



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102667432 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080053488. 4

B81B 7/02(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 11. 18

B81C 1/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

12/646, 426 2009. 12. 23 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 05. 25

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/057164 2010. 11. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02011/087565 EN 2011. 07. 21

(71) 申请人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 M·A·阿卜杜勒莫努姆 D·A·凯森

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈松涛 王英

(51) Int. Cl.

G01K 11/00(2006. 01)

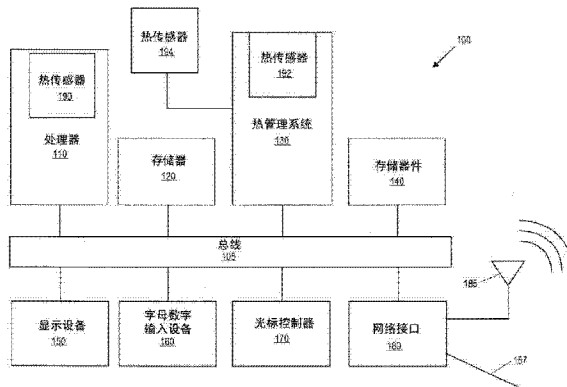
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 9 页

(54) 发明名称

具有柔性衬底的热传感器及其使用

(57) 摘要

一种用微机电系统(MEMS)谐振器来监测平台温度的方法和装置。在相对低成本的柔性聚合物衬底而非硅衬底上制造谐振器提供了机械灵活性以及关于传感器布置的设计灵活性。必要时传感器读出和控制电路能够在硅上,例如,结合谐振器以形成振荡器的正反馈放大器以及对振荡器频率进行计数的计数器。



1. 一种装置,包括:

柔性衬底;以及

设置在所述柔性衬底上的微机电系统(MEMS)谐振器结构,所述谐振器结构提供输出信号,所述输出信号对应于由所述谐振器结构检测到的温度。

2. 根据权利要求1所述的装置,还包括接收来自所述谐振器结构的所述输出信号并且分析所述输出信号以确定由所述谐振器结构检测到的所述温度的电路。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中,来自所述谐振器结构的所述输出信号包括对应于当所述谐振器以其固有频率中的一个频率振动时的电容变化的电流,所述输出电流电容的频率变化对应于温度变化。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述谐振器结构至少包括铜谐振器。

5. 根据权利要求1所述的装置,还包括所述柔性衬底的延伸部分,所述延伸部分上具有多个导体,所述导体的一端上具有触点。

6. 根据权利要求1所述的装置,还包括设置在印刷电路板上的连接器,所述连接器容纳所述触点。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中所述连接器包括零插拔力(ZIF)连接器。

8. 一种系统,包括:

柔性衬底,所述柔性衬底具有主体部分和延伸部分;

设置在所述柔性衬底的所述主体部分上的微机电系统(MEMS)谐振器结构,以及所述延伸部分上的多个导体,所述导体的一端具有触点,所述谐振器结构在一个或多个所述导体上提供输出信号,所述输出信号对应于由所述谐振器结构检测到的温度;

连接器,所述连接器设置在印刷电路板上,所述连接器容纳所述触点;以及

电路,所述电路与所述连接器耦合,以便接收来自所述谐振器结构的所述输出信号并且分析所述输出信号以确定由所述谐振器结构检测到的所述温度。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中,来自所述谐振器结构的所述输出信号包括电流,所述电流的频率在所述谐振器结构的固有频率随着所述谐振器结构的温度而变化时发生变化,其中施加至所述谐振器结构的电压导致输出电流的幅度成比例地变化。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中所述振荡器电路产生数字输出信号,所述数字输出信号的频率等于由所述谐振器结构产生的所述输出电流的频率。

11. 根据权利要求8所述的系统,其中所述谐振器结构至少包括铜谐振器。

12. 根据权利要求8所述的系统,其中所述连接器包括零插拔力(ZIF)连接器。

13. 一种热管理系统,包括:

多个热传感器,每个热传感器均包括柔性衬底以及设置在所述柔性衬底的主体部分上的微机电系统(MEMS)谐振器结构和延伸部分上的多个导体,所述导体的一端具有触点,所述谐振器结构在一个或多个所述导体上提供输出信号,所述输出信号对应于由所述谐振器结构检测到的温度;

多个连接器,所述多个连接器设置在印刷电路板上,容纳所述多个热传感器中的一个热传感器的所述触点;

热管理电路,所述热管理电路与所述多个连接器耦合,监测来自所述多个热传感器的所述信号,计算热状态数据并将所述热状态数据存入存储器中。

14. 根据权利要求 13 所述的热管理系统,其中,来自所述谐振器结构的所述输出信号包括电流,所述电流的频率在所述谐振器结构的固有频率随着所述谐振器结构的温度而变化时发生变化,其中施加至所述谐振器结构的电压导致输出电流的幅度成比例地变化。

15. 根据权利要求 14 所述的热管理系统,其中,所述振荡器电路产生数字输出信号,所述数字输出信号的频率等于由所述谐振器结构产生的所述输出电流的频率。

16. 根据权利要求 14 所述的热管理系统,其中,所述谐振器结构包括铜谐振器结构。

17. 根据权利要求 14 所述的热管理系统,其中,所述多个连接器包括零插拔力(ZIF)连接器。

## 具有柔性衬底的热传感器及其使用

### 技术领域

[0001] 本发明的实施例涉及热传感器。更具体地,本发明的实施例涉及在电子部件及系统内的柔性衬底上的微机电系统(MEMS)热传感器的设计、制造以及使用。

### 背景技术

[0002] 当前使用热二极管或热敏电阻来监测平台(例如,计算机系统,如手机、移动互联网设备等的手持式设备)的温度。当热敏电阻的电阻随温度变化时,这些热二极管会经历对应于温度变化的结电压变化。然后将来自二极管或跨越热敏电阻的输出电压数字化并转换为温度。

[0003] 由于诸如成本和封装刚性等限制因素,这种热感测方法可能会限制所使用的传感器的数量。这种方法还可能存在着精度低的问题,并且可能需要模-数转换器来将信号数字化。对模-数转换器的需求增加了主平台的成本和复杂性。

[0004] 此外,在固态硅衬底上制造二极管,并将其封装至机械刚性封装中,这限制了这些传感器在印刷电路板或者类似印刷电路板中的配置,以及在可获得机械支撑和电迹线的平台底板内非常特定的位置中的应用或设置。这限制了设计选择,并且还可能会增加系统的复杂性。

### 附图说明

[0005] 通过范例的方式而非通过限制的方式例示了本发明的实施例,在附图的图示中,类似的附图标记指代相似的元件。

[0006] 图 1 是具有热传感器的电子系统的一个实施例的框图。

[0007] 图 2 是可以用作热传感器的谐振器的一个实施例的物理表示。

[0008] 图 3 是可以用作热传感器的谐振器的一个实施例的电路图表示。

[0009] 图 4 是具有能够与连接器连接的触点的热传感器的物理表示。

[0010] 图 5a-m 示出了用于在柔性衬底上制造可以用作热传感器的 MEMS 铜谐振器结构的处理的一个实施例中的各个步骤。

### 具体实施方式

[0011] 在以下描述中,阐述了大量的特定细节。不过,在没有这些特定细节的情况下,仍然可以实施本发明的实施例。在其它情况下,为了不混淆对本描述的理解,没有具体示出公知的电路、结构和技术。

[0012] 增加的热感测可以用于支持改善的系统性能。不过,为了得到广泛的接受,增加的热感测的成本必须在可接受的范围内。于此描述的是可以提供廉价的、精确的、能够支持增加的热感测应用的热感测解决方案的谐振器结构。

[0013] 在一个实施例中,微机电系统(MEMS)谐振器监测平台温度。在相对低成本的柔性聚合物衬底而非硅衬底上制造谐振器提供了机械灵活性以及关于传感器布置的设计灵活

性。必要时传感器读出和控制电路能够在硅上,例如,结合谐振器以形成振荡器的正反馈放大器以及对振荡器频率进行计数的计数器。

[0014] 在一个实施例中,可以使用一种热传感器,该热传感器利用铜的低沉积温度而在柔性聚合物衬底上对铜谐振器结构进行构图。使用聚合物柔性衬底可以实现能够机械和电连接至平台中的任何点的非常柔性的封装,其提供了配置的灵活性。传感器可以通过导线和 / 或连接器(例如,ZIF 连接器)耦合到印刷电路板,所述导线和 / 或连接器可以允许传感器设置于平台内的任何位置。

[0015] 此外,使用铜作为谐振器的结构材料可以增加谐振器频率对温度的热相关性,从而改善整体传感器精度。在一个实施例中,谐振器可以与能够形成在硅上以提供振荡器的跨导倒数放大器以正反馈拓扑连接。振荡器的输出是具有取决于谐振器温度的频率的信号,并且采用也能够在硅上实施的简单计数器电路来对频率进行计数。

[0016] 图 1 是具有热传感器的电子系统的一个实施例的框图。图 1 中所示的电子系统意在表示电子系统的范围(有线的或无线的)包括:例如,台式计算机系统、膝上型计算机系统、蜂窝式电话、个人数字助理(PDA)(包括具有移动电话功能的 PDA)和机顶盒。替代的电子系统可以包括更多、更少和 / 或不同的部件。

[0017] 电子系统 100 可以具有任何数量的热传感器,所述热传感器包括谐振器结构和 / 或热二极管。图 1 中的范例包括三个热传感器(190,192 和 194);但是,能够支持任何数量的热传感器。热传感器可以用于监测电子系统 100 的各个部件和 / 或区域的温度。

[0018] 电子系统 100 包括总线 105 或其它通信器件以传递信息,并且处理器 110 耦合到总线 105 以处理信息。虽然用单个处理器来例示电子系统 100,但是电子系统 100 可以包括多个处理器和 / 或协处理器。电子系统 100 还可以包括耦合到总线 105 并可存储可由处理器 110 执行的信息和指令的随机存取存储器(RAM)或其它动态存储器件(包括在存储器 120 中)。在处理器 110 执行指令期间,存储器 120 也可以用来存储临时变量或其它中间信息。存储器 120 也可以包括可存储用于处理器 110 的静态信息和指令的只读存储器(ROM)和 / 或其它静态存储器件。

[0019] 电子系统 100 可包括热管理系统 130,该热管理系统 130 可以提供热监测和 / 或冷却功能。热管理系统 130 可以包括一个或多个风扇和 / 或一个或多个液体冷却机构,以冷却电子系统 100 的各个部件。此外,热管理系统 130 可以包括监测电子系统 100 中各个部件和区域的温度的监测电路。数据存储器件 140 可以耦合到总线 105 以存储信息和指令。诸如磁盘或光盘等数据存储器件 140 以及相应的驱动器可以耦合到电子系统 100 上。

[0020] 电子系统 100 也可以通过总线 105 耦合到诸如阴极射线管(CRT)或液晶显示器(LCD)等显示设备 150,以向用户显示信息。包括字母数字或其它按键的字母数字输入设备 160 可以耦合到总线 105,以向处理器 110 传递信息和命令选择。另一类型的用户输入设备是诸如鼠标、跟踪球或光标方向键等的光标控制器 170,用于向处理器 110 传递方向信息和命令选择,并用于控制显示器 150 上的光标运动。

[0021] 电子系统 100 还可以包括一个或多个网络接口 180,以提供对诸如局域网等网络的访问。一个或多个网络接口 180 可以包括:例如,带有可以表示一个或多个天线的天线 185 的无线网络接口。一个或多个网络接口 180 也可以包括:例如,通过网络电缆 187 与远程设备通信的有线网络接口,所述网络电缆 187 例如可以是以太网电缆、同轴电缆、光纤电

缆、串行电缆或并行电缆。

[0022] 在一个实施例中,一个或多个网络接口 180 例如可以通过遵照 IEEE 802.11b 和 / 或 IEEE 802.11g 标准提供对局域网的访问 ;和 / 或无线网络接口例如可以通过遵照蓝牙标准提供对个人区域网络的访问。也能够支持其它无线网络接口和 / 或协议。

[0023] IEEE 802.11b 对应于 1999 年 9 月 16 日获准的标题为“Local and Metropolitan Area Networks, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4GHz Band”以及相关文献的 IEEE 标准 802.11b-1999。IEEE 802.11g 对应于 2003 年 6 月 27 日获准的标题为“Local and Metropolitan Area Networks, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, Amendment 4: Further Higher Rate Extension in the 2.4GHz Band”以及相关文献的 IEEE 标准 802.11g-2003。在由 Bluetooth Special Interest Group, Inc 于 2001 年 2 月 22 日出版的“Specification of the Bluetooth System: Core, Version 1.1”中描述了蓝牙协议。也能够支持相关的以及先前或后续版本的蓝牙标准。

[0024] 除了通过无线 LAN 标准的通信以外,或者替代通过无线 LAN 标准的通信,一个或多个网络接口 180 可以例如使用时分多址 (TDMA) 协议、全球移动通信系统 (GSM) 协议、码分多址 (CDMA) 协议和 / 或任何其它类型的无线通信协议来提供无线通信。

[0025] 图 2 是可以用作热传感器的谐振器的一个实施例的物理表示。图 2 中的范例是两端固支梁 (clamped-clamped beam) MEMS 谐振器的范例。谐振器频率可以描述为 :

$$[0026] \quad f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_{\text{eff}}}{m_{\text{eff}}}} \approx 1.03 \sqrt{\frac{E}{\rho}} \frac{h}{L^2}$$

[0027] 其中,  $k_{\text{eff}}$  为谐振器材料的有效刚度,  $m_{\text{eff}}$  为谐振器材料的有效质量,  $E$  为杨氏模量,  $\rho$  为谐振器材料的密度。因此,当电容  $C(t)$  随着谐振器结构的挠曲 (flexure) 变化时,施加在谐振器结构上的电压  $V_{\text{in}}(t)$  导致输出电流  $I_0(t)$  成比例地变化。

[0028] 图 3 是可以用作热传感器的谐振器的一个实施例的电路图表示。图 3 中的电路图将谐振器结构的可变电容建模为可变电容器,该可变电容器中的输出电流可以描述为 :

$$[0029] \quad i_0 = V_p \frac{\partial C(t)}{\partial t}$$

[0030] 图 4 是具有能够与连接器连接的触点的热传感器的物理表示。传感器 400 是具有如上所述的铜谐振器结构的 MEMS 谐振器。柔性衬底 410 可以具有适合于保持传感器 400 的任何尺寸。在一个实施例中,柔性衬底 410 足够大,以包括用于粘合剂将柔性衬底 410 附着至主系统的部件 (例如,系统外壳 (未示出)) 的区域。

[0031] 在一个实施例中,一条或多条引线 420 从传感器 400 延伸至触点 430。在一个实施例中,引线 420 制作在柔性衬底 410 上。引线 420 和触点 430 使传感器 400 的布置能够不依赖于主板或连接器以及热管理系统中的计算元件。

[0032] 在一个实施例中,连接器 400 位于主系统的主板上。连接器 440 例如可以是通过触点 430 提供电连接的零插拔力 (ZIF) 连接器。连接器 440 可以通过印刷电路板上的迹线或者物理导线连接到主系统的其它部件。

[0033] 图 5a-m 示出了用于在柔性衬底上制造可以用作热传感器的 MEMS 铜谐振器结构的

处理的一个实施例中的各个步骤。图 5a 示出了用于制造 MEMS 铜谐振器结构的材料的初始阶段。硅载体晶圆 600 承载有光刻胶 605, 在光刻胶 605 上沉积有聚合物层 610。在一个实施例中, 将聚合物层 610 旋涂在光刻胶聚合物或拉林(pyraline)上。在聚合物 610 上形成层间电介质(ILD)615、输入电极 625 以及输出电极 630。施加刻蚀停止层 620。图 5b 示出了刻蚀停止层 620 上的另一 ILD 层 635。

[0034] 图 5c 示出了在光刻胶 640 的沉积和 ILD635 中的过孔 645 的蚀刻之后的 ILD635。图 5d 示出了牺牲光吸收材料(SLAM)层 650、光刻胶 655 的沉积。图 5e 示出了已经蚀刻的、由光刻胶 655 限定的沟槽。图 5f 示出了将光刻胶 655 和 SLAM650 剥离之后的结构。

[0035] 图 5g 示出了已蚀刻聚合物层 610 之后的结构。图 5h 示出了铜 660 的电镀和抛光之后的结构。图 5i 示出了 ILD 层 665 的沉积。图 5j 示出了开槽以及对过孔 670 的构图。图 5k 示出了 ILD 蚀刻之后的结构。图 5l 示出了通过沉积 ILD 或聚对二甲苯而密封蚀刻孔 675。图 5m 示出了剥离载体晶圆之后的结构。然后, 如上所述, 最后得到的结构位于柔性衬底上。

[0036] 本说明书中提及的“一个实施例”或“实施例”表明结合实施例所描述的特定特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施例中。在本说明书中的各个位置中出现的短语“在一个实施例中”未必都指代同一实施例。

[0037] 尽管根据若干实施例描述了本发明, 但是本领域技术人员会认识到本发明不限于所描述的实施例, 而是能够通过所附权利要求的精神和范围内的修改和改变来实施本发明。因此, 以上描述应当视为示例性的而非限制性的。

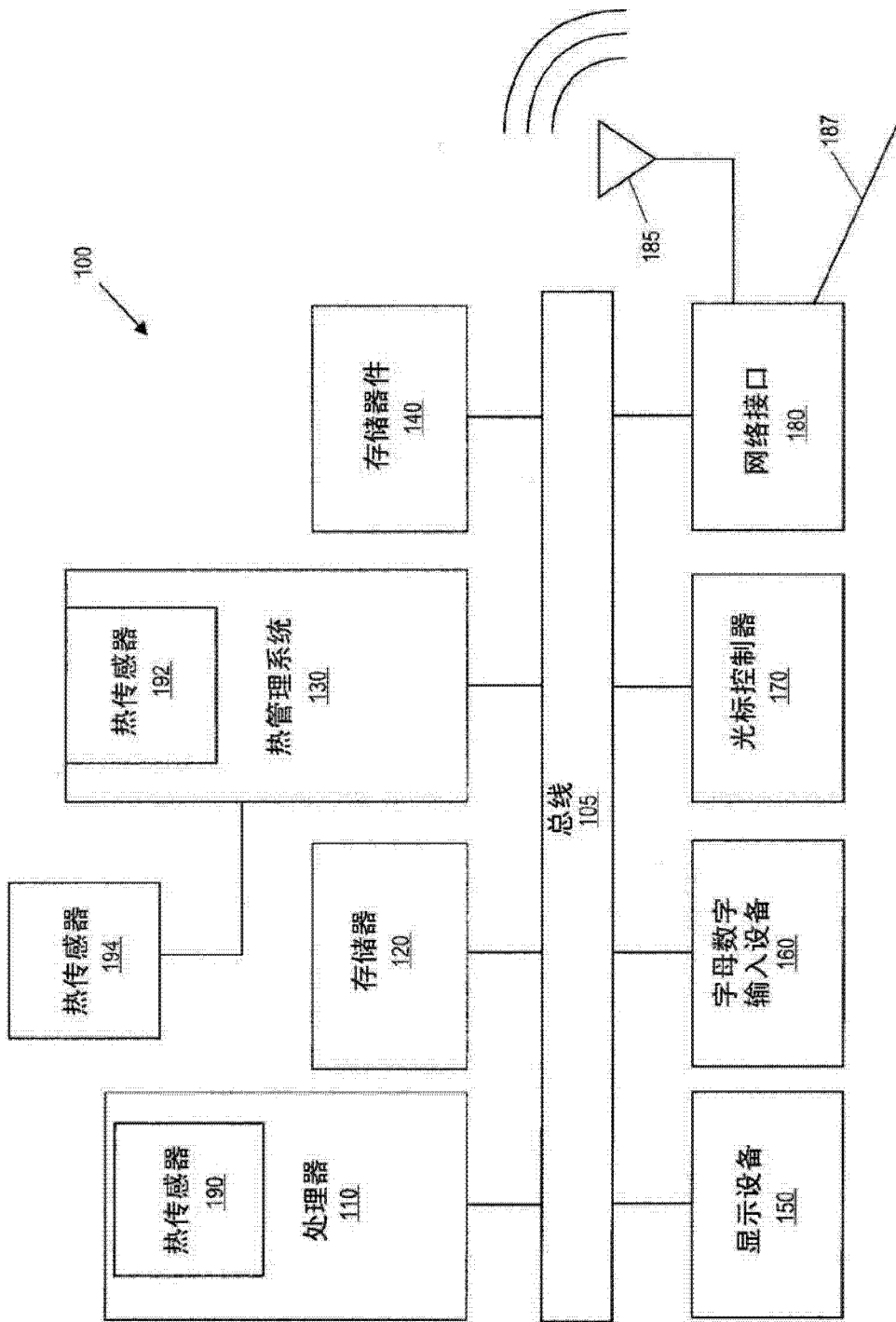


图 1



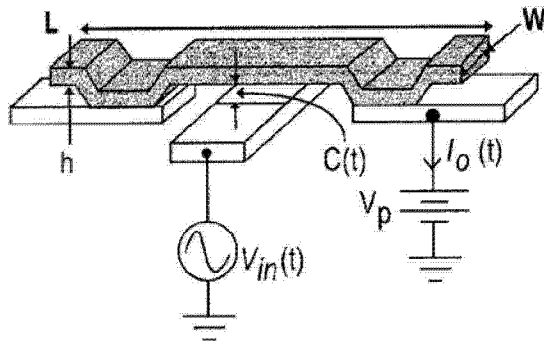


图 2

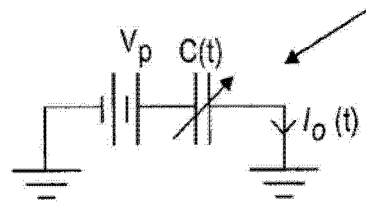


图 3

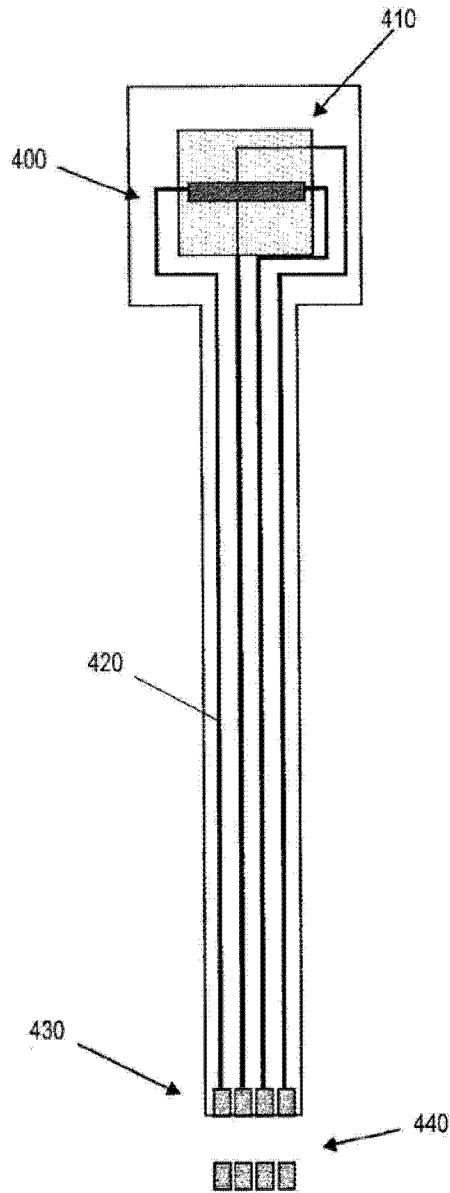


图 4

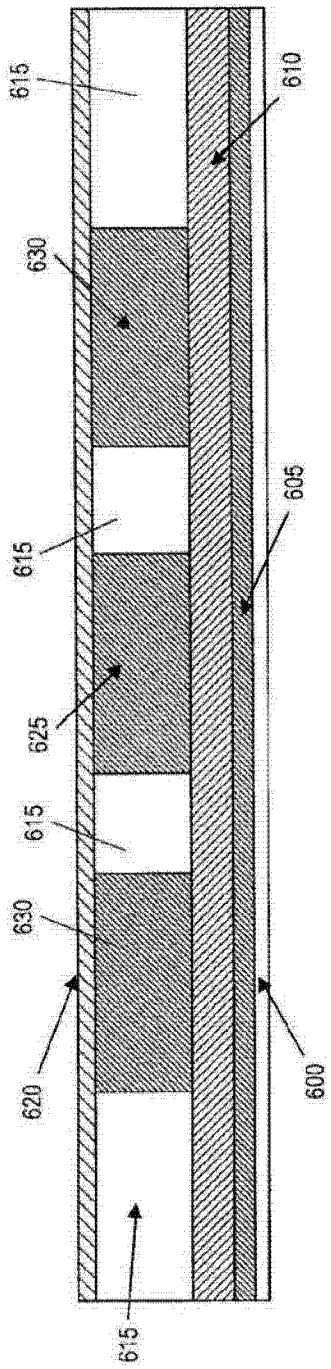


图 5A

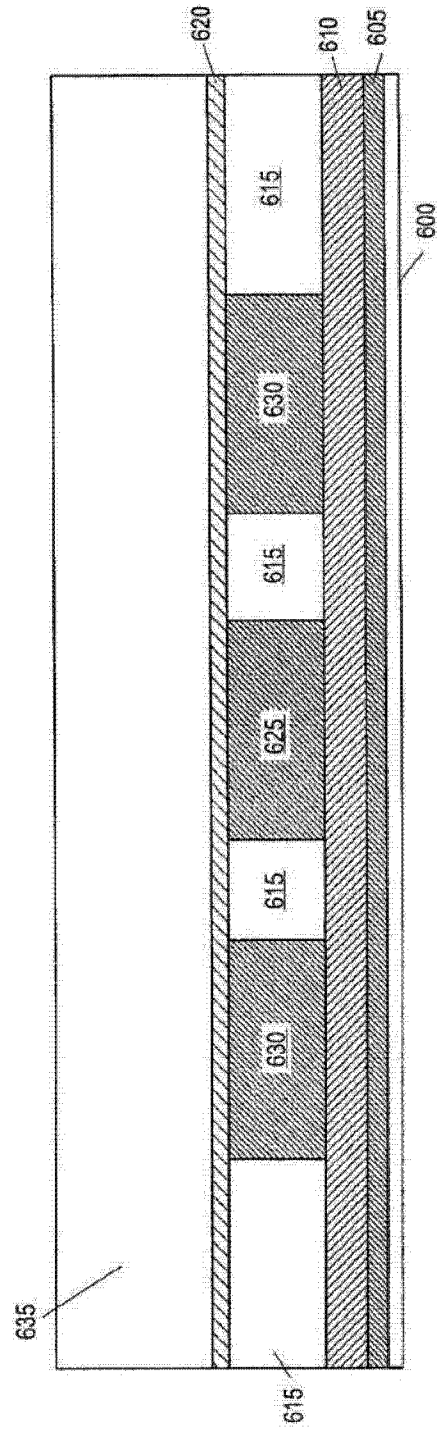


图 5B

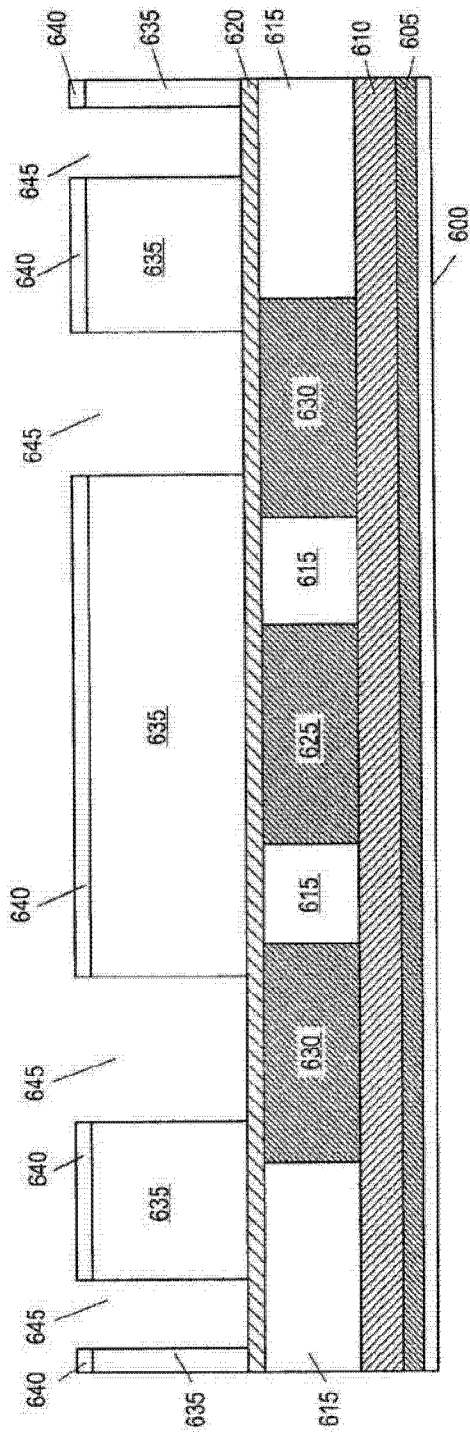


图 5C

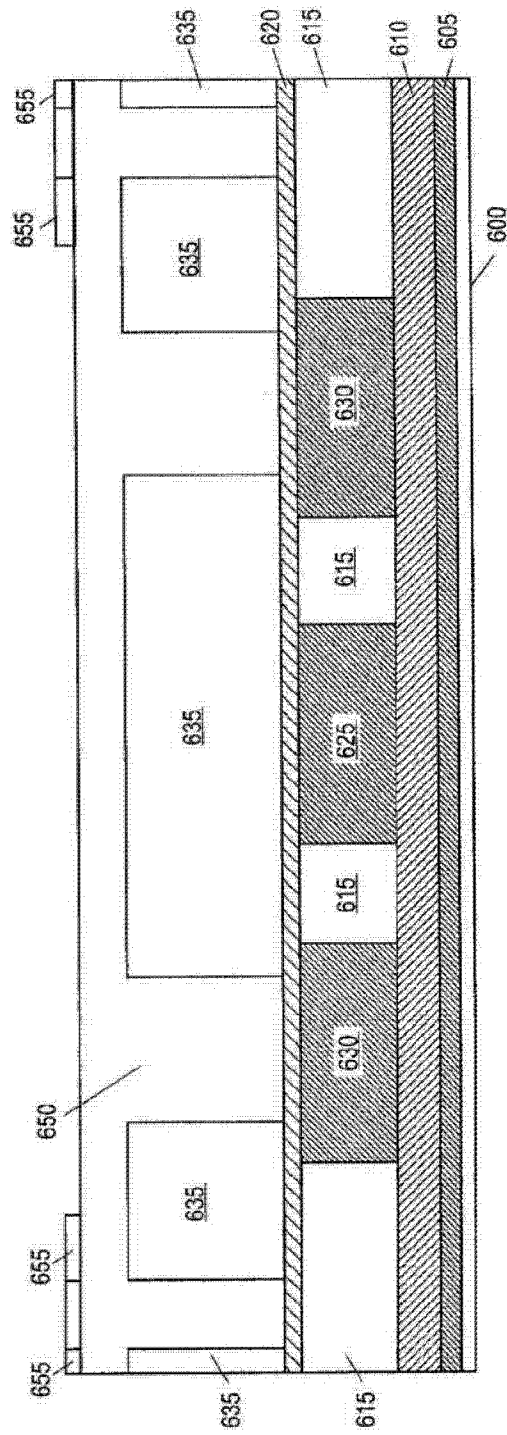


图 5D

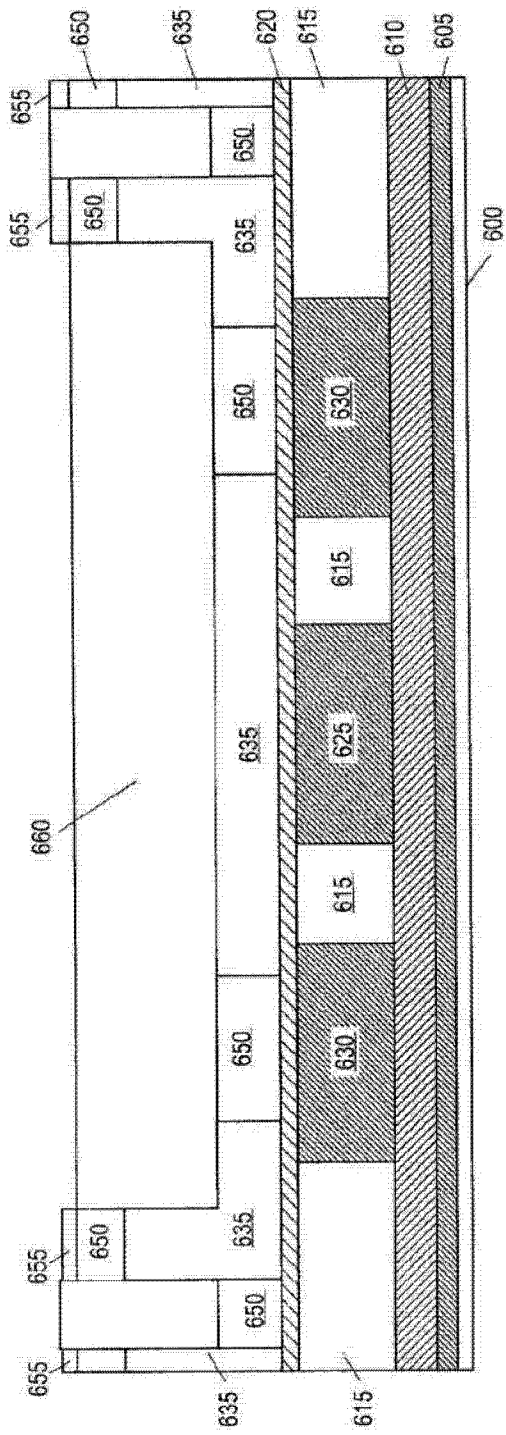


图 5E

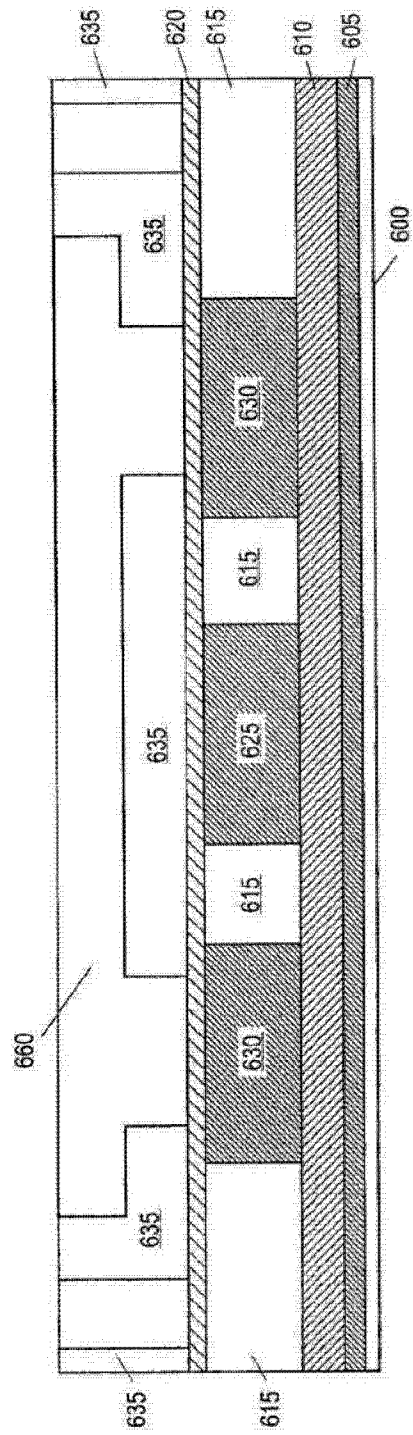


图 5F

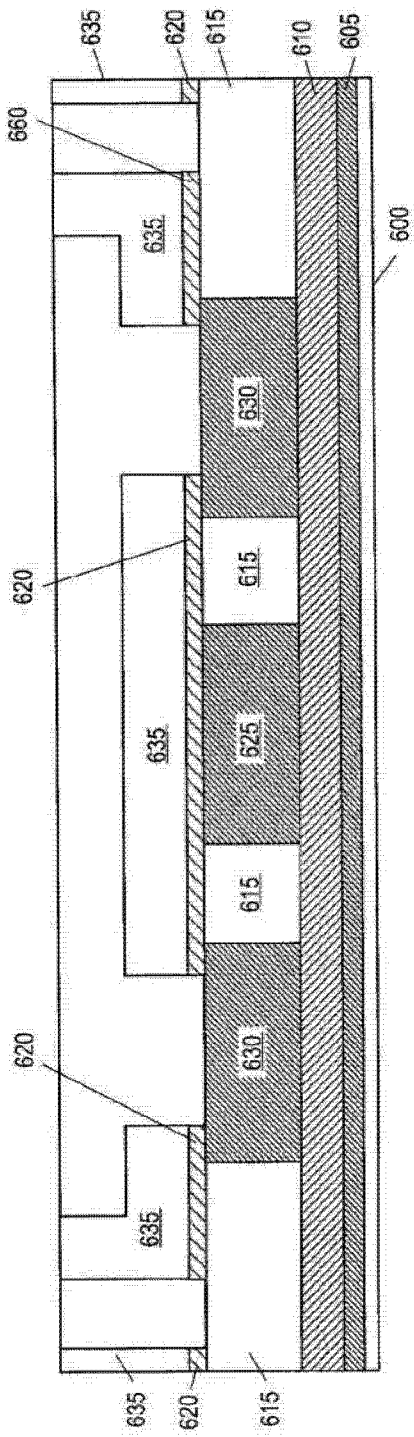


图 5G

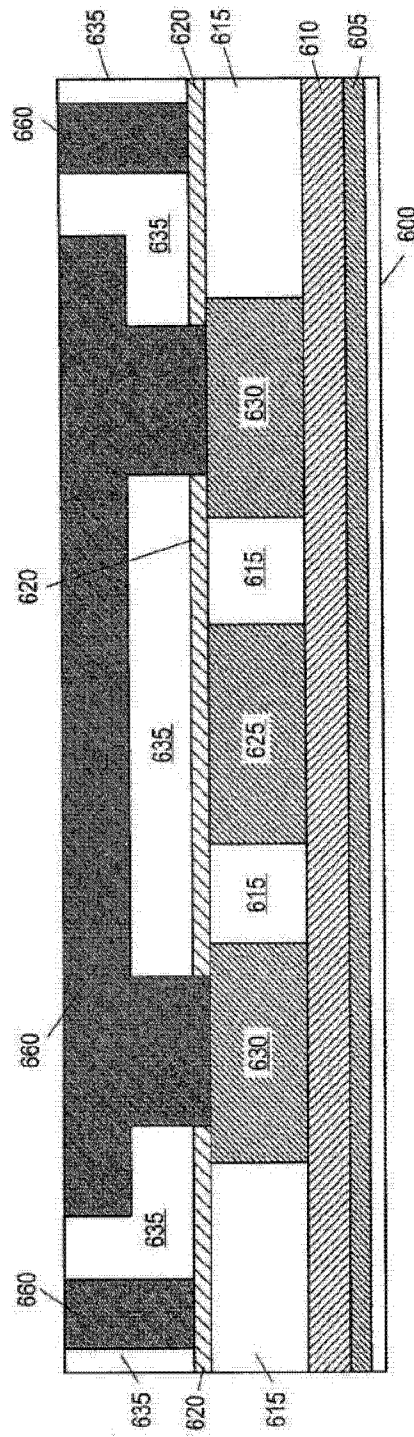


图 5H

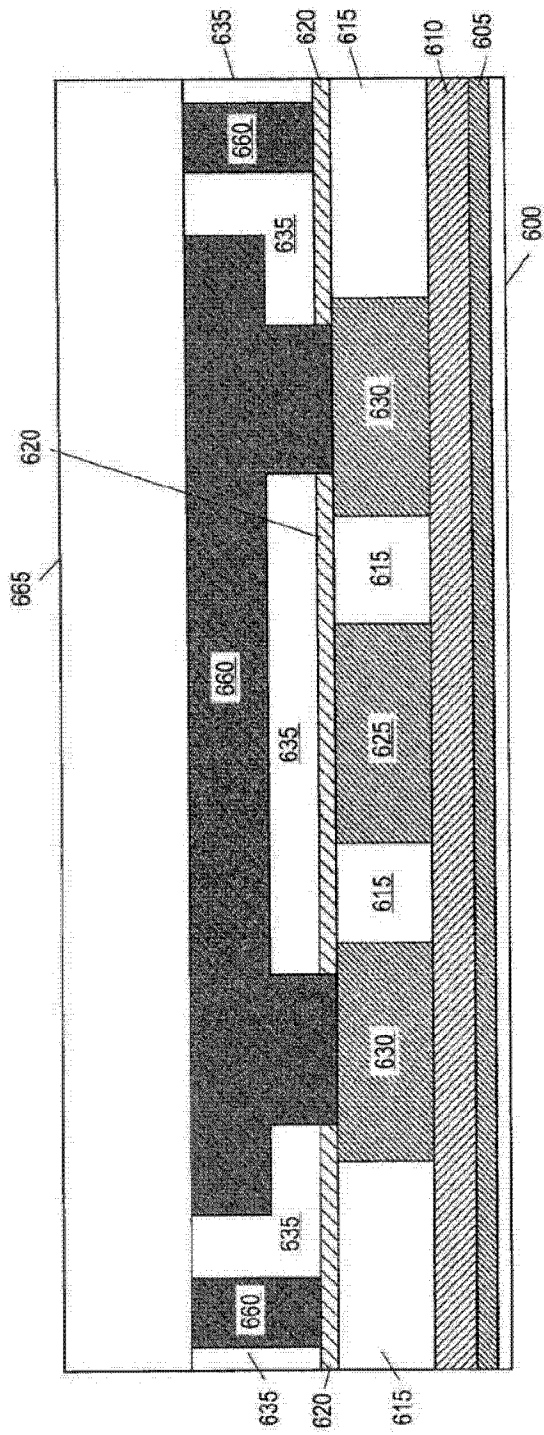


图 5I

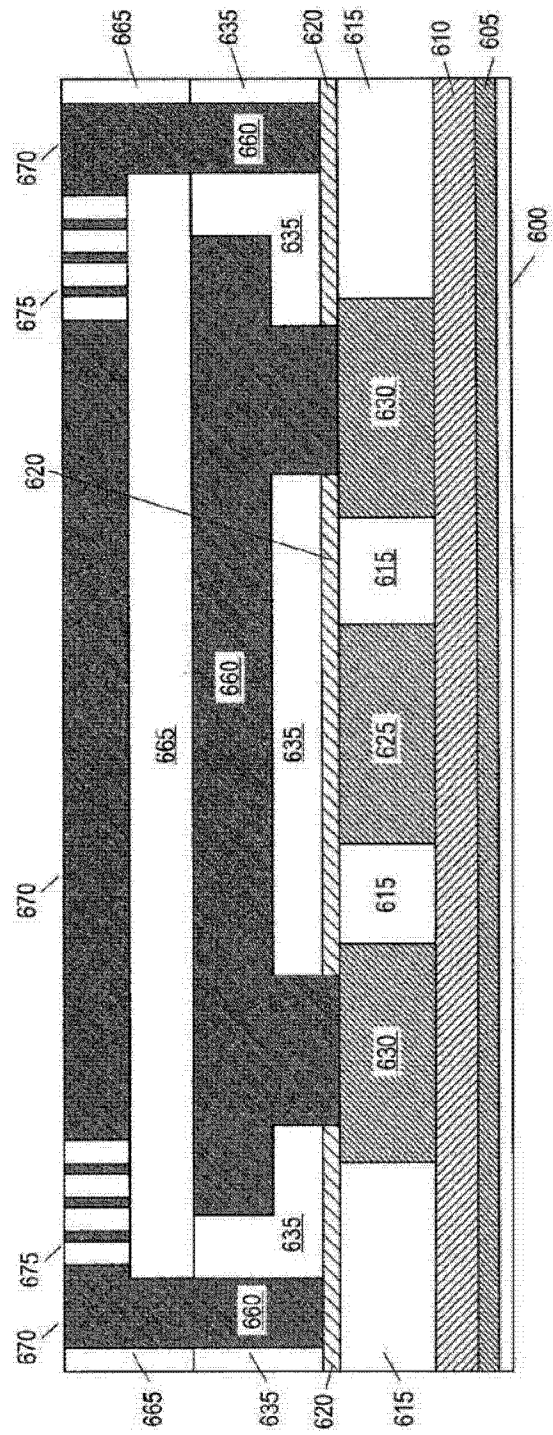


图 5J

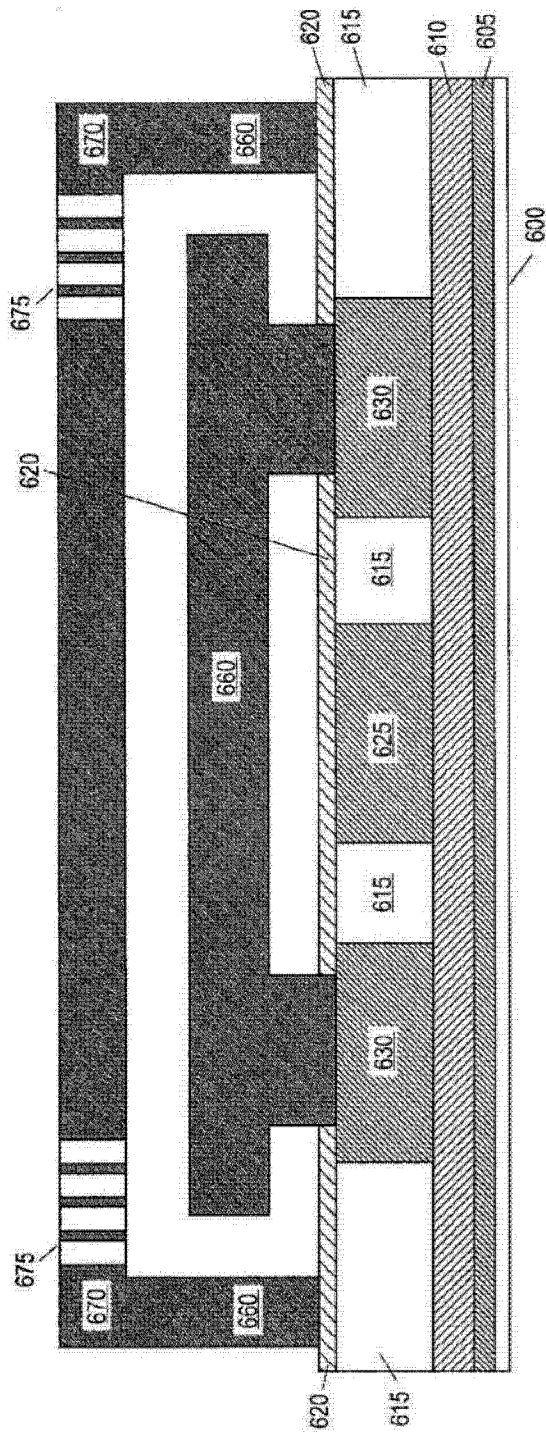


图 5K

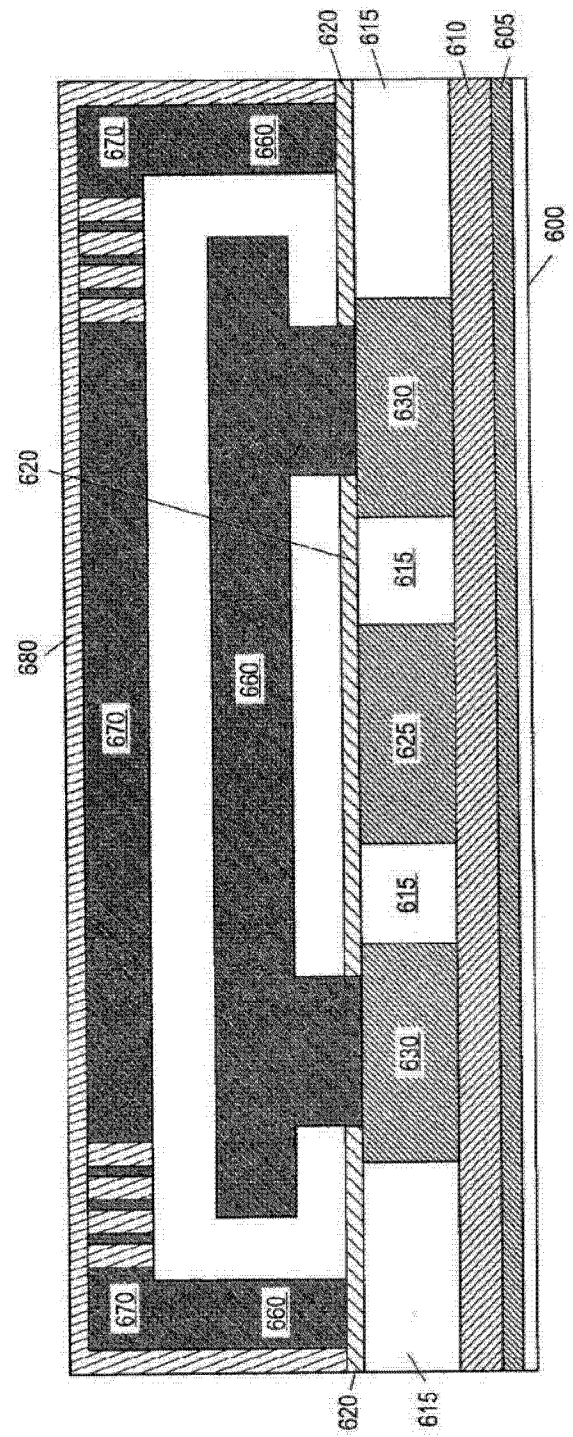


图 5L

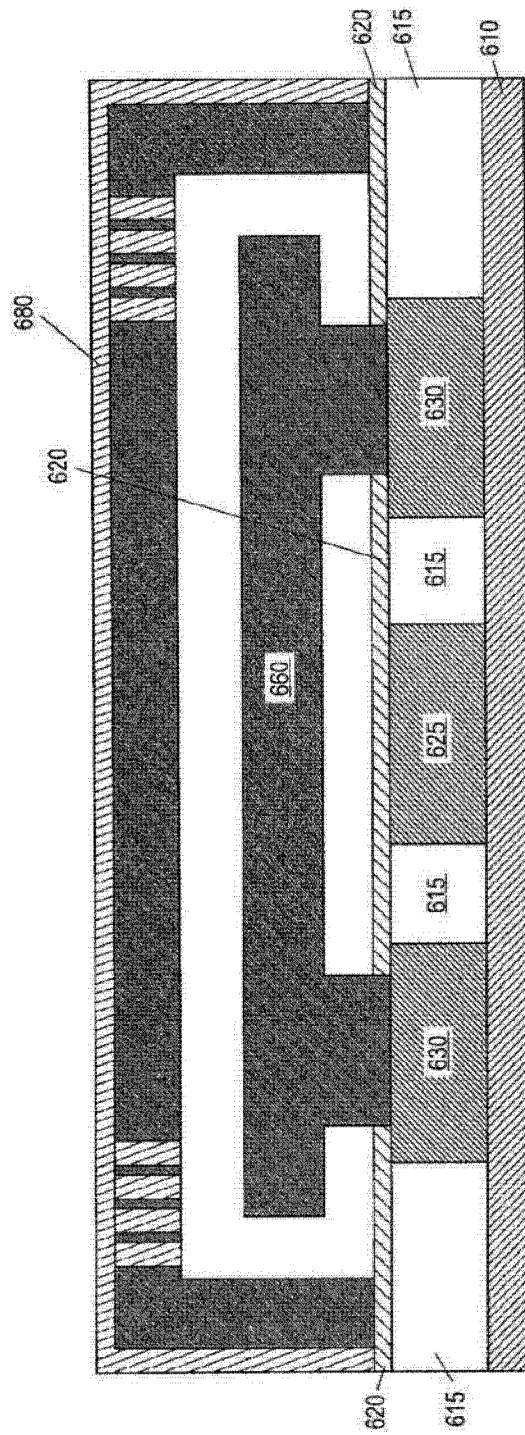


图 5M