



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107924902 A

(43)申请公布日 2018.04.17

(21)申请号 201680047970.4

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

(22)申请日 2016.08.23

代理人 陈松涛 韩宏

(30)优先权数据

14/864,433 2015.09.24 US

(51)Int.Cl.

H01L 23/498(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 23/495(2006.01)

2018.02.13

H01L 23/538(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/048163 2016.08.23

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/052894 EN 2017.03.30

(71)申请人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 S·库马尔

H·K·达瓦莱斯瓦拉普

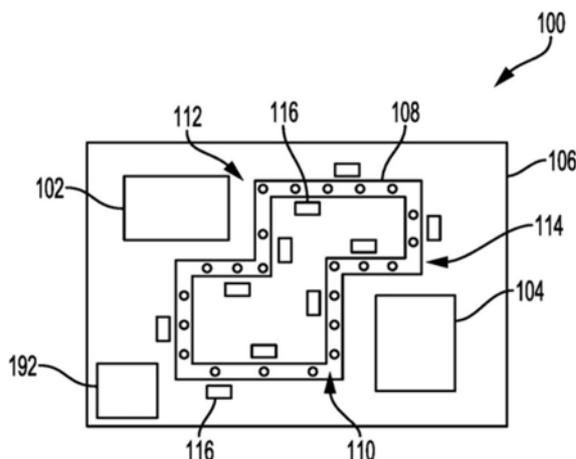
权利要求书3页 说明书19页 附图13页

(54)发明名称

用于柔性集成电路封装的热管理

(57)摘要

本文公开了用于对柔性集成电路(IC)封装的热管理的系统和方法。在一些实施例中,一种柔性IC封装,可以包括柔性衬底材料;部件,其布置在柔性衬底材料中;沟道,其布置在柔性衬底材料中,形成闭合回路,并具有邻近部件的一部分;电极,其布置在柔性衬底材料中并且位于邻近沟道的位置处,其中,电极耦合到电极控制器以选择性地使电极中的一个或多个电极产生电场;及电解液,其布置在沟道中。在一些实施例中,柔性IC封装可耦合到可穿戴支撑结构。可以公开和/或要求保护其它实施例。



1. 一种柔性集成电路 (IC) 封装, 包括:  
柔性衬底材料;  
部件, 所述部件布置在所述柔性衬底材料中;  
沟道, 所述沟道布置在所述柔性衬底材料中, 所述沟道形成闭合回路, 其中, 所述沟道的一部分邻近所述部件;  
多个电极, 所述多个电极布置在所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述沟道的位置处, 其中, 所述多个电极耦合到电极控制器以选择性地使所述多个电极中的两个或更多个电极产生电场; 以及  
电解液, 所述电解液布置在所述沟道中。
2. 根据权利要求1所述的柔性IC封装, 其中, 所述柔性衬底材料包括聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚二甲基硅氧烷。
3. 根据权利要求1所述的柔性IC封装, 其中:  
所述部件是第一部件;  
所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;  
所述柔性IC封装还包括布置在所述柔性衬底材料中的第二部件; 并且  
所述沟道的第二部分邻近所述第二部件。
4. 根据权利要求3所述的柔性IC封装, 其中, 所述第一部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中, 所述第二部件布置在所述柔性衬底材料的第二层中, 所述第一层不同于所述第二层, 并且所述柔性衬底材料的相邻层被印刷电路分隔开。
5. 根据权利要求4所述的柔性IC封装, 其中, 所述第一层和所述第二层被所述柔性衬底材料的一层或多层间隔开。
6. 根据权利要求1所述的柔性IC封装, 其中, 所述部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中, 所述沟道的所述部分布置在所述柔性衬底材料的第二层中, 并且所述第一层和所述第二层是所述柔性衬底材料的相邻层。
7. 根据权利要求6所述的柔性IC封装, 其中:  
所述部件是第一部件;  
所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;  
所述柔性IC封装还包括布置在所述柔性衬底材料中的第二部件;  
所述沟道的第二部分邻近所述第二部件; 并且  
所述第二部件布置在所述柔性衬底材料的第三层中, 所述沟道的所述第二部分布置在所述柔性衬底材料的第四层中, 并且所述第三层和所述第四层是所述柔性衬底材料的相邻层。
8. 根据权利要求7所述的柔性IC封装, 其中, 所述第二层和所述第四层是所述柔性衬底材料的相同层。
9. 根据权利要求1所述的柔性IC封装, 其中, 所述多个电极布置在所述柔性衬底材料的层之间。
10. 根据权利要求1所述的柔性IC封装, 其中, 所述沟道包括在所述柔性衬底材料的不同层之间延伸的过孔。
11. 根据权利要求10所述的柔性IC封装, 其中, 所述过孔在所述柔性衬底材料的第一层

与所述柔性衬底材料的第二层之间延伸,并且所述第一层和所述第二层被所述柔性衬底材料的一层或多层间隔开。

12. 根据权利要求1所述的柔性IC封装,其中:

所述部件是第一部件;

所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;

所述柔性IC封装还包括布置在所述柔性衬底材料中的第二部件和第三部件;

所述沟道的第二部分邻近所述第二部件并且所述沟道的第三部分邻近所述第三部件;  
并且

所述第一部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中,所述第二部件布置在所述柔性衬底材料的第二层中,所述第三部件布置在所述柔性衬底材料的第三层中,并且所述第三层布置在所述第一层与所述第二层之间。

13. 根据权利要求12所述的柔性IC封装,其中,所述沟道的所述第一部分布置在所述第一层与所述第三层之间,并且所述沟道的第二部分布置在所述第三层与所述第二层之间。

14. 根据权利要求1-13中任一项所述的柔性IC封装,其中,所述沟道的所述部分具有蛇形结构。

15. 根据权利要求1-13中任一项所述的柔性IC封装,其中,所述电解液包括油中的电解质液滴。

16. 根据权利要求1-13中任一项所述的柔性IC封装,其中,所述电极控制器用于选择性地使所述多个电极中的两个或更多个电极产生电场以使所述电解液在所述沟道中循环。

17. 一种可穿戴集成电路(IC)器件,包括:

柔性集成电路(IC)封装,所述柔性集成电路(IC)封装包括:

柔性衬底材料,

部件,所述部件布置在所述柔性衬底材料中,其中,所述部件包括处理器件或存储器器件,

沟道,所述沟道布置在所述柔性衬底材料中,所述沟道形成闭合回路,其中,所述沟道的一部分邻近所述部件,

多个电极,所述多个电极布置在所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述沟道的位置处,其中,所述多个电极耦合到电极控制器以选择性地使所述多个电极中的两个或更多个电极产生电场,以及

电解液,所述电解液布置在所述沟道中;以及

可穿戴支撑结构,所述可穿戴支撑结构耦合到所述柔性IC封装。

18. 根据权利要求17所述的可穿戴IC器件,其中,所述可穿戴支撑结构包括粘合剂背衬。

19. 根据权利要求17所述的可穿戴IC器件,其中,所述可穿戴支撑结构包括织物。

20. 一种形成柔性集成电路(IC)封装的方法,包括:

提供包括柔性衬底材料的柔性IC组件,所述柔性衬底材料具有布置在其中的部件、多个电极和沟道,其中,所述沟道形成具有邻近所述部件的部分的闭合回路,并且其中,所述多个电极位于邻近所述沟道的位置处;

经由所述柔性IC组件的入口向所述沟道提供电解液;以及在提供所述电解液之后,密封所述入口。

21. 根据权利要求20所述的方法,其中,提供所述柔性IC组件包括将所述多个电极中的一个或多个电极印刷在所述柔性衬底材料的一层或多层上。

22. 一种对柔性集成电路(IC)封装进行热管理的方法,包括:

由电极控制器使第一对电极产生电场,其中,所述第一对电极布置在所述柔性IC封装的柔性衬底材料中并且位于邻近所述柔性衬底材料中的沟道的位置处,并且其中,电解液布置在所述沟道中;

由所述电极控制器使第二对电极产生电场以引起所述电解液中的至少一些电解液在所述沟道内的移动,其中,所述第二对电极布置在所述柔性IC封装的所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述柔性衬底材料中的所述沟道的位置处;

其中,所述沟道形成闭合回路,部件布置在所述柔性衬底材料中,并且所述沟道包括邻近所述部件的部分。

23. 根据权利要求22所述的方法,还包括:

在使所述第一对电极产生电场或者使所述第二对电极产生电场之前,由所述电极控制器确定所述部件的温度超过阈值;

其中,响应于所述确定而执行使所述第一对电极产生电场以及使所述第二对电极产生电场。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中:

所述部件是第一部件;

所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;

第二部件布置在所述柔性衬底材料中;

所述沟道包括邻近所述第二部件的第二部分;以及

确定所述第一部件的温度超过阈值包括:确定所述第一部件的温度超过所述第二部件的温度。

25. 根据权利要求23-24中任一项所述的方法,其中,所述第一对电极和所述第二对电极共享电极。

## 用于柔性集成电路封装的热管理

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有于2015年9月24日提交的题为“THERMAL MANAGEMENT FOR FLEXIBLE INTEGRATED CIRCUIT PACKAGES”的美国非临时(实用新型)专利申请No.14/864,433的优先权,该美国非临时专利申请以全文引用的方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本公开内容总体上涉及集成电路领域,具体而言,涉及用于柔性集成电路封装的热管理。

### 背景技术

[0004] 集成电路(IC)器件在操作期间产生热。如果这个热导致器件的温度上升到临界水平,则性能可能受损或器件可能发生故障。用于管理传统IC器件所产生的热的传统技术包括使用散热部件和风扇。

### 附图说明

[0005] 通过以下结合附图的具体描述将容易地理解实施例。为了便于描述,相似的附图标记指代相似的结构元件。在附图的图中示例性地而非限制性地说明了实施例。

[0006] 图1是根据各个实施例的柔性集成电路(IC)封装的表示。

[0007] 图2是柔性IC封装的第一示例的侧视图的一部分。

[0008] 图3是根据各个实施例的图2的第一柔性IC封装示例的俯视图的一部分。

[0009] 图4是柔性IC封装的第二示例的侧视图的一部分。

[0010] 图5是根据各个实施例的图4的第二柔性IC封装示例的俯视图的一部分。

[0011] 图6是柔性IC封装的第三示例的侧视图的一部分。

[0012] 图7是根据各个实施例的图6的第三柔性IC封装示例的俯视图的一部分。

[0013] 图8是柔性IC封装的第四示例的侧视图的一部分。

[0014] 图9是根据各个实施例的图8的第四柔性IC封装示例的俯视图的一部分。

[0015] 图10是柔性IC封装的第五示例的侧视图的一部分。

[0016] 图11是根据各个实施例的图10的第五柔性IC封装示例的俯视图的一部分。

[0017] 图12是柔性IC封装的第六示例的侧视图的一部分。

[0018] 图13是根据各个实施例的图12的第六柔性IC封装示例的俯视图的一部分。

[0019] 图14是柔性IC封装的第七示例的侧视图的一部分。

[0020] 图15是根据各个实施例的图14的第七柔性IC封装示例的俯视图的一部分。

[0021] 图16和17是根据各个实施例的柔性IC封装的附加示例的侧视图的部分。

[0022] 图18-20示出了根据各个实施例的在制造柔性IC封装的过程中形成的各个组件。

[0023] 图21是根据各个实施例的耦合到支撑结构的柔性IC封装的侧视图的一部分。

[0024] 图22是根据各个实施例的具有耦合到柔性IC封装的臂带支撑结构的可穿戴IC器件的透视图。

[0025] 图23是根据各个实施例的具有耦合到柔性IC封装的鞋支撑结构的可穿戴IC器件的侧视横截面图。

[0026] 图24是电极控制器装置的框图。

[0027] 图25-28示出了根据各个实施例的可以用于沟道的邻近图1的柔性IC封装中的部件的一部分的各个示例性结构。

[0028] 图29是根据各个实施例的用于形成柔性IC封装的说明性过程的流程图。

[0029] 图30是根据各个实施例的用于热管理柔性IC封装的说明性过程的流程图。

[0030] 图31是可以用本文中公开的柔性IC封装实施或可以包括该柔性IC封装的示例性计算设备的框图。

### 具体实施方式

[0031] 本文公开了用于柔性集成电路 (IC) 封装的热管理的系统和方法。在一些实施例中,柔性IC封装可以包括柔性衬底材料;布置在柔性衬底材料中的部件;布置在所述柔性衬底材料中形成闭合回路并且具有邻近所述部件的部分的沟道;布置在所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述沟道的位置处的电极,其中,所述电极耦合到电极控制器以选择性地使所述电极中的一个或多个产生电场;以及布置在沟道中的电解液。由电极产生的电场可以通过电润湿使电解液在沟道内移动(例如,在沟道内循环)。当被布置邻近沟道的部件产生热时,那些热中的一部分可被电解液吸收,然后通过电解液的移动而离开部件,由此冷却部件或缓解任何热积聚。在一些实施例中,本文公开的柔性IC封装可以耦合到可穿戴支撑结构以形成柔性的可穿戴式热管理IC器件。

[0032] 传统热管理技术限制了柔性电子器件的发展。例如,传统IC封装可以包括利用热界面材料热耦合到发热部件(例如,管芯)的金属散热器。然而,当发热部件嵌入一层或多层柔性衬底材料和/或模塑材料内(并且因此不容易耦合到散热器)时,散热器可能具有有限的效用。外部冷却设备(例如,风扇和散热部件)至少由于它们的大尺寸、移动部件、功率要求以及不能冷却嵌入在绝缘材料中的发热器件而类似地对于柔性和/或可穿戴应用是不可行的。另外,诸如散热器和散热部件之类的传统刚性结构可能不适合用于柔性电子器件,至少因为这样的刚性结构可能会损害封装可弯曲性和可拉伸性。

[0033] 一些传统的热管理技术试图限制或降低电子器件的热设计功率(TDP)。器件的TDP代表在典型操作期间需要冷却系统从器件耗散的最大热量;TDP越低,需要执行的热管理越少。一种传统的TDP限制技术涉及使IC封装内得器件“节流”(例如,通过降低器件的工作频率从而使该器件减慢),以限制器件产生的热量。然而,这种方法的实质性缺陷在于,限制器件在其真实能力以下执行,并且可能导致器件不能满足性能基准或要求。类似地,由IC封装产生的热可以通过在IC封装中包括较少和/或较低功率的部件而被限制,但是这种方法也固有地限制了IC封装可实现的性能。由于热现象导致的性能限制(例如,电池寿命的限制,在正常使用期间的用户舒适度,节流处理)可能导致用户体验下降。

[0034] 除了传统热管理技术不适用于柔性和/或可穿戴IC器件之外,与传统IC器件相比,许多这样的器件对于用户的舒适度可能具有更严格的热要求。例如,为了舒适的使用,通常

与人体皮肤接触的IC器件不应超过某一最大温度,该最大温度低于笔记本计算设备、平板电脑或其它传统手持式计算设备所允许的最大温度。该最大温度可以在大约37°C和45°C之间,并且可以根据IC器件在穿戴者身体上的具体位置(例如,在耳朵和前额处允许的最大温度小于在手指处允许的最大温度)。因此,许多可穿戴设备必须维持在比“智能电话”和其它移动计算设备更低的操作温度下。

[0035] 许多材料的低热导率加剧了实现柔性器件的足够低的操作温度的挑战,否则这些材料可能适合作为柔性衬底材料和/或模塑材料。例如,聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚二甲基硅氧烷(PDMS)可以具有每米每开尔文大约0.15瓦特的热导率,这是现有片上系统(SoC)产品(其本身常常具有显著的热风险)中使用的模塑材料的热导率的大约1/9。因此,柔性IC器件与传统IC器件相比可以由较不能将热量从嵌入其中的部件传导出外的材料形成。

[0036] 本文公开的各个实施例可以在柔性封装中实现高性能计算器件,其相对于传统器件和技术实现了改进的热性能。具体而言,本文公开的各个实施例可以扩大柔性IC器件的TDP,同时维持或改善性能并且不损害器件可拉伸性和可弯曲性。本文公开的实施例可以有用地应用于多层IC封装设计,其中将多个部件(例如,管芯或传感器)嵌入在柔性材料的不同层之间,而不损害可弯曲性或可拉伸性。柔性IC封装可以容易地集成到可穿戴支撑件中,以形成可穿戴设备,例如佩戴在皮肤上的珠宝、智能织物或贴纸/纹身。另外,本文公开的各个实施例可以容易地使用软光刻技术来制造。

[0037] 另外,将本文公开的热管理技术结合在刚性IC封装中可以改善热性能并且减小由于不令人满意的热性能而导致的在制造过程期间的产量损失。具体而言,相对于传统技术,本文所公开的各种热管理技术的使用可降低IC器件的最大或平均操作温度,并因此可减少其最大或平均操作温度超过可靠性温度限制的IC器件的数量。

[0038] 在下面的具体描述中,参考构成其一部分的附图,在附图中相似的附图标记贯穿全文指示相似的部件,并且在附图中通过说明的方式示出了可以实践的实施例。应该理解的是,在不脱离本公开内容的范围的情况下,可以利用其它实施例并且可以进行结构或逻辑上的改变。因此,下面的具体描述不是限制性的。

[0039] 各个操作可以以最有助于理解所要求保护的主题的方式依次被描述为多个分立的动作或操作。但是,描述的顺序不应该被解释为暗示这些操作必须依赖于顺序。具体地,这些操作可以不按照呈现的顺序执行。描述的操作可以以与描述的实施例不同的顺序来执行。可以执行各个附加操作,和/或在附加实施例中可以省略所述操作。

[0040] 出于本公开内容的目的,短语“A和/或B”表示(A)、(B)或(A和B)。出于本公开内容的目的,短语“A、B和/或C”表示(A)、(B)、(C)、(A和B)、(A和C)、(B和C)或(A、B和C)。

[0041] 说明书使用短语“在一个实施例中”或“在实施例中”,其可以均指代一个或多个相同或不同的实施例。此外,关于本公开内容的实施例所使用的术语“包括”、“包含”、“具有”等是同义的。

[0042] 图1是根据各个实施例的柔性集成电路(IC)封装100的表示。柔性IC封装100可以包括布置在柔性衬底材料(FSM)106中的第一部件102。沟道108可以布置在FSM 106中,并且电解液110可以布置在沟道108中。沟道108的第一部分112可以邻近第一部件102。如本文所使用的,当沟道足够靠近部件时,沟道的一部分可以“邻近”该部件,使得由该部件产生的热

可以被沟道内的导热流体吸收,以便随着流体移动通过沟道离开部件而对部件进行热管理。

[0043] 在一些实施例中,如图1所示,第二部件104也可以布置在FSM 106中,并且沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104。尽管在图1中示出两个部件,但在FSM 106中可以布置任何数量的部件。例如,在一些实施例中,只有单个部件(例如,第一部件102)可以布置在FSM 106中并且可以邻近沟道108。在一些实施例(其示例在下文中详细讨论)中,三个或更多个部件可以布置在FSM 106中并且可以邻近沟道108。

[0044] 布置在FSM 106中的部件可以执行一个或多个任何适当的期望的计算功能。例如,在一些实施例中,第一部件102和/或第二部件104可以包括处理设备、存储器设备、传感器和/或通信设备(例如,调制解调器)。在一些实施例中,第一部件102和/或第二部件104可以包括管芯。在一些实施例中,布置在FSM 106中的部件可以形成为相当薄的基于半导体的电路(例如,基于硅的管芯),并且可以被嵌入在FSM 106的层之间。下面详细讨论FSM 106中部件的多个布置示例。本文所指的任何“部件”可以是“部件部分”;即,被配置为实现单个SoC的一部分的功能的至少一部分的电路。部件部分的示例可以是管芯段。多个部件部分(或本文使用的“部件”)的组合可以实现SoC的功能。部件部分可以包括硅或其它半导体、金属或其它电路材料(如本文所指的任何“部件”可以包括这些材料)。

[0045] 图1中元件的表示和布置是抽象的,并且要根据下面的描述和本文的教导的其余部分来解释。具体而言,图1并非旨在要求其中图1的所有元件都是共平面(例如,布置在多层IC封装100中的单层中)的IC封装100的布置。实际上,在第一部件102和/或第二部件104具有细的形状因子的实施例中,当沟道108被限制为完全与第一部件102和/或第二部件104共面时(例如,当仅第一部件102和/或第二部件104的窄侧面面对沟道108时),可能难以实现足够的热传递,替代地,沟道108的部分可以被布置为与第一部件102和/或第二部件104非共面(例如,在与第一部件102和/或第二部件104不同的层中,使得第一部件102和/或第二部件104的较大的面面对沟道108),因此存在可以传递热的较大区域。

[0046] 沟道108可以形成闭合回路,使得将电解液110限制为保持在沟道108内。在一些实施例中,沟道108可以形成为使得电解液110被限制为保持在沟道108内但是沟道108可以不形成闭合回路(例如,沟道108可以被成形为具有一个或多个弯曲的管)。在一些实施例中,沟道108的内表面可以被涂覆有电介质(例如,特氟隆、钛酸锶钡(BST)或任何其它合适的电介质),并且电介质的电润湿(EWOD)技术可以用于在沟道108中移动电解液110。在一些实施例中,沟道108的内表面可以涂覆有金属,并且可以使用基于金属的电润湿技术。

[0047] 如本文所用,“电解液”可以包括具有可经受电润湿的电解质成分的任何流体(如下文进一步讨论的)。电解液110可以包括任何合适的流体并且可以具有不均匀组分。例如,在一些实施例中,电解液110可以包括油中的电解质液滴。电解液110的一个示例可以是硅油中的氯化钾(KCl)液滴,但是可以使用任何合适的液体。

[0048] 在一些实施例中,电解液110可以包括有机溶剂。当FSM 106包括可吸收有机溶剂的聚合物材料时,可以使用许多已知技术中的任何技术来改善柔性IC封装100的气密性。用于改善柔性IC封装100的气密性的合适技术的示例包括用混合有机/无机聚合物涂覆聚合物材料以防止聚合物材料和有机溶剂之间的接触(例如,如在Kim等人的Solvent-resistant PDMS microfluidic devices with hybrid inorganic/organic polymer

coatings, *Advanced Functional Materials*, 第19卷, 第3796-3803页 (2009) 中描述的), 载运期间的热老化以及改变聚合物的预聚物和固化剂的比例 (两者均在例如Huang等人的 *The improved resistance of PDMS to pressure-induced deformation and chemical solvent swelling for microfluidic devices*, *Microelectronic Engineering*, 第124卷, 第66-75页 (2014) 中描述)。在一些实施例中, 电解液110可以包括无机溶剂 (例如, 水)。

[0049] 柔性IC封装100能够弯曲和/或拉伸而不损坏其中的部件。这种能力可以使得柔性IC封装100的一些实施例特别适合于可穿戴计算应用, 其中柔性IC封装100布置在用户的身体上或附近并且应当能够随着用户的移动而变形。FSM 106可以包括一种或多种任何合适的柔性衬底材料。例如, 在一些实施例中, FSM 106可以包括PET。在一些实施例中, FSM 106可以包括PDMS。在一些实施例中, FSM 106可以包括聚酰亚胺或另一种热塑性弹性体。

[0050] 两个或更多个电极116可以布置在FSM 106中并且可以位于邻近沟道108的位置处。如本文所使用的, 当电极产生的电场足够强以通过电润湿使电解液在沟道中移动时, 电极可以位于“邻近”沟道的位置处。为了获得足够强的电场, 在一些实施例中将电极置于与沟道108相邻的FSM 106的层中 (例如, 在沟道108“下方”) 可能是有利的, 但是根据本文的教导可以使用任何合适的布置。电润湿一般是指将电场施加到流体上以改变该流体保持与固体表面接触的能力, 并且更具体地在本文中是指在沟道和电解质液滴的一侧上施加电场以不对称地改变该液滴的界面表面张力而使液体弯液面不对称地变形, 从而驱动大部分流体在沟道中运动。存在用于借助电润湿通过微沟道输送流体液滴的许多技术, 例如以下所描述的技术: Cho等人的 *Creating, transporting, cutting, and merging liquid droplets by electrowetting-based actuation for digital microfluidic circuits*, *Journal of Microelectromechanical Systems*, 第12.1卷, 第70-80页 (2003)。尽管在图1中示出了特定数量的电极116, 但柔性IC封装100中可以包括任何合适数量的电极。电极116可以由任何合适的导电材料 (诸如, 铜) 形成。

[0051] 电极116可以耦合到电极控制器192, 电极控制器192可以被配置为选择性地使一个或多个电极116产生电场。更具体地, 电极116可以沿沟道108布置, 使得可以在两个或更多个电极116之间产生电场。在一些实施例中, 电极控制器192可以包括在第一部件102或第二部件104 (其可以是例如管芯) 中, 而在其它实施例中, 电极控制器192可以与使用本文公开的热管理技术冷却的任何部件分开。

[0052] 在使用期间, 电极控制器192可以使在电解液110中的电解质液滴的前弯液面下方的电极116的顺序组产生电场, 从而通过电润湿使电解液110的液滴在沟道108内移动。在一些实施例中, 电极控制器192可以使电极116产生电场, 以使电解液110循环通过沟道108。电极控制器192可以通过向两个或更多个电极116提供电压来使电极116中的两个或更多个产生电场。所施加的电压的电平和分布可以取决于柔性IC封装100的特定配置和电解液110的期望移动速率, 并且在一些实施例中可以在大约15伏到大约50伏之间。

[0053] 在一些实施例中, 电极116中的一个或多个电极可以通过电极控制器192耦合到参考电压 (例如, 地), 并且在操作期间电极116上的电压可以不改变; 相反, 电极116中的其它电极上的电压可以改变, 以引起驱动电解液110移动的变化的电场。这种技术的示例在以下中被论述: Pollack等人的 *Electrowetting-based actuation of droplets for integrated microfluidics*, *Lab Chip*, 第2卷, 第96-101页, (2002), 以及Pollack等人的

Electrowetting-based actuation of liquid droplets for microfluidic applications, Appl. Phys. Lett., 第77卷, n.11, 第1725-1726页 (2000)。可以根据本文公开的教导和本领域已知的技术 (包括本文中提及的那些技术) 来执行使用电极驱动电解液通过沟道, 因此在此不详细讨论。

[0054] 当电解液110在沟道108中移动时, 电解液110可以从第一部件102和/或第二部件104吸收热并且可以沿着沟道108输送该热。热可以在柔性IC封装100的比第一部件102和/或第二部件104更冷的区域中被耗散, 从而冷却第一部件102和/或第二部件104。

[0055] 在一些实施例中, 电解液110在沟道108内的循环可以连续地发生, 以将热分布在柔性IC封装100的邻近沟道108的区域中。在一些实施例中, 电解液110在沟道108内的循环可以以预定的时间间隔 (例如, 在预定的分钟数之后周期性地, 在柔性IC封装100已经被有效使用预定的时间段之后周期性地, 等) 发生。

[0056] 在一些实施例中, 电极控制器192可以被配置为基于第一部件102或第二部件104的温度的一个或多个指标来选择性地使电极116中的一个或多个产生电场。例如, 当邻近沟道108的一个或多个部件超过温度阈值时, 可以发生电解液110在沟道108内的循环。对于一个或多个部件中的不同部件, 温度阈值可以不同, 并且部件的温度可以通过包括在部件本身中的温度传感器或布置在柔性IC封装100中邻近部件的温度传感器 (例如, 热电偶) 来测量。例如, 第一部件102可以与第一温度阈值相关联, 并且第二部件102可以与第二温度阈值相关联。当第一部件102的温度超过第一阈值或者第二部件102的温度超过第二阈值时, 电极控制器192可以使电极116中的一个或多个产生电场以使电解液110循环。在一些实施例中, 与特定部件相关联的温度阈值可以取决于柔性IC封装100中的另一个部件或区域 (例如, 柔性IC封装100中的另一个部件) 的温度。例如, 电极控制器192可以被配置为当第一部件102的温度超过第二部件104的温度时使电解液110在沟道108中循环。在这样的实施例中, 与第一部件102相关联的温度阈值是第二部件104的温度 (在操作期间可能会改变)。

[0057] 在一些实施例中, 可以选择柔性IC封装100内的沟道108的布置, 使得沟道108的一些部分邻近不太可能会“热”的部件或其它部件, 而沟道108的其它部分邻近更可能会“热” (并且需要冷却) 的部件或其它部件。例如, 如果第一部件102是具有核心或其它计算元件的处理器件, 并且第二部件104是图像处理器件 (例如, 图形部件) 或不具有核心的器件 (“无核心” 器件, 诸如通信器件), 则第一部件102可能比第二部件104运行时更热。在这样的实施例中, 沟道108可以被有利地布线为使得第一部分112邻近第一部件102并且第二部分114邻近第二部件104; 由“热的” 第一部件102产生的热可以被第一部分112中的电解液110吸收, 并且电解液110可以通过沟道108将热传输到“冷的” 第二部件104 (在此可以耗散热)。该循环可以连续地、周期性地发生, 或者响应于第一部件102/ 第二部件104超过温度阈值而发生。以这种方式, 柔性IC封装100内的温度梯度可以通过将热从较高温度区域动态地移动到较低温度区域而缓解。

[0058] 在一些实施例中, 可以选择柔性IC封装100内的沟道108的布置, 使得沟道108的不同部分邻近不太可能同时是“热的” (并且需要冷却的) 部件。例如, 如果第一部件102和第二部件104不太可能同时产生大量的热, 则沟道108可以有利地被布线为使得第一部分112邻近第一部件102且第二部分114邻近第二部件104; 当第一部件102运行时, 第一部分112中的电解液110可以吸收热并且通过沟道108朝向不运行的较冷的第二部件104 (在此可以耗散

热) 传输, 反之亦然。该循环可以连续地、周期性地发生, 或者响应于第一部件102/第二部件104超过温度阈值而发生。以这种方式, 柔性IC封装100内的温度梯度可以通过将热从较高温度区域动态地移动到较低温度区域而缓解。

[0059] 本文公开的各种IC封装100可以通过选择性且主动地经由电极控制器192、电极116、电解液110和沟道108所提供的基于电润湿的集成热管理系统将热从柔性IC封装100内邻近沟道108的区域输送到其它较冷的区域, 而在操作和测试期间降低这些区域的峰值温度。“热”区域可以是邻近产生大量热的部件的那些区域, “冷”区域可以是邻近柔性IC封装100中产生较少热或不产生热的部件或其它部件的那些区域。在各个实施例中峰值部件温度的降低程度将取决于柔性IC封装100中的部件的特定布置, 但是包含本文公开的热管理系统可以实现峰值部件温度降低20%或更多。本文公开的热管理系统还可以消耗最小量的功率(在一毫瓦的分数的量级), 因此可以特别适用于低功率可穿戴计算应用(其可以具有大约1瓦的典型功耗)。

[0060] 本文公开的柔性IC封装100的一些实施例可以为柔性的可弯曲封装提供主动的集成的多层热解决方案, 其中, 在柔性IC封装100中包含热解决方案不会损害柔性IC封装100的可弯曲性和可拉伸性。在一些实施例中, 如下所述, 本文公开的热管理系统可以基于沟道108(或多个沟道, 如下所述)的布置选择性地冷却柔性IC封装100在FSM 106的不同层中的部分。在一些实施例中, 本文公开的热管理系统可通过主动降低柔性IC封装100的温度以将温度保持在可靠性温度极限以下来使制造测试期间的热产量损失最小化。另外, 在一些实施例中, 本文所公开的热管理系统可通过将柔性IC封装100的温度保持在最大可允许温度以下而不抑制柔性IC封装100的性能来改善柔性IC封装100在实际使用期间的性能。

[0061] 在一些实施例中, 本文公开的任何柔性IC封装100可以包括共同未决的题为“ELECTRIC CIRCUIT ON FLEXIBLE SUBSTRATE”的美国专利申请No.14/227,779中所公开的柔性装置的任何实施例。例如, IC封装100可以包括柔性衬底上的玻璃岛, 在柔性衬底上并且与玻璃岛部分重叠的互连, 位于玻璃岛上并且电耦合到互连的部件(例如, 管芯), 以及在该器件上方并且至少部分地在该互连上方的玻璃层, 使得该玻璃层、该玻璃岛和该互连形成该器件的气密封。在另一个示例中, IC封装100可以包括多个叠置柔性衬底层, 该多个叠置柔性衬底层包括在第二衬底层上的第一衬底层, 位于叠置柔性衬底层中的第一和第二部件部分以及在第二衬底层邻近第一衬底层的表面上图案化的第一互连电路, 其中该第一和第二部件部分通过所述互连电路电耦合。在另一个示例中, IC封装100可以包括通过以下形成的装置: 在柔性衬底上形成互连, 将部件(例如, 管芯)布置在衬底上靠近互连的位置, 以及在器件和互连上选择性地沉积第一气密材料以将该器件气密地密封在互连和第一气密材料的组合内。

[0062] 如上所述, 柔性IC封装100可以包括一个或多个部件, 例如第一部件102和第二部件104。不同的IC封装设计可以包括不同的数量和布置的部件。例如, 在多层嵌入式部件封装中, 不同部件(例如, 不同部件段)可位于FSM 106的不同层之间。图2-17示出了具有部件和沟道的不同布置的IC封装100的多个实施例。在这些实施例中, 布置在多层柔性且可弯曲IC封装100的相同或不同层中的一个或多个部件邻近包含电解液110(例如, 油中的电解质液滴)的一个或多个沟道, 其中, 电解液110通过电润湿循环以将热从柔性IC封装100的较热区域传输到柔性IC封装100的较冷区域。在一些实施例中, 印刷在FSM 106的不同层上的电

极116可以驱动电解液110的运动,从而在不同层中沟道108中引起整体流动。因此,在一些实施例中,沟道108可以用作自含式圆形混合器,其中通过由电极116引起的电润湿来整体驱动流体。

[0063] 在图2-17中示出的实施例仅是示例性的,根据本文的教导的任何合适的布置都在本公开内容的范围内。具体地说,图2-17所示的电极可以不表示电极的特定尺寸、形状、数量或布置,而是指示电极中的至少一些的可能位置。根据本文所公开的实施例的布置可以包括比所示的更多或更少的电极,并且电极可以如图所示地定位或者位于任何其它合适的位置,从而根据本文的教导和本领域已知的技术,可以发生电解液的基于电润湿的移动。邻近沟道的电极的数量、尺寸、形状和布置可以采取任何合适的形式,例如在本文中详细描述或在本文引用的任何参考文献中讨论的那些形式中的任何一种。例如,在电解液包括油中的电解质液滴的实施例中,电极中的每一个的尺寸可以被设置为使得电极面对沟道的面的面积类似于电解质液滴的“占用面积”。

[0064] 另外,图2-17中未示出的多个其它结构可以包括在参考图2-17讨论的柔性IC封装100中。这些结构可以包括FSM 106的不同层之间的导电过孔,在柔性IC封装100内路由电信号的“水平”导电迹线以及嵌入柔性IC封装100中的其它部件(例如,其它电气部件、光学部件等)。例如,图16和17示出了在一些示例性柔性IC封装100中可以用于在FSM 106的层之间路由电信号的层间导电材料,并且本文讨论的柔性IC封装100的任何实施例可以包括这样的导电材料和任何其它合适的结构。

[0065] 图2和3示出了柔性IC封装100的第一示例性实施例。具体而言,图2是柔性IC封装100的实施例的侧视图的一部分,图3是图2的柔性IC封装100的俯视图的一部分。在图2和3的实施例中,柔性IC封装100包括FSM 106的第一层202和FSM 106的第二层204。FSM 106的其它层可以包括在图2和3的柔性IC封装100(以及如图4-17所示的柔性IC封装100)中,并且其中示出了一些示例。第一部件102和第二部件104可以布置在第一层202中。沟道108可以布置在第二层204中,而电解液110布置在沟道108中。沟道108的第一部分112可以邻近第一部件102,并且沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104。

[0066] 如图3所示,沟道108的第一部分112和沟道108的第二部分114可以均具有蛇形结构。蛇形结构可以增加从相应的部件吸收热的电解液110的量,从而改善热传递的量。虽然参考图2-17讨论的许多实施例可以示出用于沟道108的各个部分的蛇形结构,但可以使用任何其它合适的结构,下面参考图25-28讨论其多个示例。电极116可以包括布置在第一层202和第二层204之间(例如,在形成第二层204之前被印刷在第一层202上)的电极。图2和3的电极116可以位于邻近沟道108的位置处,以在电极控制器192(未示出)的控制下经由动态电场实现电解液110的移动。

[0067] 图4和5示出了柔性IC封装100的第二示例性实施例。具体而言,图4是柔性IC封装100的实施例的侧视图的一部分,图5是图4的柔性IC封装100的俯视图的一部分。在图4和5的实施例中,柔性IC封装100包括FSM 106的第一层402、FSM 106的第二层404和FSM 106的第三层406,第三层406布置在第一层402和第二层404之间。第一部件102可以布置在第一层402中,第二部件104可以布置在第二层404中,并且沟道108可以布置在第三层406中(电解液110布置在沟道108中)。沟道108的第一部分112可以邻近第一部件102,并且沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104。电极116可以包括布置在第一层402与第三层406之间(例

如,在形成第三层406之前印刷在第一层402上)的电极。图4和5的电极116可以位于邻近沟道108的位置处,以在电极控制器192(未示出)的控制下经由动态电场实现电解液110的移动。

[0068] 尽管图4示出了与第三层406相邻的第一层402以及与第二层404相邻的第三层406,但情况不一定如此。在一些实施例中,第一层402可以通过FSM 106的一个或多个中间层与第三层406间隔开。在一些实施例中,第三层406可以通过FSM 106的一个或多个中间层与第二层404间隔开。包括在柔性IC封装100和沟道108中的部件之间的间隔可以基于特定应用的要求和约束来选择,诸如柔性IC封装100中的层数、所需传送的热量、其它结构约束、以及柔性IC封装100的FSM 106和其它部件的材料性质。根据这些教导,本文参考图2-17所讨论的其中FSM 106的两层彼此相邻的任何实施例也教导了其中两层适当地通过一个或多个中间层隔开的实施例。

[0069] 图6和7示出了柔性IC封装100的第三示例性实施例。具体而言,图6是柔性IC封装100的实施例的侧视图的一部分,图7是图6的柔性IC封装100的俯视图的一部分。在图6和7的实施例中,柔性IC封装100包括FSM 106的第一层602、FSM 106的第二层604和FSM 106的第三层606,其中,第三层606布置在第一层602和第二层604之间。第一部件102和第二部件104可以布置在第一层602中,第三部件150可以布置在第二层604中。沟道108可以布置在第三层606中,电解液110布置在沟道108中。沟道108的第一部分112可以邻近第一部件102,并且沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104,沟道108的第三部分160可以邻近第三部件150。电极116可以包括布置在第一层602与第三层606之间(例如,在形成第三层606之前印刷在第一层602上)的电极。图6和7的电极116可以位于邻近沟道108的位置处,以在电极控制器192(未示出)的控制下经由动态电场实现电解液110的移动。

[0070] 图8和9示出了柔性IC封装100的第四示例性实施例。具体而言,图8是柔性IC封装100的实施例的侧视图的一部分,图9是图8的柔性IC封装100的俯视图的一部分。在图8和9的实施例中,柔性IC封装100包括FSM 106的第一层802、FSM 106的第二层804、FSM 106的第三层806和FSM 106的第四层808,其中,第三层806布置在第一层802和第四层808之间,第四层808布置在第三层806和第二层804之间。第一部件102可以布置在第一层802中,并且第二部件104可以布置在第二层804中。沟道108可以设置为布置在第三层806中和第四层808中,电解液110布置在沟道108中。特别地,沟道108可以包括在第三层806和第四层808之间的开口170,从而允许电解液110在第三层806和第四层808之间流动。可以使用标准软光刻技术(下面进一步详细讨论)将开口170形成为过孔。因此,图8和9的沟道108是多层沟道的示例。沟道108的第一部分112可以邻近第一部件102,并且沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104。电极116可以包括布置在第一层802和第三层806之间(例如,在形成第三层806之前印刷在第一层802上)的电极116a,并且可以包括布置在第四层808和第二层804之间(例如,在形成第二层804之前印刷在第四层808上)的电极116b。图8和9的电极116可以位于邻近沟道108的位置处,以在电极控制器192(未示出)的控制下经由动态电场实现电解液110的移动。

[0071] 图10和11示出了柔性IC封装100的第五示例性实施例。具体而言,图10是柔性IC封装100的实施例的侧视图的一部分,图11是图10的柔性IC封装100的俯视图的一部分。在图10和11的实施例中,柔性IC封装100包括FSM 106的第一层1002和FSM 106的第二层1004。第

一部件102可以布置在第一层1002中,第二部件104可以布置在第二层1004中。沟道108可以设置为布置在第一层1002中和第二层1004中,电解液110布置在沟道108中。特别地,沟道108可以包括在第一层1002和第二层1004之间的开口170,从而允许电解液110在第一层1002和第二层1004之间流动。因此,图10和11的沟道108是多层沟道的另一示例。沟道108的第一部分112可以邻近第一部件102,并且沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104。电极116可以包括布置在第一层1002“下方”(例如,在形成第一层1002之前印刷在FSM 106的下部部分上)的电极116a,并且可以包括布置在第一层1002和第二层1004之间(例如,在形成第二层1004之前印刷在第一层1002上)的电极116b。图10和11的电极116可以位于邻近沟道108的位置处,以在电极控制器192(未示出)的控制下经由动态电场实现电解液110的移动。

[0072] 图12和13示出了柔性IC封装100的第六示例性实施例。具体而言,图12是柔性IC封装100的实施例的侧视图的一部分,图13是图12的柔性IC封装100的俯视图的一部分。在图12和13的实施例中,柔性IC封装100包括FSM 106的第一层1202、FSM 106的第二层1204、FSM 106的第三层1206和FSM 106的第四层1208,其中,第三层1206布置在第一层1202和第四层1208之间,第四层1208布置在第三层1206和第二层1204之间。第一部件102可以布置在第一层1202中,第二部件104可以布置在第二层1204中,第三部件150可以布置在第四层1208中。沟道108可以设置为布置在第三层1206中和第四层1208中,电解液110布置在沟道108中。特别地,沟道108可以包括在第三层1206和第四层1208之间的开口170,从而允许电解液110在第三层1206和第四层1208之间流动。因此,图12和13的沟道108是多层沟道的另一示例。沟道108的第一部分112可以邻近第一部件102,沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104,并且沟道108的第三部分160可以邻近第三部件150。电极116可以包括布置在第一层1202和第三层1206之间(例如,在形成第三层1206之前印刷在第一层1202上)的电极116a和116b,并且可以包括布置在第三层1206和第四层1208之间(例如,在形成第四层1208之前印刷在第三层1206上)的电极116c。图12和13的电极116可以位于邻近沟道108的位置处,以在电极控制器192(未示出)的控制下经由动态电场实现电解液110的移动。

[0073] 图14和15示出了柔性IC封装100的第七示例性实施例。具体而言,图14是柔性IC封装100的实施例的侧视图的一部分,图15是图14的柔性IC封装100的俯视图的一部分。在图14和15的实施例中,柔性IC封装100包括FSM 106的第一层1402、FSM 106的第二层1404和FSM 106的第三层1406,其中,第一层1402布置在第二层1404和第三层1406之间。第一部件102和第三部件150可以布置在第一层1402中,第二部件104可以布置在第二层1404中。沟道108可以设置为布置在第一层1402、第二层1404和第三层1406中,电解液110布置在沟道108中。特别地,沟道108可以包括在第三层1406和第二层1404之间(跨越第一层1402)的开口170a,以及在第二层1404和第一层1402之间的开口170b,从而允许电解液110在第一层1402、第二层1404和第三层1406之间流动。因此,图14和15的沟道108是多层沟道的另一示例。沟道108的第一部分114可以邻近第一部件102,沟道108的第二部分114可以邻近第二部件104,并且沟道108的第三部分160可以邻近第三部件150。电极116可以包括布置在第一层1402和第三层1406之间(例如,在形成第三层1406之前印刷在第一层1402上)的电极116a,布置在第二层1404“下方”(例如,在形成第二层1404之前印刷在FSM 106的下部部分上)的电极116b,以及布置在第二层1404和第一层1402之间(例如,在形成第一层1402之前印刷在

第二层1404上)的电极116c。图14和15的电极116可以位于邻近沟道108的位置处,以在电极控制器192(未示出)的控制下经由动态电场实现电解液110的移动。

[0074] 本文公开的柔性IC封装100的一些实施例可以包括如上参考沟道108所讨论的而配置的多个沟道。例如,图16和17是根据各个实施例的具有多个沟道的柔性IC封装100的示例的侧视图的部分。具体而言,图16示出了柔性IC封装100,其具有FSM 106的第一层1612、FSM 106的第二层1614以及FSM 106的第三层1616。包括第一部件1602、第二部件1604、第三部件1606、第四部件1608和第五部件1610的多个部件可以被包括在柔性IC封装100中。部件1602-1610中的任何部件可以采取本文公开的任何其它部件(例如,第一部件102、第二部件104和第三部件150)的形式。第一部件1602、第二部件1604、第四部件1608和第五部件1610可以布置在第二层1614中,并且第三部件1606可以布置在第一层1612中。第一沟道1620可以布置在第二层1614和第三层1616中,并且可以包括在第二层1614和第三层1616之间的开口1622。电解液1624可以布置在第一沟道1620中。第一沟道1620的各个部分可以邻近第一部件1602、第二部件1604和第三部件1606。电极1630a可以邻近第一沟道1620布置。第二沟道1640可以布置在第三层1616中。电解液1644可以布置在第二沟道1640中。第二沟道1640的各个部分可以邻近第四部件1608和第五部件1610。电极1630b可以邻近第二沟道1640布置。第一沟道1620和第二沟道1640可以根据本文讨论的沟道108的任何实施例而形成,电解液1624和电解液1644可以根据本文讨论的电解液110的任何实施例而形成,电极1630a和1630b可以根据本文讨论的电极116的任何实施例而形成。

[0075] 沟道1620和1640可以分别包括入口1626和1646。这些入口可以分别是沟道1620和1640的延伸部分,并且可以延伸到柔性IC封装100的外表面。在柔性IC封装100的制造期间,可以将电解液1624和1644分别通过入口1626和1646分别提供到沟道1620和1640。在已经将电解液提供给沟道之后,可以将密封件1628和1648分别提供到入口1626和1646,以将电解液1624和1644分别密封在沟道1620和1640内。密封件1628和1648(以及本文公开的任何其它密封件)可以由任何合适的材料形成,例如与FSM 106相同的材料(例如,PDMS或PET)、热塑性塑料或粘合剂等。在Yuksel等人的Lab-on-a-chip devices:How to close and plug the lab?,Microelectronic Engineering,第132卷,第156-175页(2015)中讨论了可以用于柔性IC封装件100的一些实施例中的各种密封件和密封技术。本文公开的柔性IC封装件100的任何实施例可以包括如上面参考图16所讨论的入口和密封件,为了便于说明,从大多数附图中省略了这些元件。

[0076] 如图16所示的柔性IC封装100还包括布置在FSM 106的各个层中的导电材料1618的部分。导电材料1618的这些部分可以协同布置在FSM 106的各层(未示出)之间的导电材料的部分将电信号(例如,信息信号、电源、地等)路由通过FSM 106的各层。具体地,导电材料1618的部分可以将信号路由到部件1602-1610和/或从部件1602-1610路由信号。IC封装内用于信号路由的“垂直”和“水平”导电迹线的使用是众所周知的,因此本文不再进一步讨论。

[0077] 图17示出了柔性IC封装100,其具有FSM 106的第一层1712、FSM 106的第二层1714、FSM 106的第三层1716和FSM 106的第四层1718。包括第一部件1702、第二部件1704、第三部件1706、第四部件1708和第五部件1710的多个部件可以被包括在柔性IC封装100中。部件1702-1710中的任何部件可以采取本文公开的任何其它部件(例如,第一部件102、第二

部件104和第三部件150)的形式。第一部件1702、第三部件1706和第五部件1710可以布置在第四层1718中。第二部件1704可以布置在第一层1712中,第四部件1708可以布置在第二层1714中。第一沟道1720可以布置在第二层1714和第三层1716中,并且可以包括第二层1714和第三层1716之间的开口1722。电解液1724可以布置在第一沟道1720中。第一沟道1720的各个部分可以邻近第一部件1702和第二部件1704。电极1730a可以邻近第一沟道1720布置。第二沟道1740可以布置在第三层1716中。第二沟道1740的各个部分可以邻近第三部件1706和第四部件1708。电解液1744可以布置在第二沟道1740中。电极1730b可以邻近第二沟道1740布置。在图17所示的实施例中,没有沟道可以邻近第五部件1710。第一沟道1720和第二沟道1740可以根据本文讨论的沟道108的任何实施例而形成,电解液1724和电解液1744可以根据本文讨论的电解液110的任何实施例而形成,电极1730a和1730b可以根据本文讨论的电极116的任何实施例而形成。

[0078] 图17所示的柔性IC封装100还包括布置在FSM 106的各个层中的导电材料1750的部分。如上参考图16的实施例所讨论的,导电材料1750的这些部分可以协同布置在FSM 106的各层之间的导电材料的部分(未示出)将电信号(例如,信息信号、电源、地等)路由通过FSM 106的各层。具体地,导电材料1750的部分可以将信号路由到部件1702-1710和/或从部件1702-1710路由信号。

[0079] 本文公开的柔性IC封装100可以使用任何合适的工艺来制造。例如,图18-20示出了根据各个实施例的在制造图16的柔性IC封装100的过程期间形成的各个组件。

[0080] 图18示出了包括具有布置在其中的一个或多个部件(例如,部件1602-1610)以及沟道(例如,第一沟道1620和第二沟道1640)的FSM 106的组件1800。在一些实施例中,沟道可以形成具有邻近一个或多个部件的一个或多个部分的闭合回路(例如,如以上参考图16所讨论的)。电极(例如,电极1630)可以邻近沟道布置(例如,电极1630a可以邻近第一沟道1620布置,电极1630b可以邻近第二沟道1640布置)。组件1800中的沟道可以包括用于与外部流体连通的入口(例如,分别为沟道1620和1640的入口1626和1646)。

[0081] 本文公开的柔性IC封装100及其子组件(如组件1800)的各个实施例可使用现有的软光刻技术来制造,其利用柔性印模、模塑和/或柔性光掩模。这种技术的使用可以通过减少再加工所涉及的时间和成本而实现予以采用和制造本文公开的IC封装100。软光刻已被用于在柔性材料(例如,PET和PDMS)中形成沟道,并且可以使用已知的软光刻技术来形成本文公开的FSM中的任何沟道(例如,FSM 106中的沟道108)。例如在Qin等人的Soft lithography for micro-and nanoscale patterning,Nature Protocols,第5卷,第491-502页(2010);和Wu等人的Construction of microfluidic chips using polydimethylsiloxane bonding,Lab Chip,第5卷,第1393-1398页(2005)中讨论了这种技术的示例。用于在FSM 106中形成电极116的技术在本领域也是已知的;示例包括在Fernandes等人的Flexible PDMS-based dry electrodes for electro-optic acquisition of ECG signals in wearable devices,Proceedings of the 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS,第3503-3506页(2010)中讨论的用于形成柔性干铜电极的技术;以及在Chou等人在Fabrication of stretchable and flexible electrodes based on PDMS substrate,Proceedings of the 2012 IEEE 25th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems,第247-250页

(2012)中讨论的用于形成柔性图案化金属电极的技术。组件1800可以使用任何这样的技术形成。

[0082] 图19示出了在向组件1800中的沟道提供电解液之后(例如,分别经由入口1626和1646将电解液1624提供到第一沟道1620以及将电解液1644提供到第二沟道1640)的组件1900。可以使用移液管或任何其它合适的技术将电解液提供到沟道。

[0083] 图20示出了在密封组件1900中的沟道的入口以将电解液紧闭在其中(例如,分别在入口1626和1646中用密封件1628和1648)之后的组件2000。组件2000具有与图16的柔性IC封装100相同的结构。

[0084] 如上所述,本文公开的柔性IC封装可有利地与支撑结构耦合以形成可穿戴IC器件。例如,图21是根据各个实施例的包括耦合到支撑结构190的图16的柔性IC封装100的可穿戴IC器件180的侧视图的一部分。尽管将支撑结构190示出为耦合到柔性IC封装100的单个平坦面,但是不一定是这种情况,支撑结构190可以围绕柔性IC封装100,部分地围绕柔性IC封装100,接触柔性IC封装100的一个或多个面,或以任何合适的方式耦合到柔性IC封装100。在一些实施例中,支撑结构190可以使用粘合剂(例如,永久的或可移除的粘合剂)耦合到柔性IC封装100。在一些实施例中,支撑结构190可以使用机械紧固件耦合到柔性IC封装100,该机械紧固件例如是钩环紧固件(例如,钩件材料耦合到柔性IC封装100或支撑结构190中的一个,环件材料耦合到柔性IC封装100或支撑结构190中的另一个)、叉状件(例如,通常用于将宝石固定在戒托中)、缝合件或摺扣(例如,摺扣的凸出部分耦合到柔性IC封装100或支撑结构190,扣的凹入部分耦合到柔性IC封装100或支撑结构190中的另一个的)。在一些实施例中,支撑结构190可以通过将柔性IC封装100嵌入到支撑结构190的材料中(例如,通过借助缝合将柔性IC封装100俘获在衣物的口袋内或层内,或者通过将柔性IC封装100嵌入柔性模制化合物中)来耦合到柔性IC封装100。

[0085] 可穿戴IC器件180可以被配置用于穿戴在用户身体的任何合适部分上。例如,支撑结构190可以是鞋、袜子、脚踝、矫形支具、内衣、衣物、臂带、手镯、戒指、手套、项链、围巾、眼镜、耳饰、临时纹身、贴纸、耳塞、头戴式耳机、帽子、发饰、或穿在身上的任何其它物品的一部分。例如,图22是根据各个实施例的具有作为耦合到柔性IC封装100的支撑结构190的臂带的可穿戴IC器件180的透视图。在图22所示的实施例中,柔性IC封装100可以嵌入在臂带支撑结构190的织物(fabric)或其它柔性材料中。图22的实施例中的柔性IC封装100可以随着臂带支撑结构190的弯曲和/或拉伸而弯曲和/或拉伸。在另一示例中,图23是根据各个实施例的具有作为耦合到柔性IC封装100的支撑结构190的鞋的可穿戴IC器件180的侧视横截面图。在图23的实施例中,柔性IC封装100可以布置在鞋支撑结构190的鞋底2302(例如由弹性或其它材料形成)和织物层2304(其可以包括例如泡沫填充物或其它合适的材料)之间,其中,当穿着鞋支撑结构190时用户的脚搁置在织物层2304上。图23的实施例中的柔性IC封装100可以随着鞋支撑结构190的弯曲和/或拉伸而弯曲和/或拉伸。

[0086] 如上所述,由本文公开的柔性IC封装100中的电极116产生的动态电场可以由电极控制器192来控制。图24是包括电极控制器192和示例性数量的电极116的电极控制器布置2400的框图。每个电极116可以耦合到电极控制器192的电极输入端194。电极输入端194可以是电极控制器192上的导电接触部,电极控制器192本身可以是微控制器或任何其它合适的处理设备。在一些实施例中,电极控制器192可以被包括在根据本文公开的技术进行自身

热管理的部件(例如,第一部件102)中。电极控制器192还可以包括一个或多个传感器196可以耦合到的传感器输入端198。例如,如上所述,电极控制器192可以选择性地使各个电极116响应于柔性IC封装100中的一个或多个部件或其它部件的温度而产生电场;传感器196可以包括一个或多个温度传感器,电极控制器192可以经由传感器输入端198接收温度数据。任何其它传感器可以适当地耦合到电极控制器192。在一些实施例中,电极控制器192可以包括用于定时动态电场的定时器电路。

[0087] 如上所述,沟道108可以具有任何合适的形状或尺寸。例如,在以上参考图2-17讨论的多个实施例中,沟道108的各个部分可以具有蛇形结构,以便将沟道108的大部分暴露于邻近沟道108的部件,使得沟道108中的电解液110可以从部件吸收热。图25-28示出了根据各个实施例的可以替代或附加于蛇形结构用于邻近柔性IC封装100中的一个或多个部件的沟道108的部分(例如,第一部分112或第二部分114)的各个示例性结构。例如,图25示出了用于沟道108的一部分的线性结构。图26示出了用于沟道108的一部分的交互书写式结构。图27示出了用于沟道108的一部分的螺旋结构。图28示出了用于沟道108的一部分的锯齿字形结构。各个附图中示出的结构仅仅是示例性的,并且可以使用任何合适的结构。

[0088] 沟道108的其它尺寸可以使用已知技术来选择,这可以取决于电解液110、柔性IC封装100的几何约束、沟道108的结构(例如,沟道108横穿所横穿的FSM层数)、要冷却的部件的尺寸以及本领域技术人员已知的其它因素。在一些实施例中,沟道108的横截面积(例如,电解液110可以流过的平面的面积)可以是大约1至100微米 $\times$ 1至100微米。在一些实施例中,包括在柔性IC封装100中的部件可以具有毫米级的尺寸(例如,2毫米 $\times$ 2毫米的占用面积和20-100微米的厚度)。

[0089] 图29是根据各个实施例的用于形成柔性IC封装的说明性过程2900的流程图。这个过程实施例可以用于形成上面参考图18-20讨论的组件。虽然过程2900的操作在图29中以特定顺序排列并且每个示出一次,但在各个实施例中,可以重复、省略或者无序地执行一个或多个操作。过程2900的任何操作可以根据本文描述的柔性IC封装100的任何实施例来执行。

[0090] 在2902处,可以提供柔性IC组件。柔性IC组件可以包括FSM,FSM具有布置在其中的部件、多个电极和沟道。在一些实施例中,沟道可以形成具有邻近部件的部分的闭合回路,并且电极可以位于邻近沟道的位置处。在一些实施例中,提供柔性IC组件可以包括将电极印刷在FSM的一个或多个层上。在图1的示例中,柔性IC组件100可以包括FSM 106,FSM 106具有布置在其中的第一部件102(以及可选地第二部件104)、多个电极116和沟道108。沟道108的第一部分112可以邻近部件102,电极116可以邻近沟道108。可以在2902处提供的柔性IC组件的示例是图18的组件1800。

[0091] 在2904处,可以经由柔性IC组件的入口将电解液提供给沟道。例如,可以经由入口将电解液110提供给沟道108(例如,如以上参考图16和19所讨论的)。在沟道中具有电解液的柔性IC组件的示例是图19的组件1900。

[0092] 在2906处,在提供电解液之后,可以将入口密封,从而将电解液捕获在腔室中。具有密封入口的柔性IC组件的示例是图20的组件2000。在一些实施例中,在将入口密封之后,柔性IC组件(其可以是柔性IC封装)可以耦合到可穿戴支撑结构。

[0093] 图30是根据各个实施例的用于对柔性IC封装进行热管理的说明性过程3000的流

程图。虽然过程3000的操作在图30中以特定顺序排列并且每个示出一次,但在各个实施例中,可以重复、省略或者无序地执行一个或多个操作。过程3000的任何操作可以根据本文描述的柔性IC封装100的任何实施例来执行。

[0094] 在3002处,电极控制器可以使多个电极的集合中的第一对电极产生电场。该多个电极的集合可以布置在柔性IC封装的FSM中,并且可以位于FSM中邻近沟道的位置处。电解液可以布置在沟道中。在图1的示例中,电极控制器192可以使第一对电极116产生电场。电极116可以布置在FSM106中,并且可以位于邻近沟道108的位置处。电解液110可以布置在沟道108中。在一些实施例中,第一对电极可以是在3002处可以横跨其产生各种电场的三个或更多个电极的集合的一部分。

[0095] 在3004处,电极控制器可以使多个电极的集合中的第二对电极产生电场,以使得至少一些电解液在沟道内移动。在一些实施例中,第二对电极可以是在3004处可以横跨其产生各种电场的三个或更多个电极的集合的一部分。在一些实施例中,第一对电极和第二对电极可以共享电极。例如,电极控制器192可以使得第二对电极116产生电场,以使得至少一些电解液110在沟道108内的移动。

[0096] 过程3000可以继续,电极控制器使得各对电极产生电场以使至少一些电解液在沟道内移动,从而将电解液所吸收的热传送到IC封装的其它部分。如上所述,在一些实施例中,过程3000可以包括由电极控制器确定IC封装中的部件的温度超过阈值,响应于此,可以使得第一对电极或第二对电极产生它们的电场。在一些实施例中,与第一部件相关联的温度阈值是第二部件的温度;当第一部件的温度超过第二部件的温度时,电极控制器可以使得产生电场来移动电解液。本文公开的柔性IC封装可以用来实现任何合适的计算设备。

[0097] 图31是可以包括或被包括在柔性IC封装100中(例如,作为可穿戴IC器件)的示例性计算设备3100的框图。如图所示,计算设备3100可以包括一个或多个处理器3102(例如,在一个或多个部件上实现的一个或多个处理器核心)和系统存储器3104(在一个或多个部件上实现的)。如本文中所使用的,术语“处理器”或“处理设备”可以指代处理来自寄存器和/或存储器的电子数据以将该电子数据转换为可以存储在寄存器和/或存储器中的其它电子数据的设备或设备的一部分。处理器3102可以包括一个或多个微处理器、图形处理器、数字信号处理器、密码处理器或其它合适的设备。更一般地,计算设备3100可以包括任何合适的计算电路,诸如一个或多个专用集成电路(ASIC)。

[0098] 计算设备3100可以包括一个或多个大容量储存设备3106(诸如闪存设备或适合于包含在柔性IC封装中的任何其它大容量储存设备)。系统存储器3104和大容量储存设备3106可以包括任何合适的储存设备,诸如易失性存储器(例如,动态随机存取存储器(DRAM))、非易失性存储器(例如,只读存储器(ROM))和闪存。计算设备3100可以包括一个或多个I/O设备3108(诸如适合包括在柔性IC器件中的显示器、用户输入设备、网络接口卡、调制解调器等等)。这些元件可以通过表示一个或多个总线的系统总线3112彼此耦合。

[0099] 这些元件中的每一个可以执行本领域中已知的其常规功能。具体地,系统存储器3104和大容量储存设备3106可以被用来存储编程指令3122的工作副本和永久副本。

[0100] 编程指令3122的永久副本可以在工厂中被放置在永久大容量储存设备3106中,或者通过包括在I/O设备3108中的通信设备(例如,从分发服务器(未示出))被放置在永久大容量储存设备3106中。元件3102-3112的构成是已知的,因此将不再进一步描述。

[0101] 用于执行上述技术的机器可访问介质(包括非暂时性计算机可读存储介质)、方法、系统和设备是本文公开的用于IC器件的热管理的实施例的说明性示例。例如,计算机可读介质(例如,系统存储器3104和/或大容量储存设备3106)可以在其上存储有指令(例如,指令3122),使得当指令由处理器3102中的一个或多个执行时,这些指令使得计算设备3100执行图3的热管理方法。

[0102] 如上所述,虽然本文所公开的热管理系统和技术在用于对柔性IC封装进行热管理时可能是特别有利的,但是也可以实施这些系统和技术以改善对传统的刚性IC封装的热管理。因此,本文所公开的和被描述为适用于柔性IC封装的任何实施例也可应用于传统的刚性IC封装设置中。这样的刚性IC封装可以包括例如刚性衬底材料和/或刚性包覆模制材料。

[0103] 另外,虽然本文公开的热管理系统和技术在用于对部件(或如上所述的“部件部分”)进行热管理时可能是特别有利的,但是这些系统和技术可以用于对包括在IC封装中的任何器件进行热管理,诸如电阻器、电容器、晶体管、电感器、无线电设备、存储器、处理器、激光器、发光二极管(LED)、传感器、存储器门、组合或状态逻辑单元或其它数字或模拟部件。通过本文所公开的热管理系统和技术进行热管理的器件可以是封装部件(例如,表面安装、倒装芯片、球栅阵列、平面栅格阵列、无凸起堆焊层或其它封装)或未封装部件。

[0104] 以下段落提供了本文公开的各个实施例的示例。

[0105] 示例1是一种柔性集成电路(IC)封装,包括:柔性衬底材料;部件,布置在所述柔性衬底材料中;沟道,布置在所述柔性衬底材料中,形成闭合回路,其中,所述沟道的一部分邻近所述部件;多个电极,所述多个电极布置在所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述沟道的位置处,其中,所述多个电极耦合到电极控制器以选择性地使所述多个电极中的两个或更多个电极产生电场;以及电解液,布置在所述沟道中。

[0106] 示例2可以包括示例1的主题,其中,所述柔性衬底材料包括聚对苯二甲酸乙二醇酯或聚二甲基硅氧烷。

[0107] 示例3可以包括示例1的主题,并且可以进一步指定:所述部件是第一部件;所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;所述柔性IC封装还包括布置在所述柔性衬底材料中的第二部件;并且所述沟道的第二部分邻近第二部件。

[0108] 示例4可以包括示例3的主题,并且可以进一步指定:所述第一部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中,所述第二部件布置在所述柔性衬底材料的第二层中,所述第一层不同于所述第二层,并且所述柔性衬底材料的相邻层被印刷电路分隔开。

[0109] 示例5可以包括示例4的主题,并且可以进一步指定:所述第一层和所述第二层被所述柔性衬底材料的一层或多层间隔开。

[0110] 示例6可以包括示例4的主题,并且可以进一步指定:所述多个电极布置在所述第一层和所述第二层之间。

[0111] 示例7可以包括示例1的主题,并且可以进一步指定:所述部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中,所述沟道的所述部分布置在所述柔性衬底材料的第二层中,并且所述第一层和所述第二层是所述柔性衬底材料的相邻层。

[0112] 示例8可以包括示例7的主题,并且可以进一步指定:所述部件是第一部件;所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;所述柔性IC封装还包括布置在所述柔性衬底材料中的第二部件;所述沟道的第二部分邻近所述第二部件;并且所述第二部件布置在所述柔性

衬底材料的第三层中,所述沟道的所述第二部分布置在所述柔性衬底材料的第四层中,并且所述第三层和所述第四层是所述柔性衬底材料的相邻层。

[0113] 示例9可以包括示例8的主题,并且可以进一步指定:所述第二层和所述第四层是所述柔性衬底材料的不同层。

[0114] 示例10可以包括示例8的主题,并且可以进一步指定:所述第二层和所述第四层是所述柔性衬底材料的相同层。

[0115] 示例11可以包括示例1的主题,并且可以进一步指定:所述多个电极布置在所述柔性衬底材料的层之间。

[0116] 示例12可以包括示例1的主题,并且还可以指定:所述沟道包括在所述柔性衬底材料的不同层之间延伸的过孔。

[0117] 示例13可以包括示例12的主题,并且可以进一步指定:所述过孔在所述柔性衬底材料的第一层和所述柔性衬底材料的第二层之间延伸,并且所述第一层和所述第二层被所述柔性衬底材料的一层或多层间隔开。

[0118] 示例14可以包括示例1的主题,并且可以进一步指定:所述部件是第一部件;所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;所述柔性IC封装还包括布置在所述柔性衬底材料中的第二部件和第三部件;所述沟道的第二部分邻近所述第二部件并且所述沟道的第三部分邻近所述第三部件;并且所述第一部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中,所述第二部件布置在所述柔性衬底材料的第二层中,所述第三部件布置在所述柔性衬底材料的第三层中,并且所述第三层布置在所述第一层和所述第二层之间。

[0119] 示例15可以包括示例14的主题,并且可以进一步指定:所述沟道的所述第一部分布置在所述第一层和所述第三层之间,并且所述沟道的所述第二部分布置在所述第三层和所述第二层之间。

[0120] 示例16可以包括示例1的主题,并且可以进一步指定:所述部件是第一部件;所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;所述柔性IC封装还包括布置在所述柔性衬底材料中的第二部件和第三部件;所述沟道的第二部分邻近所述第二部件并且所述沟道的第三部分邻近所述第三部件;并且所述第一部件和所述第二部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中,所述第三部件布置在所述柔性衬底材料的第二层中,并且所述第一层和所述第二层是所述柔性衬底材料的不同层。

[0121] 示例17可以包括示例1的主题,并且可以进一步指定所述部件是第一部件,所述沟道是第一沟道,所述多个电极是第一多个电极,所述电解液是第一电解液,并且所述柔性IC封装还包括:第二部件,布置在所述柔性衬底材料中;第二沟道,布置在所述柔性衬底材料中,形成闭合回路,并且还可以指定所述第二沟道的一部分邻近所述第二部件;第二多个电极,布置在所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述第二沟道的位置处;以及第二电解液,布置在所述第二沟道中。

[0122] 示例18可以包括示例1的主题,并且可以进一步指定:所述多个电极包括第一组电极和第二组电极,所述部件布置在所述柔性衬底材料的第一层中,并且所述柔性衬底材料的所述第一层布置在所述第一组电极和所述第二组电极之间。

[0123] 示例19可以包括示例1-18中的任一项的主题,并且可以进一步指定所述沟道的所述部分具有蛇形结构。

[0124] 示例20可以包括示例1-18中的任一项的主题,并且可以进一步指定所述电解液包括油中的电解质液滴。

[0125] 示例21可以包括示例1-18中的任一项的主题,并且还可以包括所述电极控制器。

[0126] 示例22可以包括示例1-18中任一项的主题,并且可以进一步指定所述电极控制器用于基于所述部件的温度的一个或多个指标来选择性地使所述多个电极中的两个或更多个电极产生电场。

[0127] 示例23可以包括示例1-18中任一项的主题,并且还可以指定所述电极控制器用于选择性地使得所述多个电极中的两个或更多个电极产生电场以使所述电解液在所述沟道中循环。

[0128] 示例24可以包括示例1-18中的任一项的主题,并且可以进一步指定所述部件是管芯或传感器。

[0129] 示例25是一种可穿戴集成电路(IC)器件,包括:柔性集成电路(IC)封装,其包括柔性衬底材料;部件,布置在所述柔性衬底材料中;沟道,布置在所述柔性衬底材料中,形成闭合回路,其中,所述沟道的一部分邻近所述部件;多个电极,布置在所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述沟道的位置处,其中,所述多个电极耦合到电极控制器以选择性地使所述多个电极中的两个或更多个电极产生电场;以及电解液,布置在所述沟道中;以及耦合到所述柔性IC封装的可穿戴支撑结构。

[0130] 示例26可以包括示例25的主题,并且可以进一步指定所述可穿戴支撑结构包括粘合剂背衬(backing)。

[0131] 示例27可以包括示例25的主题,并且可以进一步指定所述可穿戴支撑结构包括织物。

[0132] 示例28可以包括示例25-27中的任一项的主题,并且可以进一步指定所述部件包括处理器件或存储器器件。

[0133] 示例29是一种形成柔性集成电路(IC)封装的方法,包括:提供包括柔性衬底材料的柔性IC组件,所述柔性衬底材料具有布置在其中的部件、多个电极和沟道,其中,所述沟道形成具有邻近所述部件的部分的闭合回路,并且其中,所述多个电极位于邻近所述沟道的位置处;经由所述柔性IC组件的入口向所述沟道提供电解液;并在提供所述电解液之后密封所述入口。

[0134] 示例30可以包括示例29的主题,并且可以进一步包括,在密封所述入口之后,将所述柔性IC组件耦合到可穿戴支撑结构。

[0135] 示例31可以包括示例29-30中的任一项的主题,并且可以进一步指定,提供所述柔性IC组件包括将所述多个电极中的一个或多个电极印刷在所述柔性衬底材料的一层或多层上。

[0136] 示例32是一种对柔性集成电路(IC)封装进行热管理的方法,包括:由电极控制器使第一对电极产生电场,其中,所述第一对电极布置在所述柔性IC封装的柔性衬底材料中并且位于邻近所述柔性衬底材料中的所述沟道的位置处,并且其中,电解液布置在所述沟道中;由所述电极控制器使第二对电极产生电场以引起所述电解液中的至少一些在所述沟道内的移动,其中,所述第二对电极布置在所述柔性IC封装的所述柔性衬底材料中并且位于邻近所述柔性衬底材料中的所述沟道的位置处;其中,所述沟道形成闭合回路,部件布置在

所述柔性衬底材料中,并且所述沟道包括邻近所述部分的部分。

[0137] 示例33可以包括示例32的主题,并且还可以包括:在使所述第一对电极产生电场或者使所述第二对电极产生电场之前,由所述电极控制器确定所述部件的温度超过阈值;其中,响应于所述确定而执行使所述第一对电极产生电场和使所述第二对电极产生电场。

[0138] 示例34可以包括示例33的主题,并且可以进一步指定:所述部件是第一部件;所述沟道的所述部分是所述沟道的第一部分;第二部件布置在所述柔性衬底材料中;所述沟道包括邻近所述第二部件的第二部分;并且确定第一部件的温度超过阈值包括确定所述第一部件的温度超过所述第二部件的温度。

[0139] 示例35可以包括示例33-34中的任一项的主题,并且可以进一步指定所述第一对电极和所述第二对电极共享电极。

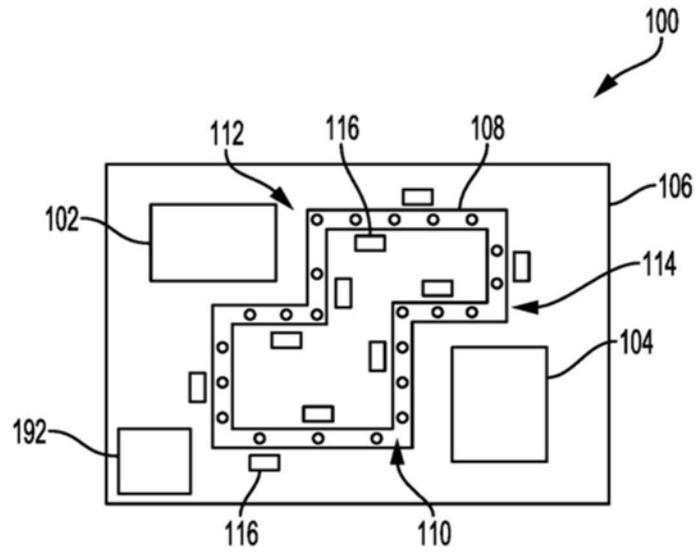


图1

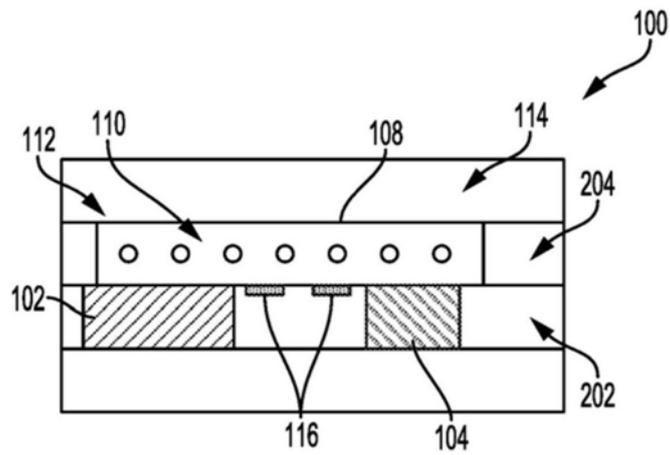


图2

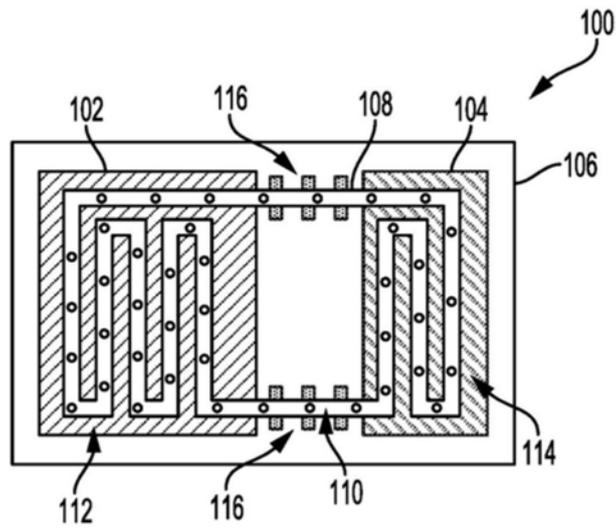


图3

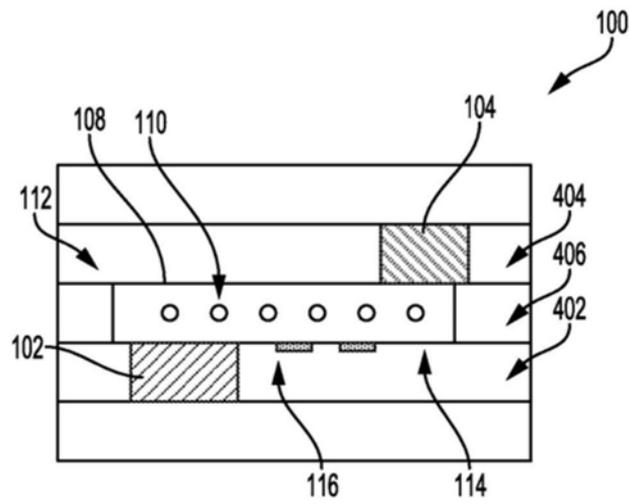


图4

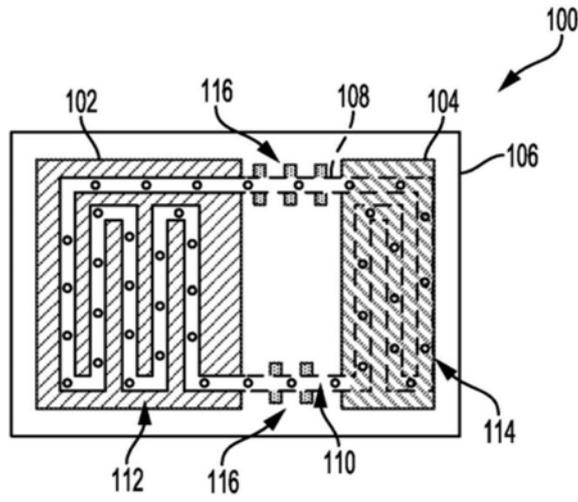


图5

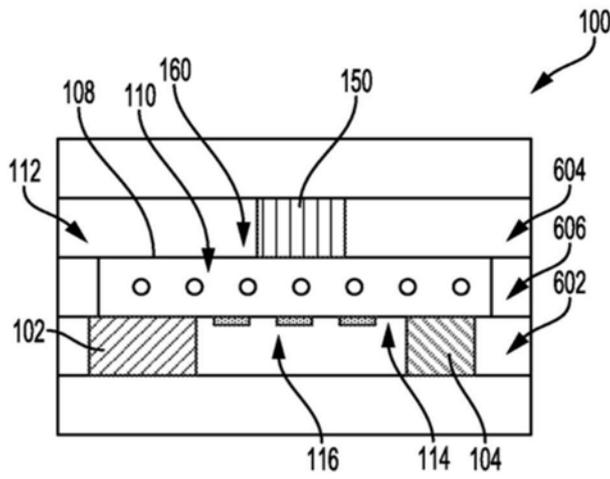


图6

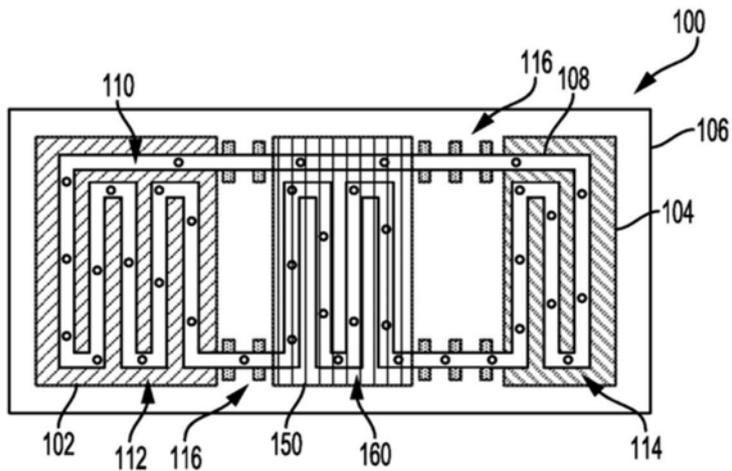


图7

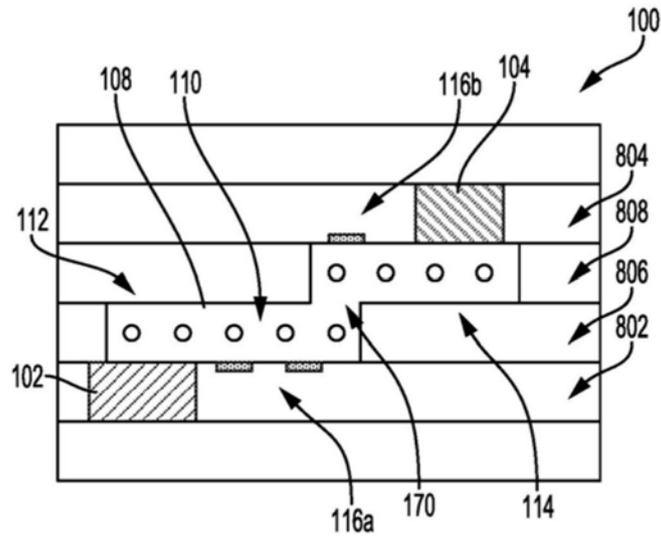


图8

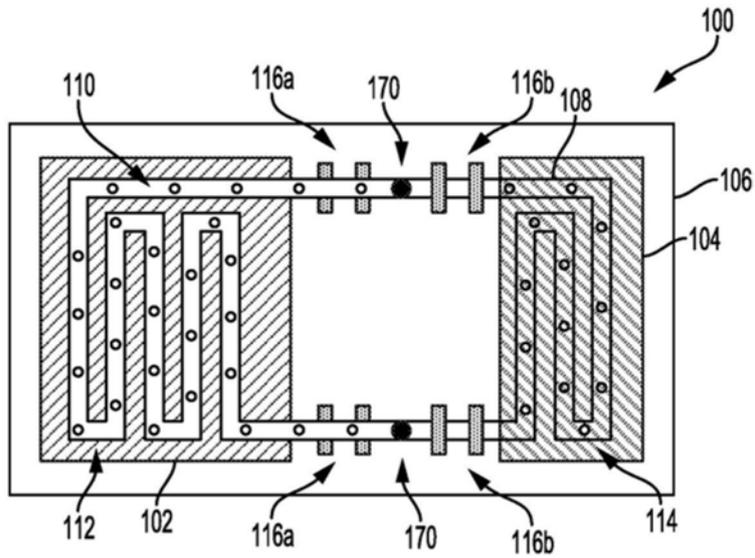


图9

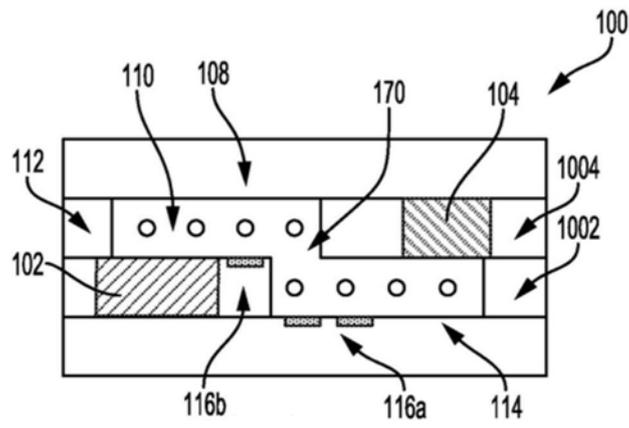


图10

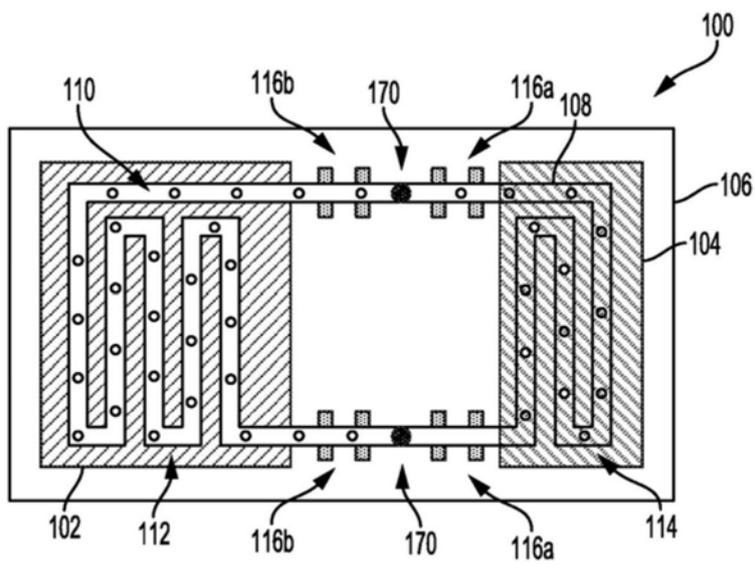


图11

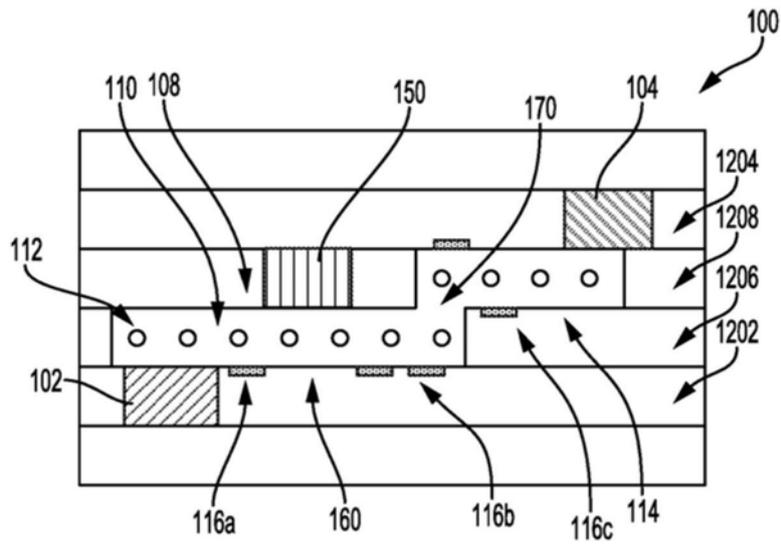


图12

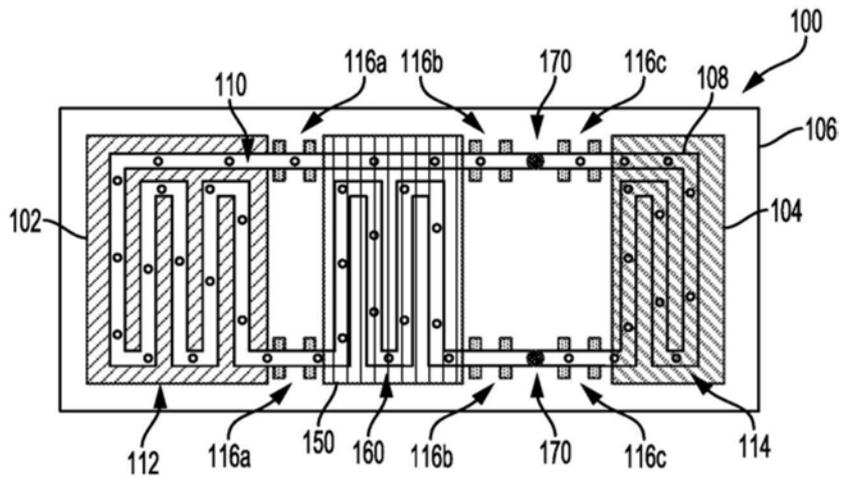


图13

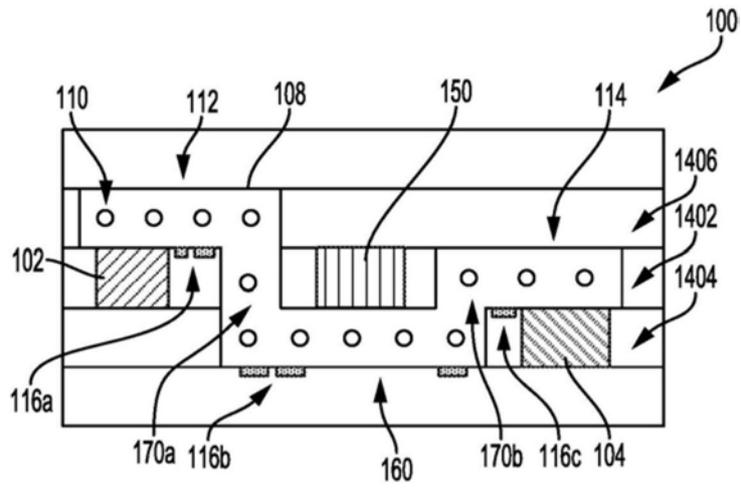


图14

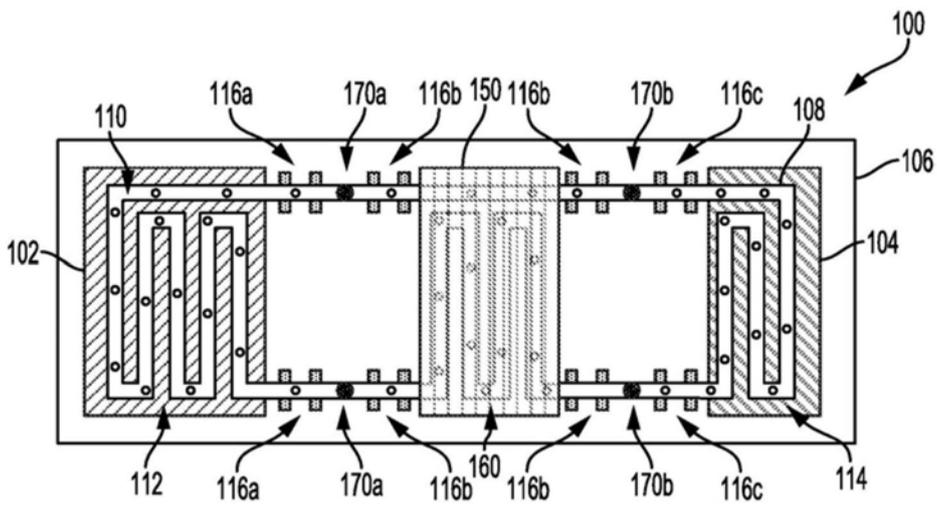


图15

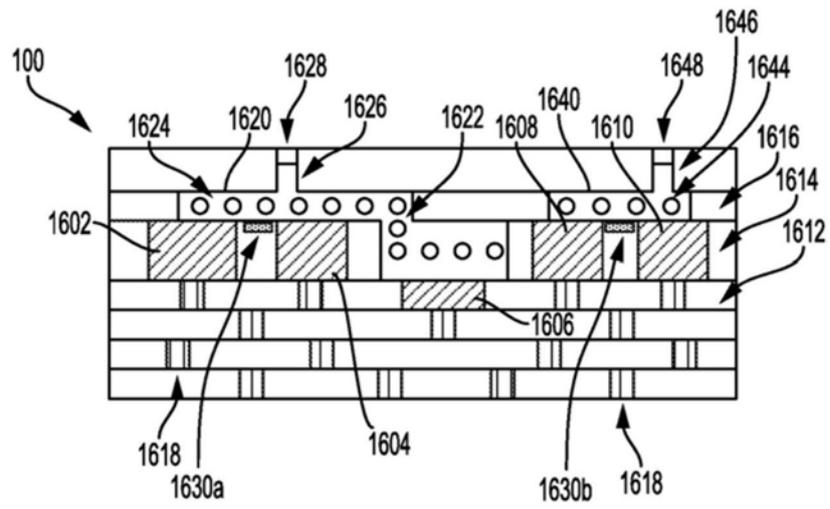


图16

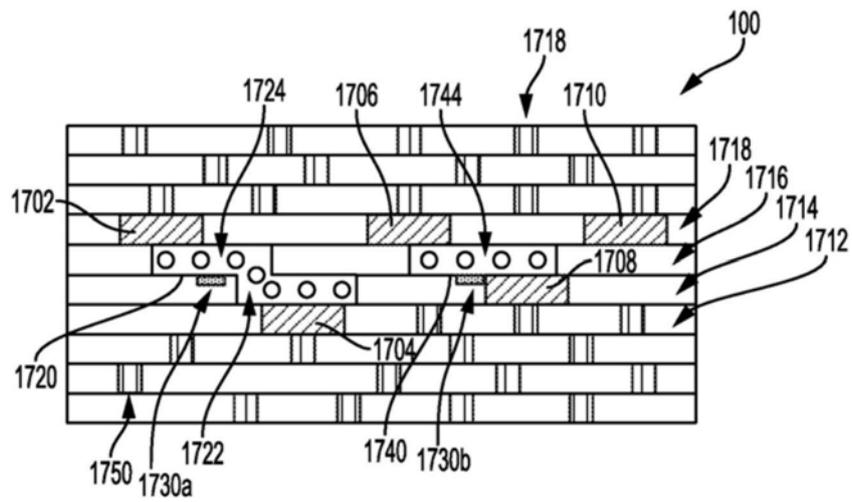


图17

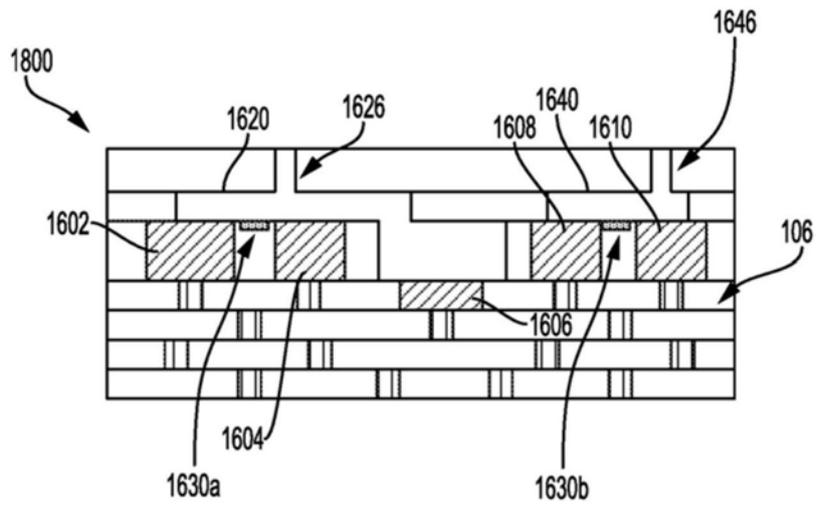


图18

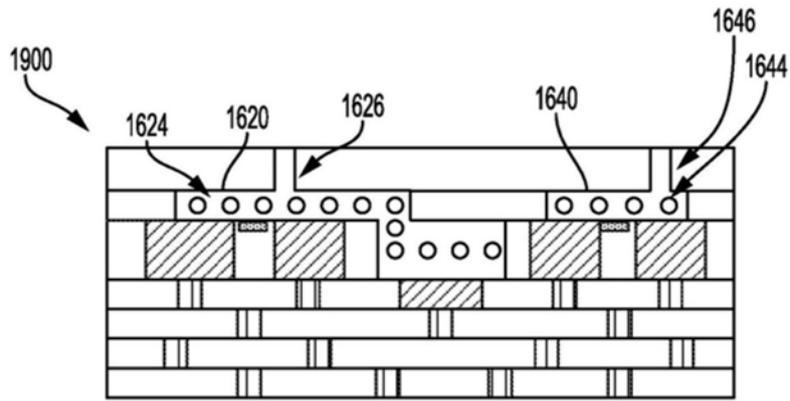


图19

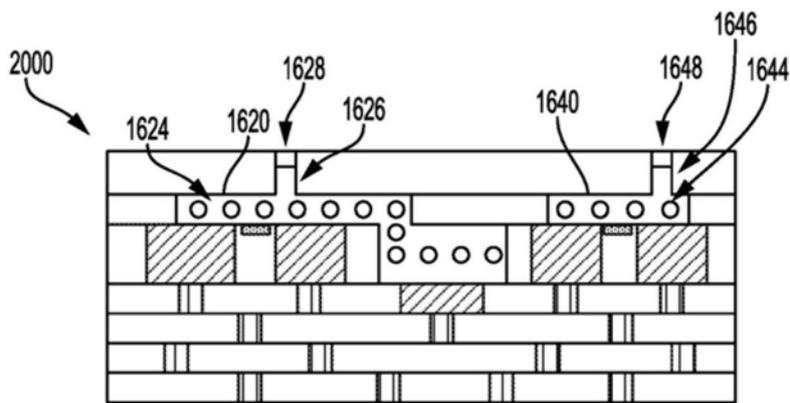


图20

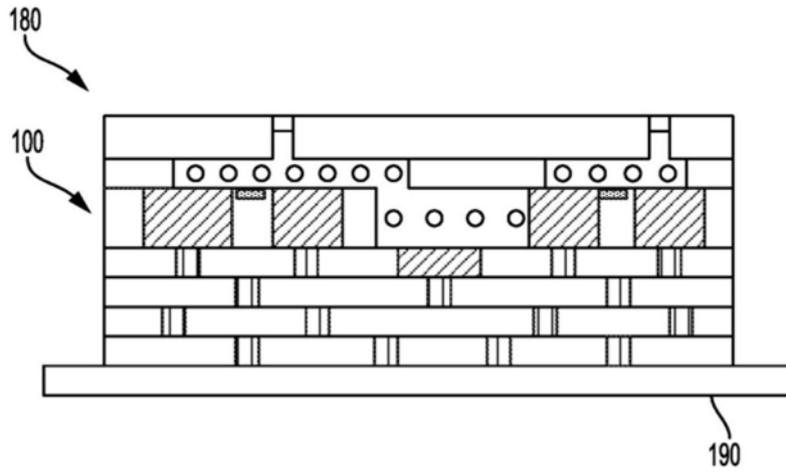


图21

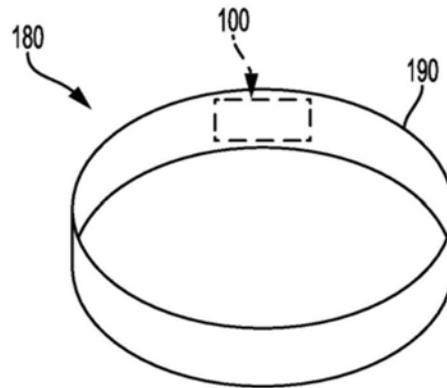


图22

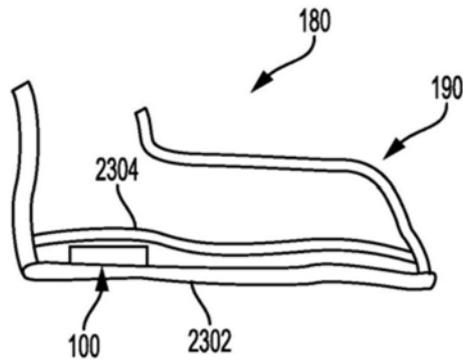


图23

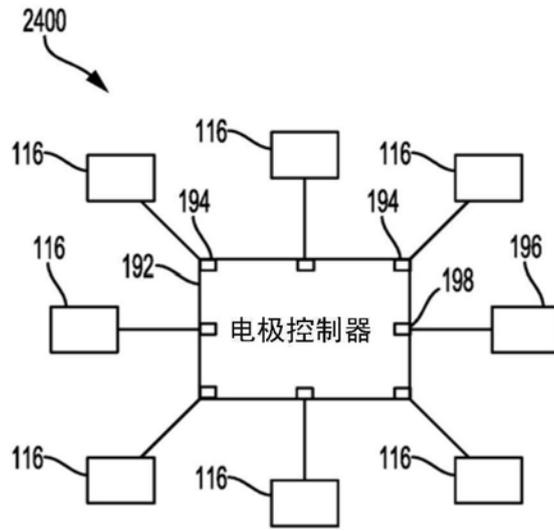


图24

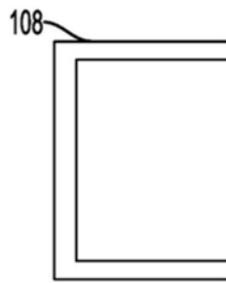


图25

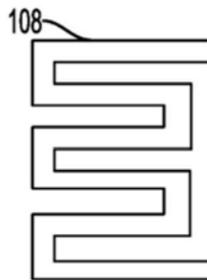


图26



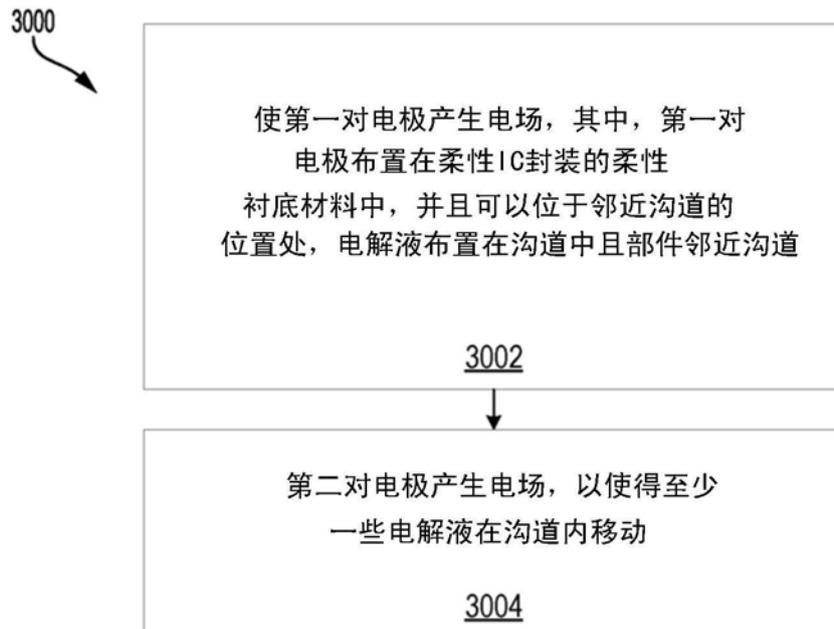


图30

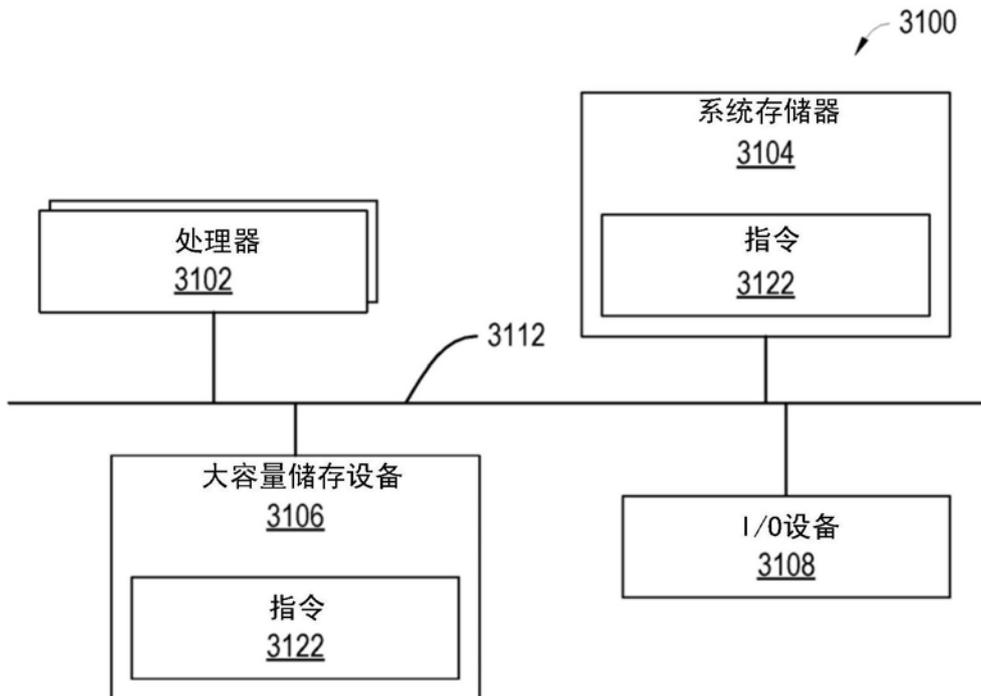


图31