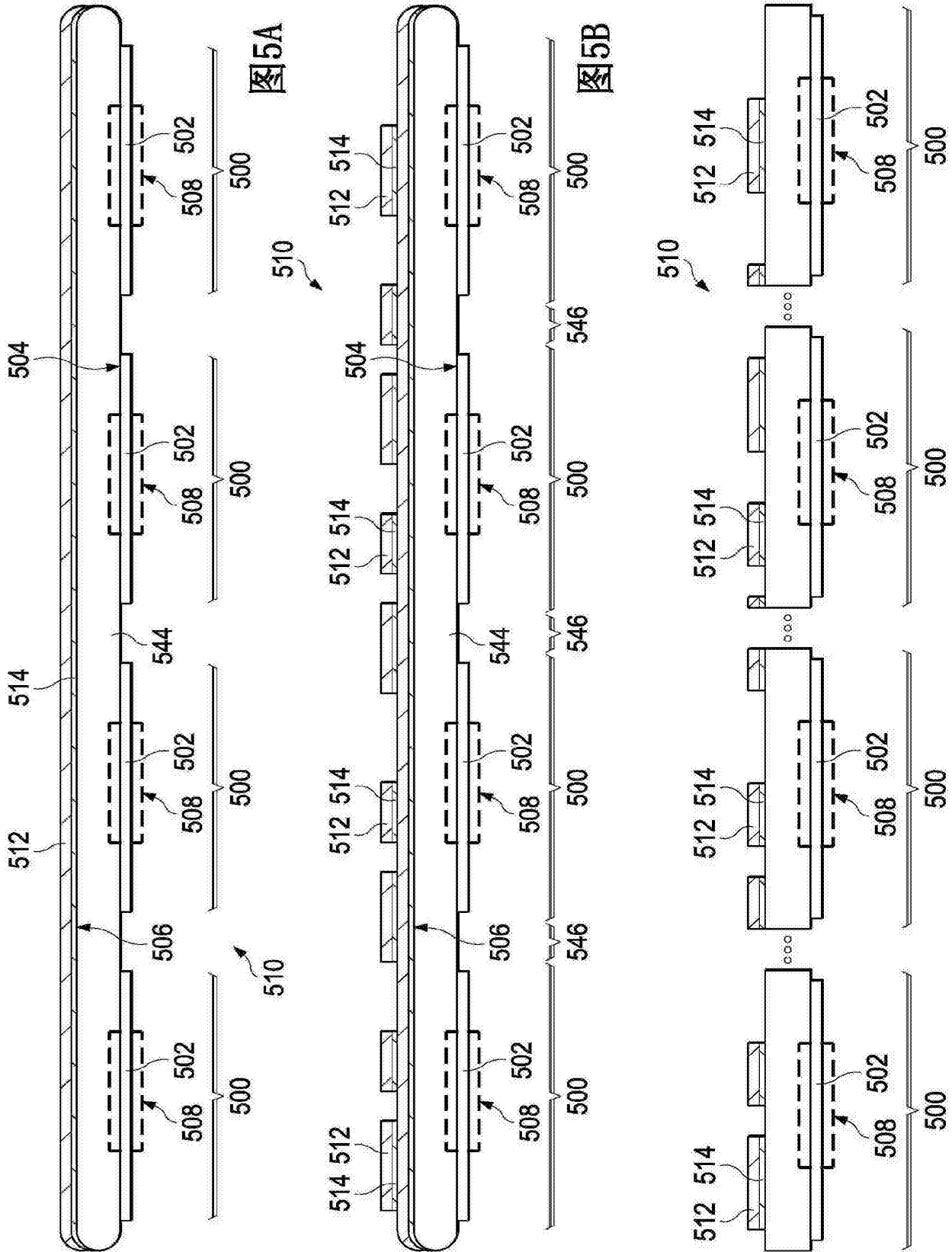


图 5A 图 5B

图 5C

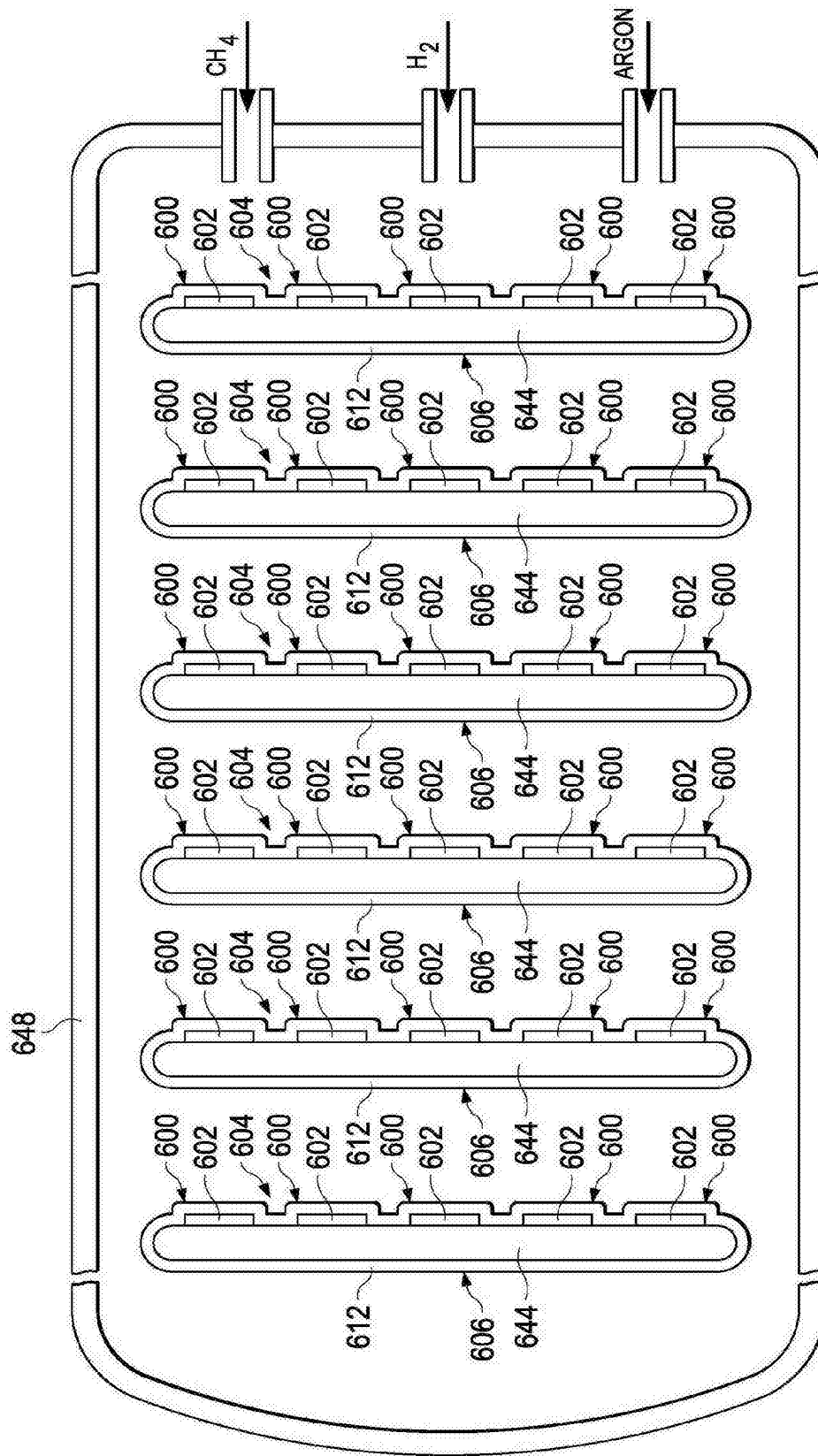


图 6

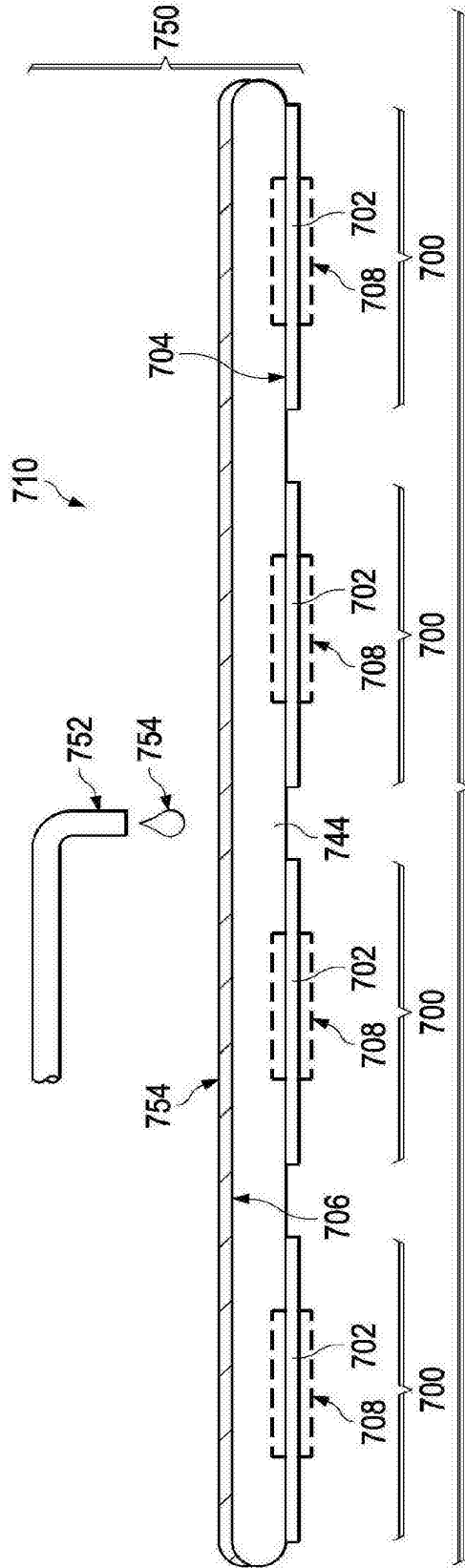


图 7A

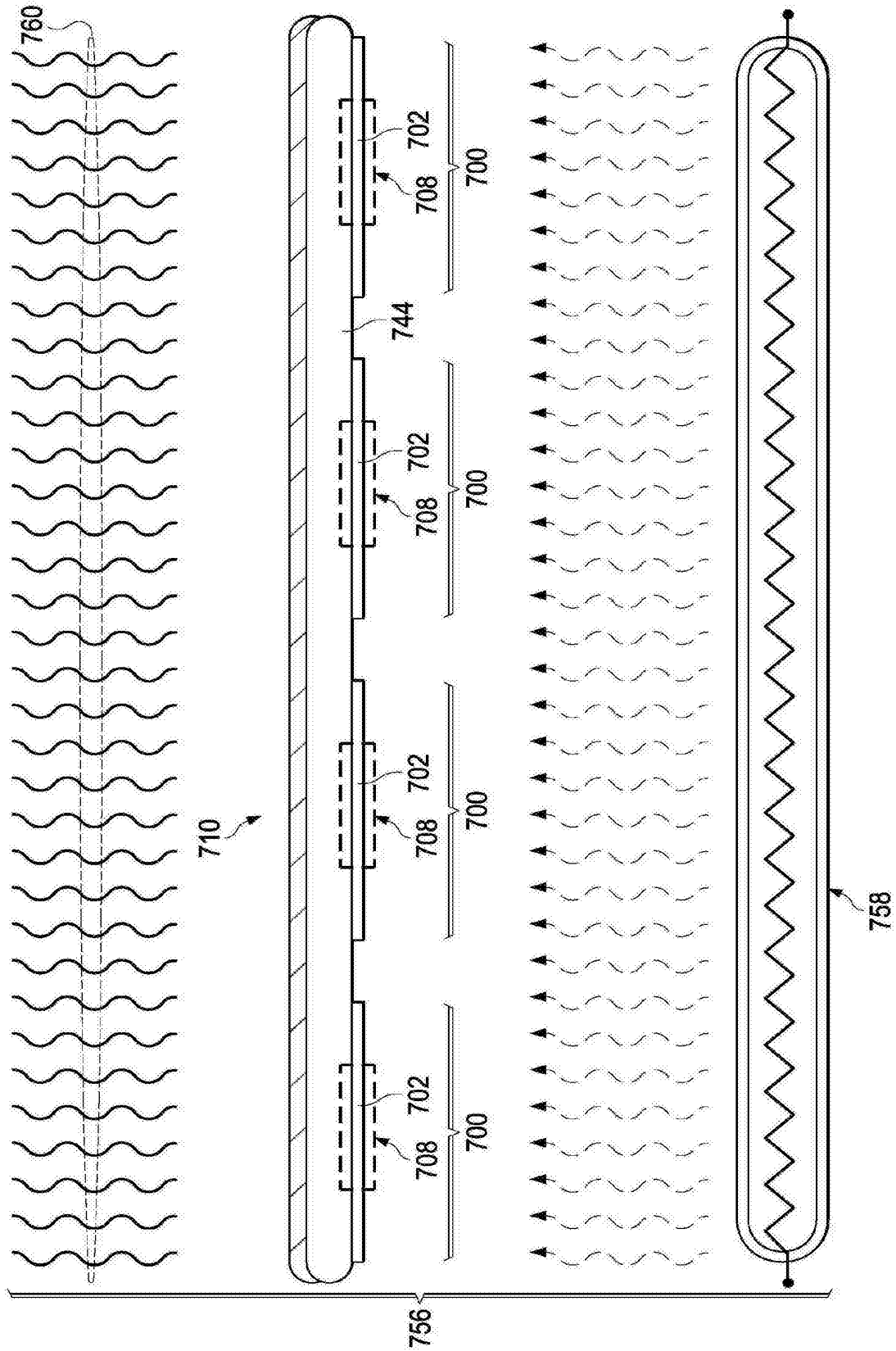


图 7B