



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110989841 B

(45) 授权公告日 2021.10.15

(21) 申请号 201911223820.6

(22) 申请日 2017.06.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110989841 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(30) 优先权数据  
62/352,046 2016.06.20 US (续)(62) 分案原申请数据  
201710466503.1 2017.06.20(73) 专利权人 苹果公司  
地址 美国加利福尼亚(72) 发明人 温肖楠 林玮 J·E·佩德  
牛小凡 N·K·古普塔 P-J·陈  
(续)(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038  
代理人 李玲(51) Int.Cl.  
G06F 3/01 (2006.01) (续)

(56) 对比文件

US 2011080347 A1, 2011.04.07  
US 2012105333 A1, 2012.05.03  
US 2005200243 A1, 2005.09.15  
CN 102804104 A, 2012.11.28  
CN 101825967 A, 2010.09.08  
US 2012105333 A1, 2012.05.03  
US 2011310055 A1, 2011.12.22  
CN 104247459 A, 2014.12.24  
WO 2013150667 A1, 2013.10.10  
CN 204577470 U, 2015.08.19  
CN 104571685 A, 2015.04.29  
CN 102870080 A, 2013.01.09  
CN 202678418 U, 2013.01.16  
US 2014070338 A1, 2014.03.13  
US 2010207490 A1, 2010.08.19  
US 2014160063 A1, 2014.06.12 (续)

审查员 杨涛

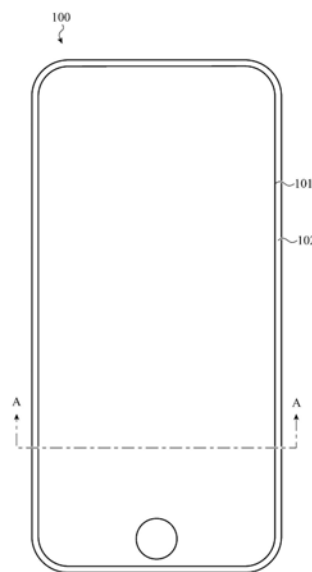
权利要求书3页 说明书20页 附图20页

(54) 发明名称

局部的和/或封装的触觉致动器和元件

(57) 摘要

本发明公开了局部的和/或封装的触觉致动器和元件,在一些实施方案中,触觉致动器包括压电材料和耦接到该压电材料的表面的电压电极图案。电压电极是可单独地控制的以将电压提供给压电材料的不同部分。响应于电压的施加,压电材料的不同区段可操作为偏转,从而在那些位置产生触觉输出。不同的电压可被提供给电压电极中的一个或多个电压电极以影响偏转的位置并因此影响触觉输出。在各种实施方案中,触觉输出系统结合密封的触觉元件。密封的触觉元件包括压电部件,该压电部件耦接到一个或多个挠曲件并被该一个或多个挠曲件和封装材料或密封材料密封和/或包封。



[转续页]

[接上页]

(30) 优先权数据

62/360,836 2016.07.11 US

(72) 发明人 R·W·拉姆福德 P·O·古普塔  
J-M·杨

(51) Int.Cl.

G06F 3/02 (2006.01)

G06F 3/0354 (2013.01)

H01F 41/09 (2016.01)

H01L 41/047 (2006.01)

H01L 41/09 (2006.01)

H01L 41/18 (2006.01)

(56) 对比文件

W0 0051190 A1, 2000.08.31

1. 一种便携式电子设备,包括:  
覆盖玻璃;和  
触觉致动器,所述触觉致动器耦接到所述覆盖玻璃,所述触觉致动器包括:  
压电材料,所述压电材料具有第一侧和与所述第一侧相对的第二侧;  
电压电极图案,所述电压电极图案耦接到所述压电材料的所述第一侧;以及  
所述电压电极图案的至少一个接地电极,所述至少一个接地电极耦接到所述压电材料的所述第二侧;以及  
处理单元,所述处理单元电耦接到所述触觉致动器;其中  
所述电压电极图案中的电压电极是能够单独地控制的;  
所述电压电极图案能够操作为将电压提供至所述压电材料的不同部分以使所述压电材料在多个不同位置中的一个位置处变形所述压电材料;以及  
所述处理单元能够操作为通过向所述电压电极图案的两个电压电极提供电压来在所述压电材料在所述两个电压电极之间的位置处产生变形,其中所述位置处的变形大于所述压电材料在所述两个电压电极之下的位置处的变形。
2. 根据权利要求1所述的便携式电子设备,其中所述压电材料的不同部分在电压被提供时经由所述覆盖玻璃提供触觉输出。
3. 根据权利要求1所述的便携式电子设备,其中所述电压电极覆盖所述压电材料的正极表面的大部分。
4. 根据权利要求1所述的便携式电子设备,其中:  
所述至少一个接地电极包括接地电极图案,所述接地电极图案覆盖所述第二侧的大部分;以及  
所述第二侧包括所述压电材料的负极表面。
5. 根据权利要求1所述的便携式电子设备,其中所述压电材料能够操作为基于所述电压被提供的位置来偏转。
6. 根据权利要求5所述的便携式电子设备,其中使经由所述电压电极中的不同电压电极提供的电压发生变化改变所述压电材料的不同部分中发生偏转的部分。
7. 根据权利要求1所述的便携式电子设备,其中所述压电材料是物理上连续的。
8. 一种电子设备,包括:  
具有第一表面和与所述第一表面相对的第二表面的压电晶片;  
电压电极,所述电压电极覆盖所述第一表面的一部分并限定彼此之间的间隙,所述电压电极包括第一电压电极和第二电压电极;  
所述电压电极的至少一个接地电极,所述至少一个接地电极耦接到所述第二表面;以及  
处理单元,所述处理单元电耦接到所述电压电极,所述处理单元能够操作为:  
通过使提供给所述电压电极的电压发生变化来在所述压电晶片的不同区段处产生偏转;以及  
通过将第一电压提供给所述第一电压电极以及将第二电压提供给所述第二电压电极来在所述压电晶片被所述第一电压电极覆盖的位置处产生偏转,其中在所述压电晶片的覆盖所述第一电压电极与所述第二电压电极相邻的边缘的第一部分处的偏转大于所述压电

晶片的与所述第一电压电极的中心相对应的第二部分处的偏转。

9. 根据权利要求8所述的电子设备,其中所述电压电极被成形为对应于触觉输出区域。

10. 根据权利要求8所述的电子设备,其中:

所述偏转是第一偏转;以及

所述处理单元通过将电压提供给所述电压电极中的第三电压电极而不提供给与所述第三电压电极相邻的其他电压电极来在所述压电晶片的被所述第三电压电极覆盖的区段处产生偏转。

11. 根据权利要求8所述的电子设备,其中所述第一电压高于所述第二电压。

12. 根据权利要求8所述的电子设备,其中所述处理单元通过如下操作来在所述压电晶片的被所述第一电压电极覆盖的位置处产生偏转:

将第一电压提供给所述第一电压电极;

将第二电压提供给所述第二电压电极;以及

将第三电压提供给所述电压电极中的其他电压电极;其中:

所述第三电压高于所述第二电压并低于所述第一电压。

13. 根据权利要求8所述的电子设备,其中所述电子设备包括触控板。

14. 根据权利要求8所述的电子设备,其中所述电子设备包括键盘。

15. 一种触觉致动器,包括:

压电基板;

第一电压导体,所述第一电压导体耦接到所述压电基板的第一表面;和

第二电压导体,所述第二电压导体耦接到所述压电基板的所述第一表面并与所述第一电压导体分开;以及

用于所述第一电压导体和所述第二电压导体的至少一个接地导体,所述至少一个接地导体耦接到所述压电基板的与所述第一表面相对的第二表面;其中:

所述压电基板根据所述第一电压导体和所述第二电压导体的电压来在不同位置处产生触觉输出;以及

当第一电压被提供给所述第一电压导体以及第二电压被提供给所述第二电压导体时,所述压电基板产生以单个位置为中心的触觉输出,通过压电基板在所述单个位置处比在其他位置处响应于将第一电压提供给所述第一电压导体以及将第二电压提供给所述第二电压导体的变形更多的变形,所述触觉输出是以所述单个位置为中心的。

16. 根据权利要求15所述的触觉致动器,还包括:

第三电压导体,所述第三电压导体耦接到所述压电基板的所述第一表面并与所述第一电压导体分开;和

第四电压导体,所述第四电压导体耦接到所述压电基板的所述第一表面并与所述第二电压导体分开;其中:

由所述第一电压导体、所述第二电压导体、所述第三电压导体和所述第四电压导体之间的间距限定十字图案。

17. 根据权利要求15所述的触觉致动器,其中所述至少一个接地导体大于所述第一电压导体和所述第二电压导体。

18. 根据权利要求15所述的触觉致动器,其中所述至少一个接地导体包括:

第一接地导体,所述第一接地导体定位在所述第一电压导体的对面;和  
第二接地导体,所述第二接地导体定位在所述第二电压导体的对面。

19.根据权利要求15所述的触觉致动器,其中所述至少一个接地导体包括用于所述第一电压导体和所述第二电压导体的公用接地件。

20.根据权利要求15所述的触觉致动器,其中所述压电基板包含锆钛酸铅、钾基压电材料或铌酸钠钾。

## 局部的和/或封装的触觉致动器和元件

[0001] 本申请是申请号为201710466503.1、申请日为2017年6月20日、发明名称为“局部的和/或封装的触觉致动器和元件”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本专利申请根据35 U.S.C.§119(e) 要求2016年6月20号提交的且名称为“Patterned Electrode Localized Haptic Actuator”的美国临时专利申请62/352,046和2016年7月11号提交的且名称为“Encapsulated Haptic Elements”的美国临时专利申请62/360,836的权益,其内容好像被完全公开的那样以引用方式并入。

### 技术领域

[0004] 所述实施方案整体涉及用于电子设备的触觉致动器和/或各种其他触觉系统。更具体地,本实施方案涉及触觉输出系统的触觉致动器和/或封装元件,该触觉致动器包括用于生成局部触觉输出的电极图案化。

### 背景技术

[0005] 电子设备包括各种不同的输入/输出设备以从用户接收输入和/或将输出提供给用户。输入/输出设备的示例包括触摸屏、键盘、计算机鼠标、触控板、轨迹球、麦克风、扬声器、触摸板、力传感器、按钮等。

[0006] 一些电子设备包括用于将触觉或其他触觉输出提供给用户的致动器和/或各种触觉输出系统。触觉输出可被提供作为响应于所接收的输入的反馈,作为关于所接收的通信或其他电子设备状态等的通知。电子设备可激活系统以征求用户的注意力、增强用户与电子设备的交互体验、使电子设备或电子设备的部件移位或用于其他合适的通知或用户体验目的。

[0007] 在一些情况下,触觉输出系统可被部分地或完全地封装以将机械保护、电气保护或化学保护提供给该系统的一个或多个组成部件或元件。然而,常规的封装技术和材料可非期望地干扰触觉输出系统的操作。

### 发明内容

[0008] 本公开涉及局部的和/或封装的触觉致动器或元件。更具体地,本文所述的实施方案涉及触觉致动器和/或用于触觉输出系统的封装元件,该触觉致动器包括用于生成局部触觉输出的电极图案化。

[0009] 在局部触觉致动器实施方案中,电子设备的触觉致动器包括压电材料和耦接到该压电材料的电压电极或导体。电压电极可被单独地控制以将电压提供给压电材料的不同部分。响应于电压的施加,压电材料的不同区段可操作为偏转,从而在那些位置产生触觉输出。不同的电压可被提供给电压电极中的一个或多个电压电极以影响偏转的位置并因此影响触觉输出。这可在产生与较大的单片压电结构相关联的偏转量值的同时允许在物理上连续的压电材料的尺寸内具有更大的触觉分辨率。

[0010] 在各种具体实施中,便携式电子设备包括覆盖玻璃和耦接到该覆盖玻璃的触觉致动器。触觉致动器包括压电材料和耦接到该压电材料的电压电极图案。电压电极图案中的电压电极可被单独地控制。电压电极图案可操作为将电压提供至压电材料的不同部分以使压电材料在多个不同位置中的一个位置处变形。

[0011] 在一些示例中,压电材料的不同部分在电压被提供时经由覆盖玻璃提供触觉输出。在多个示例中,压电材料可操作为基于电压被提供的位置来偏转。在此类示例的一些具体实施中,使经由不同电压电极提供的电压发生变化而改变压电材料的不同部分中发生偏转的部分。在一些示例中,压电材料为物理上连续的。

[0012] 在多个示例中,电压电极覆盖压电材料的正极表面的大部分。在各个示例中,触觉致动器还包括接地电极图案,该接地电极图案覆盖压电材料的负极表面的大部分。

[0013] 在一些具体实施中,电子设备包括具有表面的压电晶片、覆盖表面的一部分并限定各自之间间隙的电压电极和耦接到电压电极的处理单元。处理单元可操作为通过使提供给电压电极的电压发生变化而在压电晶片的不同区段处产生偏转。

[0014] 在各个示例中,电压电极被成形为对应于触觉输出区域。在一些示例中,电子设备为触控板。在其他示例中,电子设备为键盘。

[0015] 在多个示例中,处理单元通过将电压提供给电压电极中的第一电压电极而不提供与第一电压电极相邻的其他电压电极而在压电晶片的被第一电压电极覆盖的区段处产生偏转。在其他示例中,处理单元通过将较高的电压提供给电压电极中的第一电压电极并将较低的电压提供给电压电极中的其他电压电极而在压电晶片的被覆盖的区段处产生偏转。在其他示例中,处理单元通过将第一电压提供给电压电极中的第一电压电极、将第二电压提供给电压电极中的第二电压电极、将第三电压提供给电压电极中的其他电压电极而在压电晶片的被第一电压电极覆盖的区段处产生偏转,其中第三电压高于第二电压且低于第一电压。

[0016] 在各种具体实施中,触觉致动器包括压电基板(诸如锆钛酸铅、钾基压电材料诸如铌酸钠钾和/或任何其他合适的压电材料)、耦接到压电基板的表面的第一电压导体和耦接到压电基板的表面并与第一电压导体分开的第二电压导体。压电基板根据第一电压导体和第二电压导体的电压而在不同位置处产生触觉输出。

[0017] 在一些示例中,触觉致动器还包括耦接到压电基板的表面并与第一电压导体分开的第三电压导体和耦接到压电基板的表面并与第二电压导体分开的第四电压导体。在此类示例中,可由第一电压导体、第二电压导体、第三电压导体和第四电压导体之间的间距限定十字图案。

[0018] 在多个示例中,触觉致动器还包括接地导体,该接地导体耦接到压电基板的与前述表面相反的附加表面。在此类示例的一些具体实施中,接地导体是与第一电压导体相反定位的第一接地导体以及与第二电压导体相反定位的第二接地导体。在此类示例的一些具体实施中,接地导体是用于第一电压导体和第二电压导体的公用接地件。

[0019] 在触觉输出系统封装元件实施方案中,密封的触觉元件至少包括压电部件。压电部件可包括压电片、形成于压电片的第一面上的第一电极和形成于压电片的第二面上的第二电极。触觉元件可包括具有第一触件的第一挠曲件,该第一挠曲件相对于第一面定位,使得压电部件的第一电极和挠曲件的第一触件电连接。

[0020] 类似地,触觉部件可包括具有第二触件的第二挠曲件,该第二挠曲件相对于压电部件的第二面定位,使得第二电极和第二触件电连接。触觉元件还可包括围绕压电部件的周边设置在第一挠曲件和第二挠曲件之间的密封件,使得第一挠曲件、第二挠曲件和密封件包封压电部件。

[0021] 密封触觉元件的方法可包括使用合适的封装材料封装压电部件。然后,该部件可使用各向异性的导电带附接到柔性电路。各向异性的导电带可在封装部件的两个电极和挠曲件上的两个电触件之间建立电连接。

[0022] 在各种具体实施中,触觉元件包括压电部件、包括第一触件的第一挠曲件、包括第二触件的第二挠曲件和围绕压电部件的周边设置在第一挠曲件和第二挠曲件之间的密封件,使得第一挠曲件、第二挠曲件和密封件包封压电部件。压电部件包括压电片、形成于压电片的第一面上的第一电极和形成于压电片的第二面上的第二电极。第一挠曲件相对于第一面定位,使得第一电极和第一触件电连接。第二挠曲件相对于第二面定位,使得第二电极和第二触件电连接。

[0023] 在一些示例中,第一触件经由各向异性膜耦接到第一电极。在各个示例中,第一触件经由粘结剂耦接到第一电极。

[0024] 在多个示例中,密封件与压电部件的侧壁分开,以便限定位于密封件和侧壁之间的间隙。在一些示例中,密封件适形于压电部件的侧壁。在各个示例中,密封件由柔性材料形成。

[0025] 在一些示例中,触觉元件是与触觉输出系统相关联的一组触觉元件中的成员。触觉输出系统可被配置为设置在便携式电子设备的显示器的下方。

[0026] 在一些具体实施中,触觉元件包括压电部件、具有第一触件和第二触件的挠曲件和设置在压电部件上从而抵靠挠曲件包封压电部件的封装层。压电部件包括压电片、形成于压电片的第一面上的第一电极以及具有形成于压电片的第二面上的第一部分和具有形成于压电片的第一面上的第二部分的第二电极。挠曲件相对于第一面定位,使得第一电极和第一触件电连接并且第二电极和第二触件电连接。

[0027] 在各个示例中,触觉元件还包括定位在第一触件和第一电极之间的各向异性膜。各向异性膜可在第二触件和第二电极之间延伸。

[0028] 在多个示例中,触觉元件还包括定位在第一触件和第一电极之间的粘结材料。粘结材料可为导电粘合剂。粘结材料可为各向异性导电的。

[0029] 在多个具体实施中,触觉输出系统包括输入表面和位于输入表面下方的触觉元件阵列。触觉元件阵列中的每个触觉元件包括压电部件,该压电部件包括电极、具有电连接至电极的电触件的挠曲件和设置在压电部件上且与挠曲件接触从而抵靠挠曲件包封压电部件的封装层。

[0030] 在一些示例中,触觉元件阵列中的至少一个触觉元件的封装层位于挠曲件和压电部件之间。在多个示例中,触觉元件阵列中的至少一个触觉元件的封装层由聚合物材料形成。

[0031] 在各个示例中,触觉输出系统还包括显示器。显示器可被设置在输入表面和触觉元件阵列之间。

[0032] 在多个示例中,触觉元件阵列中的至少一个触觉元件的电极是环绕式电极。在一



些示例中,触觉元件阵列中的至少一个触觉元件包括将电极电连接至电触件的内插器。

## 附图说明

[0033] 本公开通过下面结合附图的具体描述将更易于理解,其中类似的附图标记表示类似的结构元件。

[0034] 图1示出了包括触觉致动器的示例性电子设备。

[0035] 图2示出了沿图1的线A-A截取的图1的电子设备的示例性剖视图。

[0036] 图3示出了图2的电子设备的触觉致动器中的一个触觉致动器的示例性具体实施的顶视图。

[0037] 图4示出了图3的示例性触觉致动器的前侧视图。

[0038] 图5示出了示例性的触觉致动器阵列中的一个触觉致动器的致动。

[0039] 图6示出了示例性单个大型触觉致动器的致动。

[0040] 图7A示出了图3的示例性触觉致动器的第一区段的致动。

[0041] 图7B示出了图3的示例性触觉致动器的第二区段的致动。

[0042] 图7C示出了图3的示例性触觉致动器的第三区段的致动。

[0043] 图8示出了图2的电子设备的触觉致动器中的一个触觉致动器的第二示例性具体实施的侧视图。

[0044] 图9示出了第三示例性触觉致动器。

[0045] 图10是示出了用于构造触觉致动器的示例性方法的流程图。该方法可组装图2-图4和图7A-图9的触觉致动器中的一个或多个触觉致动器。

[0046] 图11是示出了用于使用触觉致动器提供输出的示例性方法的流程图。该方法可由图1-图2的电子设备和/或图2-图4和图7A-图9的触觉致动器中的一个或多个触觉致动器执行。

[0047] 图12A示出了具有输入表面的电子设备,触觉输出可通过该输入表面提供给用户。

[0048] 图12B示出了图12A的电子设备,以虚线示出了位于输入表面下方的触觉输出系统。

[0049] 图13A示出了触觉元件的压电部件的简化的横截面。

[0050] 图13B示出了图13A的压电部件,具体地示出了电耦接到压电部件的顶部电极和底部电极的顶部挠曲件和底部挠曲件。

[0051] 图14A以横截面示出了位于挠曲件的电触件和诸如本文所述的触觉元件的压电部件的电极之间的导电粘结部的示例性细部图。

[0052] 图14B以横截面示出了位于挠曲件的电触件和诸如本文所述的触觉元件的压电部件的电极之间的另一导电粘结部的示例性细部图。

[0053] 图15A示出了密封的触觉元件的简化的横截面,具体地示出了围绕压电部件的周边的将顶部挠曲件连接至底部挠曲件的侧壁密封件。

[0054] 图15B示出了另一密封的触觉元件的简化的横截面,具体地示出了围绕压电部件的周边的将顶部挠曲件连接至底部挠曲件的另一侧壁密封件。

[0055] 图15C示出了另一密封的触觉元件的简化的横截面,具体地示出了围绕压电部件的周边的将顶部挠曲件连接至底部挠曲件的两部分侧壁密封件。

[0056] 图15D示出了另一密封的触觉元件的简化的横截面,具体地示出了适形于压电部件的周边的将顶部挠曲件连接至底部挠曲件的另一侧壁密封件。

[0057] 图16A示出了封装的触觉元件的简化的横截面。

[0058] 图16B示出了另一封装的触觉元件的简化的横截面。

[0059] 图17A示出了具有环绕式电极的压电部件的简化的横截面。

[0060] 图17B示出了具有多个环绕式电极的压电部件的简化的横截面。

[0061] 图17C示出了结合图17A的压电部件的触觉元件的简化的横截面,具体地示出了耦接到挠曲件并被封装的压电部件。

[0062] 图17D示出了图17C中所示的封闭圆B-B的细部图,具体地示出了形成有导电部分和非导电部分的各向异性片。

[0063] 图17E示出了图17C中所示的封闭圆B-B的细部图,具体地示出了各向异性片。

[0064] 图17F示出了结合图17A的压电部件的另一触觉元件的简化的横截面,具体地示出了在耦接到挠曲件之前被封装的压电部件。

[0065] 图17G示出了结合图17A的压电部件的另一触觉元件的简化的横截面,具体地示出了耦接到挠曲件并被封装的压电部件。

[0066] 图18为示出了封装压电部件的方法的示例性操作的简化的流程图。

[0067] 图19为示出了封装压电部件的另一方法的示例性操作的简化的流程图。

[0068] 图20为示出了压电部件的另一方法的示例性操作的简化的流程图。

[0069] 图21为示出了压电部件的另一方法的示例性操作的简化的流程图。

[0070] 在不同附图中使用相同或相似的附图标记来指示相似、相关或者相同的项目。

[0071] 附图中交叉影线或阴影的用途被大致提供以明确相邻元件之间的界限并且还有利于附图的易读性。因此,有无交叉影线或阴影都不表示或指示对特定材料、材料属性、元件比例、元件尺寸、类似图示元件的共同性或附图所示任何元件的任何其他特性、性质或属性的任何偏好或要求。

[0072] 此外,应当理解,各个特征部和元件(以及其集合和分组)的比例和尺寸(相对的或绝对的)以及其间的界限、间距和位置关系在附图中提供,仅用于有助于理解本文所述的各个实施方案,并因此可不必要地被呈现或示出以衡量且并非旨在指示对所示实施方案的任何偏好或要求,排除掉结合其所述的实施方案。

## 具体实施方式

[0073] 现在将详细参考在附图中示出的表示性实施方案。应当理解,以下描述并非旨在将实施方案限制于一个优选实施方案。相反,其旨在涵盖可被包括在由所附权利要求限定的所述实施方案的实质和范围内的替代形式、修改形式和等同形式。

[0074] 以下描述包括体现本公开的各种元素的样本装置、系统和方法。然而,应当理解,所描述的公开能够以除本文所述的那些形式之外的多种形式被实施。

[0075] 以下公开涉及局部的和/或封装的触觉致动器或元件。更具体地,本文所述的实施方案涉及触觉致动器和/或触觉输出系统的封装元件,该触觉致动器包括用于生成局部触觉输出的电极图案化。

[0076] 在局部触觉致动器实施方案中,触觉致动器包括压电材料和图案化电极。图案化

电极可将电压施加至压电材料的不同部分。这在其中在压电材料中产生最大偏转的位置取决于所施加的电压时允许局部触觉输出。

[0077] 一些致动器通过将电压施加至压电材料来提供触觉输出。许多此类致动器包括单个洪电极,该电极将电压同时施加至压电材料的整个表面。在此类示例中,压电材料响应于电压的施加而偏转以提供触觉输出。

[0078] 可产生的偏转的量并因此触觉输出的量值可取决于所施加电压的大小、压电晶片尺寸、压电材料的层的数量等。当触觉致动器受限于相对较低的电压和压电材料的单个层时,压电材料的晶片尺寸可为可调整的唯一因素。小于特定的一组尺寸的晶片可不产生被充分感知为触觉反馈的足够的偏转。因此,触觉致动器可被设计为具有尽可能大的晶片。

[0079] 然而,这些类型的触觉致动器可由于所述单个洪电极而在单个位置处产生触觉输出。为了在不同位置处产生触觉输出,可使用多个致动器。由于足以产生可检测到的触觉输出的晶片尺寸,可限制被装配在空间内的致动器的数量。因此,在可产生的触觉输出的量值和可产生触觉输出的不同位置的数量之间可具有折衷。

[0080] 由于图案化电极能够将电压施加至压电材料的不同部分,因此当前位置的触觉致动器可使用较大的晶片尺寸,同时仍能够在多个位置处生成触觉输出。这使得产生具有较大量值的触觉输出而不牺牲触觉输出的局部化。

[0081] 在触觉输出系统封装元件实施方案中,触觉输出系统的可被包括在电子设备中的一个或多个易损或敏感部件可被包装、密封和/或封装。

[0082] 诸如本文所述的封装可以任何特定于具体实施的或适当的方式被配置为向触觉输出系统的易损或敏感部件提供热保护、机械保护、电气保护、光学保护和/或化学保护。压电部件是触觉输出系统的易损或敏感部件的示例,其可使用诸如本文所述的那些技术来被封装和/或密封。然而,应当理解,本文所述的各种技术和方法可同样适用于触觉输出系统的其他部件或适用于可由电子设备所结合的另一系统或子系统。

[0083] 在一个实施方案中,压电部件包括压电材料片和限定于该片的相反的面上的两个电极。例如,顶部电极可形成于该片的顶面上并且底部电极可形成于该片的底面上。该配置在本文被称为具有“相对置电极”的压电部件。

[0084] 在其他情况下,底部电极可环绕压电片的侧壁。在这些实施方案中,顶部电极和底部电极均占据该片的顶面的一部分。该配置在本文被称为具有“环绕式电极”的压电部件。

[0085] 在一个示例中,可通过将具有相对置电极的压电部件层压在顶部挠曲件和底部挠曲件之间来封装该部件。可在顶部电极和顶部挠曲件之间建立第一电连接,并且可在底部电极和底部挠曲件之间建立第二电连接。在一些情况下,使用与用于建立第二电连接的技术相同的技术来建立第一电连接。

[0086] 可使用任意种合适的技术,包括但不限于焊接、锡焊、使用导电粘合剂粘结、使用导电带粘结、使导电表面接触等来建立第一电连接和第二电连接。在一些情况下,第一电连接和第二电连接可在同一操作中形成,诸如上文所述的层压操作。

[0087] 在另一个实施方案中,密封剂可围绕压电部件的周边添加到顶部挠曲件和底部挠曲件之间。密封剂可为基于聚合物的密封剂、基于环氧树脂的密封剂、基于多晶硅的密封剂、基于树脂的密封剂或任何其他合适的密封剂材料或材料的组合。在一些实施方案中,仅使用一个密封剂层。密封剂可接触压电部件的侧壁,或者密封剂可通过气隙与压电部件的

侧壁分开。在一些情况下,压电部件的侧壁与密封剂之间的间隙可填充有气体(例如,氮、氦等)、凝胶(例如聚合物凝胶)或液体(例如矿物油、甘油)。气体、凝胶或液体的压力可随实施方案而变化。

[0088] 在其他情况下,粘合剂环可被定位在顶部挠曲件上。将压电部件层压在顶部挠曲件和底部挠曲件之间的操作可使得粘合剂环将底部挠曲件粘结至顶部挠曲件,从而将压电部件包封在限定于顶部挠曲件和底部挠曲件之间的体积中。在另一个实施方案中,粘合剂环还可设置在底部挠曲件上。在这种情况下,将压电部件层压在顶部挠曲件和底部挠曲件之间的操作可使得两个粘合剂环彼此粘结。

[0089] 在另一个示例中,可通过将具有相对置电极的压电部件层压至单个挠曲件来封装该部件。可在顶部电极和挠曲件之间建立第一电连接,并且第二电连接可在底部电极和内插器之间建立第二电连接。内插器可电连接至挠曲件。在这些实施方案中,压电部件和内插器可涂覆有封装剂层(例如,形成封装层)。

[0090] 在另一个示例中,可通过将具有环绕式电极的压电部件层压至单个挠曲件来封装该部件。可在顶部电极和挠曲件上的第一电触件之间建立第一电连接,并且可在环绕式底部电极和挠曲件上的第二电触件之间建立第二电连接。在这些实施方案中,压电部件可在第一电连接和第二电连接建立之前或之后涂覆有封装剂层。

[0091] 以下参考图1-图21来论述这些和其它实施方案。然而,本领域的技术人员将容易地理解,本文相对于这些附图所给出的详细描述仅出于说明性目的,而不应被理解为是限制性的。

[0092] 图1示出了包括一个或多个触觉致动器的示例性电子设备100。在该示例中,电子设备100是包括耦接到外壳102的覆盖玻璃101的便携式设备。覆盖玻璃101可为触摸屏的部件或类似部件,并且一个或多个触觉致动器可操作为经由覆盖玻璃101提供触觉或其他触觉输出。

[0093] 图2示出了沿图1的线A-A截取的图1的电子设备100的示例性剖视图。电子设备100包括多个触觉致动器203。触觉致动器203可包括压电材料,该压电材料可用于当由处理单元205或其他控制器经由柔性电路204或其他电连接施加电压时而发生偏转。该偏转可通过覆盖玻璃101传输以产生触觉输出至用户。因此,该处理单元可电耦接到触觉致动器203以通过将电压提供给触觉致动器203来产生偏转。

[0094] 图3示出了图2的电子设备的触觉致动器203中的一个触觉致动器的示例性具体实施的顶视图。触觉致动器203可包括晶片、基板、或压电材料306诸如锆钛酸铅(“PZT”)、钾基压电材料诸如铌酸钠钾、和/或任何其他合适的压电材料的其他结构。在许多具体实施中,压电材料306可为物理上连续的。触觉致动器203还可包括电压电极307A-307D图案或耦接到压电材料306的正极表面的导体。在该示例中,电压电极307A-307D可覆盖压电材料306的表面的一部分(示出为表面的大部分),电压电极彼此分开,使得由第一电压电极、第二电压电极、第三电压电极和第四电压电极307A-307D之间的间距限定十字图案。

[0095] 由于电压电极307A-307D图案和其间的间距,电压电极307A-307D可被单个地控制以将不同电压提供给压电材料306的不同部分(例如,由相应的电压电极307A-307D覆盖的部分)。因此,可通过将各个电压提供给压电材料306的各个部分而在压电材料306的不同区段处(例如,多个不同位置中的一个或多个位置)产生偏转或变形(例如触觉或其他触觉输

出)。偏转或变形的的位置可取决于电压被施加的位置。另外,使电压发生变化可改变压电材料306发生偏转的部分。

[0096] 图4示出了图3的示例性触觉致动器203的前侧视图。触觉致动器203还可包括一个或多个接地电极408A-408D(示出了408C-408D)或耦接到附加表面诸如负极表面的导体,该附加表面与电压电极307A-307D被耦接的表面相反。在该示例中,针对电压电极307A-307D中的每个电压电极包括相应的接地电极408A-408D,每个接地电极定位在其相应的电压电极307A-307D的对面。

[0097] 接地电极408A-408D可覆盖压电材料306的负极表面的大部分。接地电极408A-408D可彼此分开,使得间距限定十字图案,该十字图案类似于由电压电极307A-307D在压电材料306的正极表面上限定的十字图案。

[0098] 尽管未出于清晰的目的而说明,但是触觉致动器还可包括一个或多个加强片部件。加强片部件可由非压电材料诸如塑料、金属等形成。加强片部件可被耦接或以其他方式粘结到压电材料306的表面和/或压电材料306的附加表面。对于自由边界压电致动器而言,当在极化方向上施加电场时,x和y尺寸可收缩(例如,图3中所示的压电材料306的尺寸)并且z尺寸可扩展(例如,图4中所示的压电材料306的垂直尺寸)。图3和图4的示例性触觉致动器203中的压电材料306的形状因数可在如图所示的x和y尺寸上相对较大,但在z尺寸上相对较小。因此,在自由边界条件下,在z尺寸上的偏转或变形可相对较小,不包括加强片部件。然而,将加强片部件耦接到压电材料306的表面和/或压电材料306的附加表面可使x-y收缩转化为z方向偏转、变形或另一致动。

[0099] 由于压电材料306和电压电极307A-307D的图案而导致使用触觉致动器203产生的可能的偏转现在将与其他所配置的触觉致动器进行对比。触觉致动器203将与较小触觉致动器阵列进行对比,所述较小触觉致动器各自包括单个洪电极和具有单个洪电极的单片触觉致动器。

[0100] 图5示出了示例性的触觉致动器530A-530D阵列中的一个触觉致动器的致动。在该示例中,每个触觉致动器530A-530D包括单个相应的洪电极531A-531D,该单个相应的洪电极可将电压提供给被包括在相应的触觉致动器530A-530D中的整个压电材料。将电压提供给相应洪电极531A-531D中的一个洪电极引起相应触觉致动器530A-530D中的偏转。

[0101] 类似地,图6示出了示例性单个大型触觉致动器630的致动。在该示例中,触觉致动器630包括单个相应的洪电极631,该单个相应的洪电极可将电压提供给被包括在触觉致动器630中的整个压电材料。将电压提供给洪电极631引起触觉致动器630中的偏转。

[0102] 为了使图2-图4的触觉致动器203与图5的触觉致动器530A-530D阵列和图6的单个大型触觉致动器630形成对比,将假设示例性尺寸以用于比较目的。以举例的方式,图2-图4的触觉致动器203的示例性尺寸将被假设,使得触觉致动器203具有约40毫米的边长。类似地,图5的触觉致动器530A-530D的示例性尺寸将被假设为各自具有约10毫米的边长,并且图6的单个大型触觉致动器630将被假设为具有约40毫米的边长。通过这种方式,针对压电材料的可比较的尺寸的不同偏转可被展示。然而,应当理解,这些假设的尺寸用于例示的目的并且不旨在进行限制。

[0103] 通过假设这些示例性尺寸,图5示出了当向触觉致动器530A施加60伏特时,在触觉致动器530A中产生的约10微米的峰值偏转509。以对比的方式,图6示出了当向触觉致动器

630施加60伏特时,在触觉致动器630中产生的约160微米的峰值偏转609。因此,触觉致动器630能够产生具有比触觉致动器530A更大量值的峰值偏转609(并因此触觉或其他触觉输出)。

[0104] 然而,触觉致动器630能够在单个位置处产生峰值偏转609。这意味着考虑到假设的约40毫米的边长,触觉致动器630的触觉分辨率为约1/1600平方毫米。由于触觉致动器530A-530D阵列中的触觉致动器530A-530D中的每个触觉致动器可各自产生峰值偏转509,因此触觉致动器530A-530D阵列可在四个不同位置处产生峰值偏转509。因此,考虑到针对触觉致动器530A-530D阵列中的每个触觉致动器所假设的约10毫米的边长,触觉致动器530A-530D阵列具有约4/1600平方毫米的触觉分辨率。触觉致动器530A-530D阵列与触觉致动器630之间的折衷介于峰值偏转509、609的量值与触觉分辨率之间。

[0105] 以对比的方式,图7A示出了当经由第一电压电极307A向压电材料306施加60伏特时图3的示例性触觉致动器203的第一区段的致动。这在第一区段中产生10微米的峰值偏转709A,该第一区段对应于压电材料306的第一部分(例如由第一电压电极307A覆盖的部分)。图7B示出了当经由电压电极307A-307D中的每个电压电极向压电材料306施加60伏特时示例性触觉致动器203的第二区段的致动。这在压电材料306的第二区段处(例如在全部四个电压电极307A-307D之间的部分)产生160微米的峰值偏转709B。图7C示出了当向第一电压电极307A施加90伏特、向第二电压电极307B施加60伏特、向第三电压电极307C施加60伏特并且向第四电压电极307D施加30伏特时示例性触觉致动器203的第三区段的致动。这在压电材料306的第三区段处(例如,由第一电压电极307A覆盖的部分,但是与图7A的峰值偏转709A的位置相比更靠近图7B的峰值偏转709B的位置)产生160微米的峰值偏转709C。

[0106] 因此,触觉致动器203可通过将各种不同电压提供给电压电极307A-307D中的一个或多个电压电极而在各个不同位置处产生峰值偏转709A-709C和其他峰值偏转。触觉致动器203具有比图5的触觉致动器530A-530D阵列甚至更高的触觉分辨率,并可产生具有与图6的触觉致动器630一样高和/或相当的量值的偏转。

[0107] 由触觉致动器203产生的偏转能够被转向。通过将电压提供给电压电极307A-307D中的第一电压电极307A-307D且不提供给与第一电压电极307A-307D相邻的其他电压电极307A-307D,可在压电材料306的由相应电极覆盖的部分的大约中心处产生峰值偏转709A。另外,通过将大约相等的电压提供给电压电极307A-307D,可在压电材料306的大约位于所有电压电极307A-307D之间的部分处产生峰值偏转709B。此外,通过将较高的电压提供给电压电极307A-307D中的第一电压电极307A-307D且将较低的电压提供给其他电压电极307A-307D,峰值偏转709C可朝向压电材料306的由第一电压电极307A-307D覆盖的部分转向。此外,通过将第一电压提供给第一电压电极307A-307D、将第二电压提供给与第一电压电极307A-307D对角相邻的第二电压电极307A-307D以及将第三电压提供给与第一电压电极307A-307D横向相邻的其他电压电极307A-307D,峰值偏转709C可被进一步朝向压电材料306的由第一电压电极307A-307D覆盖的部分转向。可通过对提供给各个电压电极307A-307D的各个电压进行变化、调整和改变来使峰值偏转的位置调整、变化和改变等。

[0108] 尽管图4被示出和描述为包括分别与电压电极307A-307D中的每个电压电极相关联的独立的接地电极408A-408D,但是应当理解,这是示例并且其他配置也是可能的以及设想到的。例如,图8示出了图2的电子设备100的触觉致动器203中的一个触觉致动器的第二

示例性具体实施的侧视图。在该示例中,触觉致动器803包括公用接地电极808。公用接地电极808可以是对所有电压电极807A-807D公用的。在一些具体实施中,公用接地电极808可覆盖压电材料806的与电压电极807A-807D所耦接的表面相对置的表面的全部和/或基本上全部。

[0109] 图3示出了正方形的四个电压电极307A-307D,它们之间的间距限定十字形状。然而,应当理解,这是示例。在各种具体实施中,可使用任意数量任意形状电压电极307A-307D,所述任意形状限定电压电极之间的各种间距(和/或不限定其间的间距)。在一些具体实施中,电压电极307A-307D可被成形为对应于指定的触觉输出区域。例如,触觉致动器203可用于在一些具体实施中为键盘提供触觉输出,在所述具体实施中,电压电极307A-307D被成形为对应于键盘的按键。

[0110] 例如,图9示出了第三示例触觉致动器903。触觉致动器903包括与电压电极907图案耦接的压电基板906或晶片。电压电极907可具有与指定的触觉输出区域的形状对应的形状。

[0111] 在一些具体实施中,触觉致动器903可被包括在键盘中,并且电压电极907可具有与键盘的按键对应的形状和位置。在此类具体实施的一些示例中,触觉致动器903的尺寸可被设计为与整个或基本上整个键盘或其一部分对应。在其他具体实施中,触觉致动器903可被包括在触控板、触摸屏、触控板或其他电子设备中。

[0112] 图10是示出了用于构造触觉致动器的示例方法1000的流程图。该方法1000可组装图2-图4和图7A-图9的触觉致动器中的一个或多个触觉致动器。

[0113] 在1010处,可被提供压电材料(诸如晶片、基板等)。提供压电材料可包括从压电材料的较大结构切割压电材料。在一些具体实施中,压电材料可为PZT。

[0114] 在1020处,电压电极图案或导体形成于压电材料上。该图案可形成于压电材料的单个表面上,诸如正极表面。该图案可使用多种不同的工艺和/或技术形成。

[0115] 例如,模版或掩模可被放置在压电材料上,并且可通过模版,诸如通过印刷、气相沉积、溅射等来施加图案。通过第二示例,导电材料可形成于压电材料上,随后导电材料的部分可诸如通过蚀刻而被移除以形成图案。在一些情况下,蚀刻或其他移除可通过模版或掩模来执行。通过第三示例,可使用光将图案从光掩模转移至压电材料上的光敏化学光致抗蚀剂或抗蚀剂。

[0116] 通过第四示例,该图案可通过限定压电材料上的相反图案中的抗蚀剂来形成,在抗蚀剂被移除之前导电膜被席状沉积在该压电材料上,从而仅留下直接沉积在压电材料上的导电膜。通过其他示例,该图案可通过金属化图案化、金属化和/或在压电材料上形成导电材料的其他工艺或技术来形成。

[0117] 尽管示例性方法1000被示出和描述为包括按照特定次序执行的特定操作,但要理解的是,这是示例。在各种具体实施中,在不脱离本公开的范围的情况下,可执行各种次序的相同、相似和/或不同的操作。

[0118] 例如,在一些具体实施中,示例性方法1000可包括在压电材料上形成接地电极的附加操作。接地电极可为公用电极、接地电极图案、与电压电极图案对应的接地电极图案等。接地电极可形成于压电材料的接地表面上,在电压电极图案对面。

[0119] 图11是示出了用于使用触觉致动器提供输出的示例方法1100的流程图。该方法

1100可由图1-图2的电子设备和/或图2-图4和图7A-图9的触觉致动器中的一个或多个触觉致动器执行。

[0120] 在1110处,电压被提供给在压电材料诸如晶片、基板等上被配置为图案的一个或多个电压电极或导体。该图案可被定位在压电材料的单个表面上,诸如正极表面。

[0121] 在1120处,所提供的电压可被控制以控制触觉输出。所提供的电压可被提供给电压电极中的一个或多个电压电极而非其他电压电极、为不同的电压电极提供不同的电压大小等。

[0122] 尽管示例方法1100被示出和描述为包括按照特定次序执行的特定操作,但要理解的是,这是示例。在各种具体实施中,在不脱离本公开的范围的情况下,可执行各种次序的相同、相似和/或不同的操作。

[0123] 例如,在一些具体实施中,示例方法1100可包括使所提供的电压发生变化的附加操作。使所提供的电压发生变化可改变所提供的触觉输出。

[0124] 尽管图1和图2的电子设备100被示出和描述为便携式电子设备100诸如蜂窝电话,但是应当理解这是示例。在各种具体实施中,电子设备100可为任何种类的电子设备100。示例包括膝上型计算设备、智能电话、可穿戴电子设备、平板计算设备、键盘、打印机、鼠标、移动计算设备、触控板、触摸板、触摸屏、数字媒体播放器、显示器等。

[0125] 此外,尽管电子设备100被示出和描述为包括特定部件,但应当理解这是示例。在各种具体实施中,电子设备100可包括其他部件,包括未示出的一个或多个部件。此类附加部件可包括一个或多个通信部件、一个或多个输入/输出部件、一个或多个非暂态存储介质(可采取但不限于以下形式:磁性存储介质;光学存储介质;磁光存储介质;只读存储器;随机存取存储器;可擦除可编程存储器;闪存存储器等)、一个或多个能量存储部件等。

[0126] 图12A示出了可结合触觉输出系统的电子设备1200。电子设备1200被示出为平板计算设备,尽管这是不需要的并且其他电子设备可结合触觉输出系统,其包括但不限于可穿戴设备、蜂窝设备、外围输入设备、车辆控制系统、工业控制系统、消费设备、工业机械等。

[0127] 在例示的实施方案中,电子设备1200包括外壳1202,该外壳用于保持、支持和/或包封电子设备1200的各个部件,诸如显示器1204。显示器1204可包括多层叠堆,其例如包括(未按特定顺序):有机发光二极管层、覆盖层、触摸输入层、力输入层、生物识别层等。其他实施方案可以不同方式实现显示器1204,诸如使用液晶显示技术、电子墨技术、量子点技术等。在许多实施方案中,显示器1204的保护外层限定输入表面1206。

[0128] 不管是特定于具体实施的显示技术还是选择用于特定实施方案的技术,显示器1204的多个层均可使用光学透明的粘合剂粘附在一起和/或可由公用框架支持,使得所述层彼此邻接。公用框架可围绕所述层的周边或周边的一部分延伸、可围绕周边或周边的一部分分割、或可以另一方式耦接到显示器1204的各个层。

[0129] 公用框架可由任何合适的材料制成,诸如但不限于金属、塑料、陶瓷、丙烯酸等。公用框架可为具有附加功能的多用途部件,诸如但不限于:为显示器1204或电子设备1200的一个或多个部件提供环境和/或气密密封;为外壳1202提供结构支持;为显示器1204或电子设备1200的一个或多个部件提供压力释放;提供并限定显示器1204的一个或多个层之间的间隙以用于热排放和/或响应于施加至输入表面1206的力而允许所述层的挠曲等。

[0130] 在一些实施方案中,显示器1204的层可被附接或者沉积在独立的基板上,这些独



立的基板可彼此层压或粘结。显示器1204还可包括或被定位成邻近适于改善显示器1204的结构性能或光学性能的其他层,包括但不限于覆盖玻璃片、偏光器片、颜色掩模等。此外,显示器1204可包括触摸传感器(未示出),该触摸传感器用于确定电子设备1200的输入表面1206上的一个或多个触摸的位置。在许多示例中,触摸传感器是电容触摸传感器,该电容触摸传感器被配置为检测输入表面1206上的用户手指和/或被动式触控笔或主动式触控笔的一个或多个触摸的位置和/或区域。

[0131] 电子设备1200还可包括处理器、存储器、电源和/或电池、网络连接、传感器、输入/输出端口、声学元件、触觉元件、用于执行和/或协调电子设备1200的任务的数字电路和/或模拟电路等。为简单说明起见,电子设备1200在图1中示出为不具有这些元件中的许多元件,元件中的每个元件可被部分地和/或全部包括在外壳1202内,并可与显示器1204在操作上或功能上相关联或耦接到该显示器。

[0132] 触觉输出系统可设置在输入表面1206下方(参见例如图12A和12B)。在例示的实施方案中,触觉输出系统包括以阵列布置并定位在显示器1204后面或显示器内的十六个可独立控制的触觉元件。由于该布置方式,触觉输出系统可向触摸显示器1204的用户提供局部触觉输出。触觉元件可具有任何合适的尺寸或形状。例如,三个尺寸和形状不同的触觉元件被识别为触觉元件1208、触觉元件1210和触觉元件1212。

[0133] 在许多实施方案中,尽管触觉输出系统的触觉元件可以任意种合适的方式来实现,但是每个触觉元件包括具有相对置电极或环绕式电极的至少一个压电部件。在许多情况下,触觉元件的压电部件被封装。该封装可被配置为向压电部件提供热保护、机械保护、电气保护、光学保护和/或化学保护。

[0134] 一般来讲且广义地,图13A-图16B标引具有相对置电极的压电部件,并且更具体地,标引用于封装具有相对置电极的压电部件的方法和/或技术。然而,应当理解,所示的示例并非详尽的;结合图13A-图16B所示和描述的各种实施方案可以任意种合适的方式或特定于具体实施的方式来修改或组合,以封装、密封、封闭、浇铸或以其他方式包封具有相对置电极的压电部件。在许多情况下,压电部件的封装非限制地提供对金属腐蚀、氧化、污染、刮痕或破碎的防护。

[0135] 图13A示出了触觉元件诸如图12B中所示的触觉元件1208的压电部件1300的简化的横截面。压电部件1300包括被标记为片1302的压电材料片和在片1302的相反面上限定的两个电极。例如,顶部电极1304a可形成于该片1302的顶面上并且底部电极1304b可形成于该片1302的底面上。

[0136] 可以任意种合适的方式来形成顶部电极1304a和底部电极1304b。在一个实施方案中,顶部电极1304a和底部电极1304b是通过溅射、物理气相沉积、打印或任何其他合适的技术形成的薄膜层。顶部电极1304a和底部电极1304b通常由金属或金属合金诸如银、银墨、铜、铜镍合金等形成。在其他实施方案中,可使用其他导电材料。

[0137] 在一些实施方案中,压电部件1300与所示的相比采用了不同的形状。例如,压电部件1300可为3cm宽并可为约100 $\mu$ m厚。

[0138] 图13B示出了图13A的压电部件1300。具体地,顶部电极1304a经由粘结材料1306a形成第一电连接,具有从顶部挠曲件1310延伸的顶部电触件1308a。类似地,底部电极1304b经由粘结材料1306b形成第二电连接,具有从底部挠曲件1312延伸的底部电触件1308b。

[0139] 顶部挠曲件1310和底部挠曲件1312可由任意种合适的材料制成,但在许多实施方案中,每一者均由柔性电路板材料形成。在许多情况下,顶部挠曲件1310和底部挠曲件1312的尺寸设定成悬于压电部件1300的侧壁之上,尽管这可为不需要的。在许多情况下,顶部挠曲件1310和底部挠曲件1312中的一者或两者将压电部件1300耦接到控制电路(未示出)或耦接到处于主/从配置中的另一压电部件1300。

[0140] 顶部电触件1308a和底部电触件1308b通常由铜或银形成,尽管这可为不需要的并且可使用其他金属或导电材料。在许多情况下,在将底部电触件1308b连接至底部电极1304b的相同操作中将顶部电触件1308a连接至顶部电极1304a。

[0141] 粘结材料1306a、1306b可由任何合适的导电材料或材料的组合形成,所述材料诸如但不限于:导电粘合剂、导电带或导电膜(各向同性的或各向异性的)、焊料等。在其他情况下,粘结材料1306a、1306b中的一者或两者可为非导电的。在这些示例中,压电部件1300可为电容驱动的。在其他情况下,非导电粘结材料可用于使顶部电极1304a与顶部电触件1308a保持接触,并且类似地,使底部电极1304b与底部电触件1308b保持接触。

[0142] 应当理解,粘结材料1306a、1306b的厚度和/或放置可随实施方案而变化;粘结材料1306a、1306b的所例示的比例为不需要的。另外,应当理解,粘结材料1306a、1306b可设置在另一位置处,诸如沿压电部件1300的侧壁。在另一示例中,粘结材料1306a、1306b可设置为溢过压电部件1300的面。

[0143] 因此,应当理解,如图13B所示的粘结材料1306a、1306b广义地表示电气和/或机械元件或层(或元件或层的组合),其在压电部件的电极与柔性电路或其他电路的电触件之间建立和/或保持电连接。在图14A-图14B中提供此类电连接的示例。

[0144] 图14A示出了在压电部件(未示出)的电极1402与挠曲件(未示出)的电触件1404之间建立的电连接1400。在例示的实施方案中,粘结材料1406设置在电极1402的腔或表面特征部或缺陷部中。因此,电极1402的顶部表面被置于与电触件1404的底部表面直接接触。粘结材料1406可为导电的或非导电的粘结剂,诸如液体粘合剂(例如,环氧树脂)。在一些情况下,电极1402的顶部表面可被刻痕或以其他方式制备以接收粘结材料1406。在一些情况下,粘结材料1406可被设置到特定的厚度,诸如图14B中所示。在该示例中,粘结材料1406可为导电的粘结材料诸如各向同性的或各向异性的导电膜、导电粘合剂、掺杂有金属纤维或纳米线的环氧树脂或任何其他合适的导电材料。

[0145] 对于本文所述的许多实施方案而言,具有相对置电极的压电部件诸如图13A-图13B中所示的压电部件1300可在电连接建立于压电部件的相对置电极与一个或多个挠曲件之间后被部分地或整个封装或密封。在图15A-图15B中提供具有相对置电极的密封的或封装的压电部件的示例。一旦被封装和/或密封,压电部件可被称为触觉元件,或更具体地,为“密封的触觉元件”。

[0146] 图15A示出了密封的触觉元件1500a的简化的横截面。密封的触觉元件1500a包括电连接至顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506的压电部件1502。更具体地,与顶部挠曲件1504相关联的顶部触件1504a经由粘结材料1504b连接至压电部件1502的顶部电极。类似地,与底部挠曲件1506相关联的底部触件1506a经由粘结材料1506b连接至压电部件1502的底部电极。

[0147] 顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506各自悬于压电部件1502的侧壁之上并经由框

架1508连接。悬垂的量随实施方案而变化,但是可基于压电部件1502的一个或多个操作参数来选择。更具体地,悬垂越小,顶部挠曲件1504、底部挠曲件1506和框架1508对压电部件的性能影响越大。

[0148] 在例示的实施方案中,框架1508附接至顶部挠曲件1504的下侧并经由粘合剂1510附接至底部挠曲件1506的顶侧。框架1508可由任意种合适的材料形成,包括聚合物和弹性体。

[0149] 以这种方式,框架1508和粘合剂1510共同形成密封件,其具有包封压电部件1502的顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506。配合以形成密封件的各个部件(例如,框架1508、粘合剂1510、顶部挠曲件1504、底部挠曲件1506等)的各个属性可被选择和/或配置以为压电部件1502提供热保护、机械保护、电气保护、光学保护和/或化学保护。

[0150] 如图所示,密封件通过间隙与压电部件1502的侧壁分开。在某种情况下,压电部件1502的侧壁与密封件之间的间隙可填充有气体(例如,空气、氮、氩等)、凝胶(例如聚合物凝胶)或液体(例如矿物油、甘油)。气体、凝胶或液体的压力可随实施方案而变化。在另外的情况下,由框架1508和粘合剂1510形成的密封件可邻接压电部件1502的侧壁中的一个或多个侧壁。

[0151] 在一些实施方案中,能够以另一方式形成框架1508。例如,如图15B所示,密封的触觉元件1500b的顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506可通过粘合剂环1512直接连接。在该实施方案中,附加的粘合剂诸如图15A中所示的粘合剂1510可为不需要的。

[0152] 这样,类似于本文所述的其他实施方案,粘合剂环1512形成密封件,其具有包封压电部件1502的顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506。如结合图15A中所示的实施方案所述,配合以形成密封件的各个部件(例如,粘合剂环1512、顶部挠曲件1504、底部挠曲件1506等)的各个属性可被选择和/或配置以为压电部件1502提供热保护、机械保护、电气保护、光学保护和/或化学保护。

[0153] 正如图15A中所示的实施方案,图15B中所示的密封件通过间隙与压电部件1502的侧壁分开。压电部件1502的侧壁与密封件之间的间隙可填充有气体(例如,空气、氮、氩等)、凝胶(例如聚合物凝胶)或液体(例如矿物油、甘油)。气体、凝胶或液体的压力可随实施方案而变化。在另外的情况下,由粘合剂环1512形成的密封件可邻接压电部件1502的侧壁中的一个或多个侧壁。

[0154] 在图15C中所示的另一实施方案中,顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506可通过使互补的粘合剂环对准而耦接到一起。具体地,第一粘合剂环1514可耦接到顶部挠曲件1504的下侧,并且第二粘合剂环1516可耦接到底部挠曲件1506的顶侧。第一粘合剂环1514可直接附接至第二粘合剂环1516,或在一些实施方案中,可使用背衬粘合剂1518。

[0155] 这样,类似于上文所述的其他实施方案,第一粘合剂环1514、第二粘合剂环1516和背衬粘合剂1518共同形成密封件,其具有包封压电部件1502的顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506。配合以形成密封件的各个部件(例如,第一粘合剂环1514、第二粘合剂环1516、背衬粘合剂1518、顶部挠曲件1504、底部挠曲件1506等)的各个属性可被选择和/或配置以为压电部件1502提供热保护、机械保护、电气保护、光学保护和/或化学保护。

[0156] 如图所示,密封件通过间隙与压电部件1502的侧壁分开。在某些情况下,压电部件1502的侧壁与密封件之间的间隙可填充有气体(例如,空气、氮、氩等)、凝胶(例如聚合物凝

胶)或液体(例如矿物油、甘油)。气体、凝胶或液体的压力可随实施方案而变化。在另外的情况下,由第一粘合剂环1514、第二粘合剂环1516和背衬粘合剂1518形成的密封件可邻接压电部件1502的侧壁中的一个或多个侧壁。

[0157] 在图15D中素食的另一个实施方案中,贴合密封剂1520可围绕压电部件1502的周边添加到顶部挠曲件1504和底部挠曲件1506之间。贴合密封剂1520可为基于聚合物的密封剂、基于环氧树脂的密封剂、基于多晶硅的密封剂、基于树脂的密封剂或任何其他合适的密封剂材料或材料的组合。在一些实施方案中,仅使用一个密封剂层。贴合密封剂1520可接触压电部件1502的侧壁,诸如图15D中所示,尽管这可为不需要的。

[0158] 图15A-图15D中所示的上述实施方案和其各种另选方案和变型形式被呈现,以大体用于解释的目的以及有利于全面了解包括具有相对置电极的压电部件的密封的触觉元件的各种可能的配置。具体地,这些实施方案标引用于将压电部件包封在顶部挠曲件和底部挠曲件之间的密封的触觉元件。然而,对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,本文所呈现的具体细节中的一些细节可为实践特定的所述实施方案或其等同物所不需要的。

[0159] 更具体地,可使用单个挠曲件来封装具有相对置电极的压电部件。在这些实施方案中,内插器可用于替代环绕式电极或底部挠曲件。内插器可在压电部件的底部电极和挠曲件的第二电触件之间建立电连接。在这些实施方案中,内插器可使用压电部件来封装,从而密封该压电部件。

[0160] 例如,图16A示出了封装的结合了内插器的触觉元件的简化的横截面。封装的触觉元件1600a包括电连接至挠曲件1604的压电部件1602。更具体地,与挠曲件1604的第一部分相关联的第一触件1604a经由粘结材料1604b连接至压电部件1602的顶部电极。压电部件1602的底部电极经由内插器1606和隔板1608连接至与挠曲件1604的第二部分相关联的第二触件1610。压电部件1602、第一触件1604a、第二触件1610、内插器1606和隔板1608可被封装在封装剂1612中。在该实施方案中,挠曲件1604大体平行于压电部件1602。

[0161] 在许多实施方案中,内插器1606和隔板1608是导电的。在一些情况下,隔板1608可为不需要的。在其他情况下,隔板1608可为电绝缘元件。例如,如图16B所示,封装的触觉元件1600b使用隔板1608来分隔第一触件1614a和第二触件1618。在该实施方案中,背衬材料1614可被用作封装剂1612的背衬。在该实施方案中,挠曲件1616大体垂直于压电部件1602。

[0162] 在这些实施方案中,封装剂1612可由任意种合适的材料形成,诸如但不限于基于聚合物的封装剂、基于环氧树脂的封装剂、基于多晶硅的封装剂、基于树脂的封装剂或任何其他封装剂材料或材料的组合。在一些实施方案中,仅使用一个封装剂1612层。

[0163] 应当理解,图13A-图16B的上述描述和其各种另选方案和其变型形式被呈现,以大体用于解释的目的以及有利于全面了解如本文所设想的触觉输出系统的各种可能的配置。然而,对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,本文所呈现的具体细节中的一些细节可为实践特定的所述实施方案或其等同物所不需要的。

[0164] 具体地,应当理解,上文所述的触觉元件可以任意种合适的方式来组装和/或制造。例如,在许多情况下,图15A-图15D中所示的压电部件1502可在单个层压操作中(经由顶部触件和底部触件以及粘结材料)被电连接至顶部挠曲件和底部挠曲件,尽管这是不需要的并且可执行多个层压操作或其他操作。

[0165] 该单个层压操作可在特定的温度和压力下被执行。在一个示例中,层压操作可在

粘结材料的交联温度处或在该温度以上被执行。在这些示例中,密封件(例如框架1508、粘合剂环1512、第一粘合剂环1514、第二粘合剂环1516等)可部分地或全部地形成于同一层压操作中。在其他情况下,可在压电部件与顶部挠曲件和底部挠曲件之间建立电连接之后形成密封件。

[0166] 在一些情况下,可至少部分地基于粘结材料的交联温度和/或粘结温度或压力来选择特定的实施方案。例如,对于较高的交联温度/粘结温度或压力,图15C中所示的实施方案可被选择;背衬粘合剂1518可在第一粘合剂环1514和第二粘合剂环1516之间提供可靠的机械密封。对于较低的交联温度/粘结温度或压力,图15A或图15B中所示的实施方案可被选择。

[0167] 因此,应理解,对特定实施方案的上述和下述描述出于例示和描述的特定目的而被呈现。这些描述并非旨在穷举或将本公开限制于本文所述的精确形式。相反,对于本领域的普通技术人员而言将显而易见的是,根据上述教导内容,许多修改和变型是可能的。

[0168] 例如,压电部件可包括环绕式电极。图17A-图17G标引使用环绕式电极封装压电部件的方法和/或技术。然而,应当理解,所示的示例并非详尽的;结合图17A-图17G所示和描述的各种实施方案可以任意种合适的方式或特定于具体实施的方式来修改或组合,以封装、密封、封闭、浇铸或以其他方式包封具有环绕式电极的压电部件。在许多情况下,压电部件的封装非限制地提供对金属腐蚀、氧化、污染、刮痕或破碎的防护。

[0169] 图17A示出了触觉元件诸如图12B中所示的触觉元件1208的压电部件1700的简化的横截面。正如图13A中所示的压电部件1300,压电部件1700包括被标记为片1702的压电材料片和在片1702的相反面上限定的两个电极。例如,第一电极1704可形成于该片1702的顶面上并且第二电极1706可形成于该片1702的底面上。在该实施方案中,第二电极1706环绕片1702的侧壁并终止于片1702的顶面上。这样,第二电极1706为环绕式电极。第一电极1704和第二电极1706通过间隙1708分开。

[0170] 可以任意种合适的方式来形成第一电极1704和第二电极1706。在一个实施方案中,第一电极1704和第二电极1706是通过溅射、物理气相沉积、打印或任何其他合适的技术形成的薄膜层。第一电极1704和第二电极1706通常由金属或金属合金诸如银、银墨、铜、铜镍合金等形成。在其他实施方案中,可使用其他导电材料。

[0171] 在一些实施方案中,压电部件1700与所示的相比采用了不同的形状。例如,正如图13A中所示的压电部件1300,压电部件1700可为3cm宽并可为约100 $\mu$ m厚。在其他情况下,其他尺寸或形状可为合适的。

[0172] 在一些情况下,第二电极1706可通过限定间隙1708来形成。更具体地,可对环绕所述片1702的三个或更多个面的单个电极进行蚀刻、走线、或使用合适的方法在所述片的单个面上分为两个电极。在其他情况下,间隙1708可由在形成第一电极1704和第二电极1706之前施加至所述片1702的掩模限定。

[0173] 在另外的实施方案中,压电部件1700可包括多于一个环绕式电极,诸如图17B中所示。在一些情况下,具有多于一个环绕式电极的压电部件1700可用于通过增大压电部件1700的对称性来减小制造复杂性。

[0174] 图17C示出了电耦接到挠曲件并被封装的图17A的压电部件1700。具体地,第一电极1704与挠曲件1710形成第一电连接。更具体地,各向异性片1712被定位在第一电极1704

和从挠曲件1710的下侧延伸的第一触件1714之间。这样,各向异性片1712在第一电极1704和第一触件1714之间建立电连接。

[0175] 在许多实施方案中,各向异性片1712还可在第二电极1706和从挠曲件1710的下侧延伸的第二触件1716之间延伸。这样,各向异性片1712在第二电极1706和第二触件1716之间建立电连接。

[0176] 各向异性片1712被配置为在一个方向上而非另一方向上传导电流。更具体地,各向异性片1712在第一触件1714和第一电极1704之间传导电流,但是由于各向异性片1712的各向异性特性,该各向异性片不在第一电极1704和第二电极1706之间导电。类似地,各向异性片1712在第二触件1716和第二电极1706之间传导电流,但是由于各向异性片1712的各向异性特性,该各向异性片不在第二电极1706和第一电极1704之间导电。

[0177] 在其他实施方案中,各向异性片1712可包括一个或多个导电部分和一个或多个非导电部分。导电部分可相对于第一触件1714和第一电极1704以及第二触件1716和第二电极1706定位。在该示例中,非导电部分可被定位在第一触件1714和第二触件1716之间。此类配置在图17D中示出,具体地示出了各向异性片1712的定位在第一导电部分1712b和第二导电部分1712c之间的非导电部分1712a。在一些情况下,可用各向异性片1712形成非导电部分1712a,而在其他情况下,非导电部分1712a由不同的材料形成。在另外的情况下,非导电部分1712a可为不需要的;各向异性片1712可在第一触件1714和第二触件1716之间延伸。此类配置在图17E中示出。

[0178] 如图17C中所示的挠曲件1710可由任意种合适的材料,包括柔性电路板材料制成。在许多情况下,挠曲件1710的尺寸可被设定成悬于压电部件1700的侧壁之上,尽管这可为不需要的。在许多情况下,挠曲件1710可将压电部件1700电耦接到控制电路(未示出)或电耦接到处于主/从配置中的另一压电部件。

[0179] 第一触件1714和第二触件1716通常由铜或银形成,尽管这可为不需要的并且可使用其他金属或导电材料。在许多情况下,在将第二触件1716连接至第二电极1706的相同操作中将第一触件1714连接至第一电极1704。

[0180] 各向异性片1712可由任何合适的导电材料或各向异性材料的组合形成,所述材料诸如但不限于:定向导电粘合剂、定向导电带、准直导体等。在其他情况下,各向异性片1712可为非导电片。在这些示例中,压电部件1700可为电容驱动的。在其他情况下,非导电粘结材料可用于使第一电极1704与第一触件1714保持接触,并且类似地,使第二电极1706与第二触件1716保持接触。

[0181] 应当理解,各向异性片1712的厚度和/或放置可随实施方案而变化;各向异性片1712的所例示的比例为不需要的。另外,应当理解,各向异性片1712可设置在另一位置处或可设置为溢过压电部件1700的面。因此,应当理解,如图17C所示的各向异性片1712广义地表示电气和/或机械元件或层(或元件或层的组合),其在压电部件的两个电极与柔性电路或其他电路的两个对应电触件之间建立和/或保持电连接。

[0182] 压电部件1700、第一电极1704、第一触件1714、第二电极1706、第二触件1716和各向异性片1712可被封装在封装剂1718中。在该实施方案中,挠曲件1710大体平行于压电部件1602。在这些实施方案中,封装剂1718可由任意种合适的材料形成,诸如但不限于基于聚合物的封装剂、基于环氧树脂的封装剂、基于多晶硅的封装剂、基于树脂的封装剂或任何其

他封装剂材料或材料的组合。在一些实施方案中,仅使用一个封装剂1718层。封装剂1718可为光学透明的或光学不透明的。

[0183] 在其他情况下,可由另一方式形成具有环绕式电极的压电部件。例如,图17F示出了结合诸如图17A中所示的压电部件的另一触觉元件的简化的横截面。在该示例中,可在将封装的部件附接至挠曲件之前且在第一电极与第一触件以及第二电极与第二触件之间建立电连接之前封装压电部件1700。

[0184] 具体地,压电部件1700可通过封装剂1718封装。两个导电插入件可被定位成与第一电极1704和第二电极1706中的一者电接触。例如,第一导电插入件1720可被定位成与第一电极1704电接触,并且第二导电插入件1722可被定位成与第二电极1706电接触。

[0185] 第一导电插入件1720和第二导电插入件1722可由任意种导电材料形成并可以任何合适的方式定位在封装剂1718内。例如,第一导电插入件1720和第二导电插入件1722可在封装剂1718被施加之前分别电耦接到第一电极和第二电极。在另一示例中,压电部件1700可使用封装剂1718充分封装,在封装之后,穿过封装剂1718的沟槽可被蚀刻、走线或以其他方式限定。第一导电插入件1720和第二导电插入件1722可随后被插入这些沟槽中。在另一个实施方案中,第一导电插入件1720和第二导电插入件1722可在封装剂1718固化之前插入封装剂1718中。

[0186] 应当理解,上文所呈现的用于在第一导电插入件1720和第一电极1704之间以及第二导电插入件1722和第二电极1706之间建立电连接的示例性技术仅仅是示例;可使用任意种合适的技术。

[0187] 在该实施方案中,类似于图17C中所示的实施方案,各向异性片1712可被定位在第一导电插入件1720和从挠曲件1710的下侧延伸的第一触件1714之间。这样,各向异性片1712和第一导电插入件1720配合以在第一电极1704和第一触件1714之间建立电连接。

[0188] 在许多实施方案中,各向异性片1712还在第二导电插入件1722和从挠曲件1710的下侧延伸的第二触件1716之间延伸。这样,各向异性片1712和第二导电插入件1722配合以在第二电极1706和第二触件1716之间建立电连接。

[0189] 正如本文所述的其他实施方案,各向异性片1712可被配置为在一个方向上而非另一方向上传导电流。更具体地,各向异性片1712在第一触件1714和第一导电插入件1720之间传导电流,但是由于各向异性片1712的各向异性特性,该各向异性片不在第一导电插入件1720和第二导电插入件1722之间导电。类似地,各向异性片1712在第二触件1716和第二导电插入件1722之间传导电流,但是由于各向异性片1712的各向异性特性,该各向异性片不在第二导电插入件1722和第一导电插入件1720之间导电。

[0190] 在该实施方案中,正如本文所述的其他实施方案,挠曲件1710可由任意种合适的材料,包括柔性电路板材料制成。在许多情况下,挠曲件1710的尺寸被设定成悬于压电部件1700的侧壁之上,尽管这可为不需要的。例如,挠曲件可小于封装的压电部件1700。在许多情况下,挠曲件1710可将压电部件1700电耦接到控制电路(未示出)或电耦接到处于主/从配置中的另一压电部件。

[0191] 正如图17C中所示的实施方案,第一触件1714和第二触件1716通常由导电材料诸如铜或银形成,尽管这可为不需要的并且可使用其他金属或导电材料。在许多情况下,在将第二触件1716连接至第二导电插入件1722的相同操作中将第一触件1714连接至第一导电

插入件1720。

[0192] 各向异性片1712可由任何合适的导电材料或各向异性材料的组合形成,所述材料诸如但不限于:定向导电粘合剂、定向导电带、准直导体等。在其他情况下,各向异性片1712可为非导电片。在这些示例中,压电部件1700可为电容驱动的。在其他情况下,非导电粘结材料可用于使第一导电插入件1720与第一触件1714保持接触,并且类似地,使第二导电插入件1722与第二触件1716保持接触。

[0193] 在其他情况下,诸如图17G中所示,压电部件可抵靠基板诸如基板1724被封装和/或密封。在一个实施方案中,基板1724是用于卷对卷制造工艺中使用的背衬材料。在一些情况下,基板1724是柔性的,尽管这可为不需要的。例如,基板1724可充当加强片。

[0194] 应当理解,图17A-图17G的上述描述和其各种另选方案和其变型形式被呈现,以大体用于解释的目的以及有利于全面了解如本文所设想的触觉输出系统的密封的触觉元件的各种可能的配置。然而,对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,本文所呈现的具体细节中的一些细节可为实践特定的所述实施方案或其等同物所不需要的。

[0195] 因此,应理解,对特定实施方案的上述和下述描述出于例示和描述的特定目的而被呈现。这些描述并非旨在穷举或将本公开限制于本文所述的精确形式。相反,对于本领域的普通技术人员而言将显而易见的是,根据上述教导内容,许多修改和变型是可能的。具体地,压电部件可使用可用的任意种合适的技术或方法来封装和/或密封。用于密封或封装压电部件的某些示例性方法在下文结合图18-图21描述。短语“压电部件”意在涵盖具有相对置电极的压电部件、具有环绕式电极的压电部件或具有多于一个环绕式电极的压电部件,该环绕式电极诸如从压电片的面包裹至压电片的侧壁的电极。

[0196] 图18为示出了封装压电部件的方法的示例性操作的简化的流程图。方法1800在操作1802处开始,在该操作中,第一挠曲件耦接到压电部件的第一表面或第一面。接下来,在操作1804处,密封件围绕压电部件的周边设置。在许多情况下,密封件被设置在第一挠曲件的表面上,尽管这是不需要的。接下来,在操作1806处,第二挠曲件耦接到压电部件的第二表面或第二面。因此,压电部件由第一挠曲件、第二挠曲件和周边密封件包封和保护。

[0197] 图19为示出了封装压电部件的另一方法的示例性操作的简化的流程图。方法1900在操作1902处开始,在该操作中,第一电极或第一触件耦接到压电部件的第一表面或第一面。接下来,在操作1904处,内插器(或导电带)耦接到压电部件的第二表面或第二面。接下来,在操作1906处,第二电极或第二触件可经由间隔件耦接到内插器(或导电带)。接下来,在操作1908处,电极、间隔件和内插器或导电带可被封装。最后,在操作1910处,挠曲件可相对于封装的部件定位。挠曲件可耦接到第一电极或第一触件和第二电极或第二触件,或者在另一个实施方案中,各向异性导电带可用于将第一触件和第二触件连接至挠曲件。在一些情况下,挠曲件可层压至封装的部件。

[0198] 图20为示出了压电部件的另一方法的示例性操作的简化的流程图。方法2000可在操作2002处开始,在该操作中,具有环绕式电极的压电部件被封装。接下来,在操作2004处,可与环绕式电极建立电连接。在许多情况下,可在环绕式电极和延伸穿过封装材料的导电插入件之间建立电连接。接下来,在操作2006处,封装的部件经由各向异性导电膜耦接到挠曲件。

[0199] 图21为示出了压电部件的另一方法的示例性操作的简化的流程图。方法2100在操



作2102处开始,在该操作中,粘结剂或粘结材料被设置在压电部件的电极上。接下来,在操作2104处,导电材料被定位在粘结剂上。导电材料可为柔性电路的电触件。接下来,在操作2106处,压电部件和导电材料可被置于适于粘结剂固化的条件下。合适的固化条件可包括但不限于暴露于紫外光、升高的温度、增大的压力、震动等。

[0200] 可以理解的是,尽管上面公开了许多实施方案,但相对于本文所述的方法和技术所提供的操作和步骤旨在为示例性的并且因此不是穷举的。可进一步理解的是,针对特定的实施方案可要求或者期望另选的步骤顺序或者更少的步骤或附加操作。

[0201] 尽管根据各种示例性实施方案和具体实施描述了上述公开,但应当理解的是,在一个或多个独立实施方案中描述的各种特征、方面和功能不限于将它们适用于它们被描述的特定实施方案中,而是相反地它们可单独地或者以各种组合被应用到本发明的一个或多个相同的实施方案,而不论此类实施方案是否被描述以及此类特征是否作为所述实施方案的一部分被提供。因此,本发明的广度和范围不应受任何上述示例性实施方案的限制,但相反地受本文所提供的权利要求书的限定。

[0202] 如上所述且附图中所示,本公开涉及局部的和/或封装的触觉致动器或元件。更具体地,本文所述的实施方案涉及触觉致动器和/或触觉输出系统的封装元件,该触觉致动器包括用于生成局部触觉输出的电极图案化。在局部触觉致动器实施方案中,触觉致动器包括压电材料和图案化电极。图案化电极可将电压施加至压电材料的不同部分。这在压电材料中产生最大偏转的位置取决于所施加的电压时允许局部触觉输出。在触觉输出系统封装元件实施方案中,触觉输出系统的可被包括在电子设备中的一个或多个易损或敏感部件可被包装、密封和/或封装。

[0203] 在本公开中,本发明所公开的方法可实现为设备可读的指令集或软件。此外,应当理解,本发明所公开的方法中的步骤的特定顺序或分级结构为样本方法的示例。在其他实施方案中,当被保留在本发明所公开的主题内时,可重新布置方法中的步骤的特定次序或分级结构。所附方法权利要求呈现样本次序中的各种步骤的元素,并且并不一定意味着局限于所呈现的特定次序或分级结构。

[0204] 在上述描述中,为了进行解释,所使用的特定命名提供对所述实施方案的彻底理解。然而,对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,实践所述实施方案不需要这些具体细节。因此,出于举例说明和描述的目的,呈现了对本文所述具体实施方案的前述描述。它们并非意在穷举或将实施方案限制到所公开的精确形式。对于本领域的普通技术人员而言将显而易见的是,根据上述教导内容,许多修改和变型是可能的。

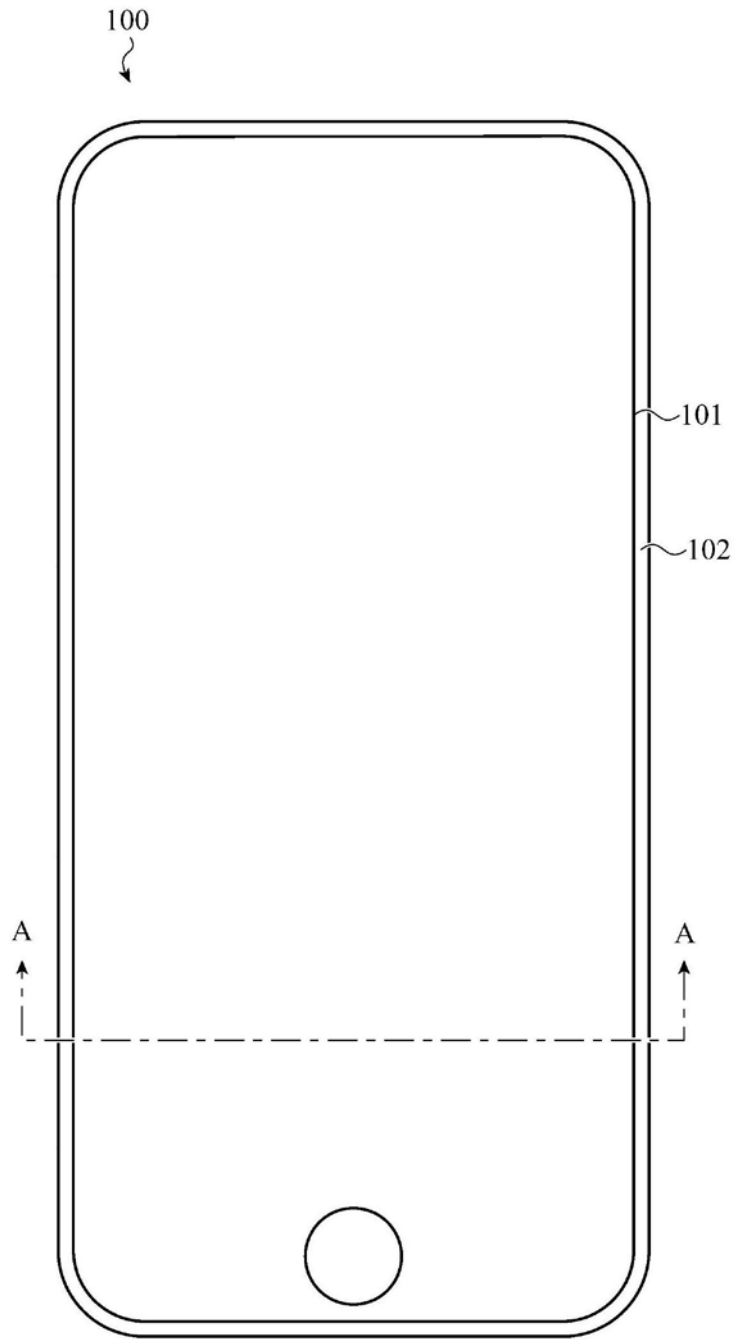


图1

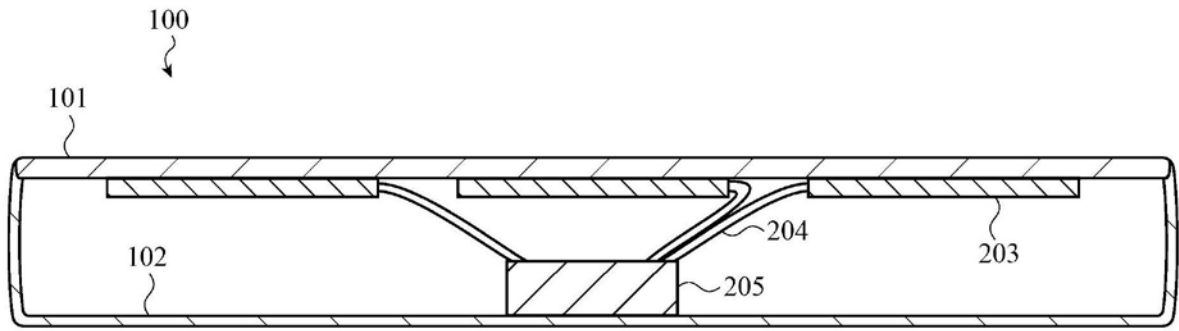


图2

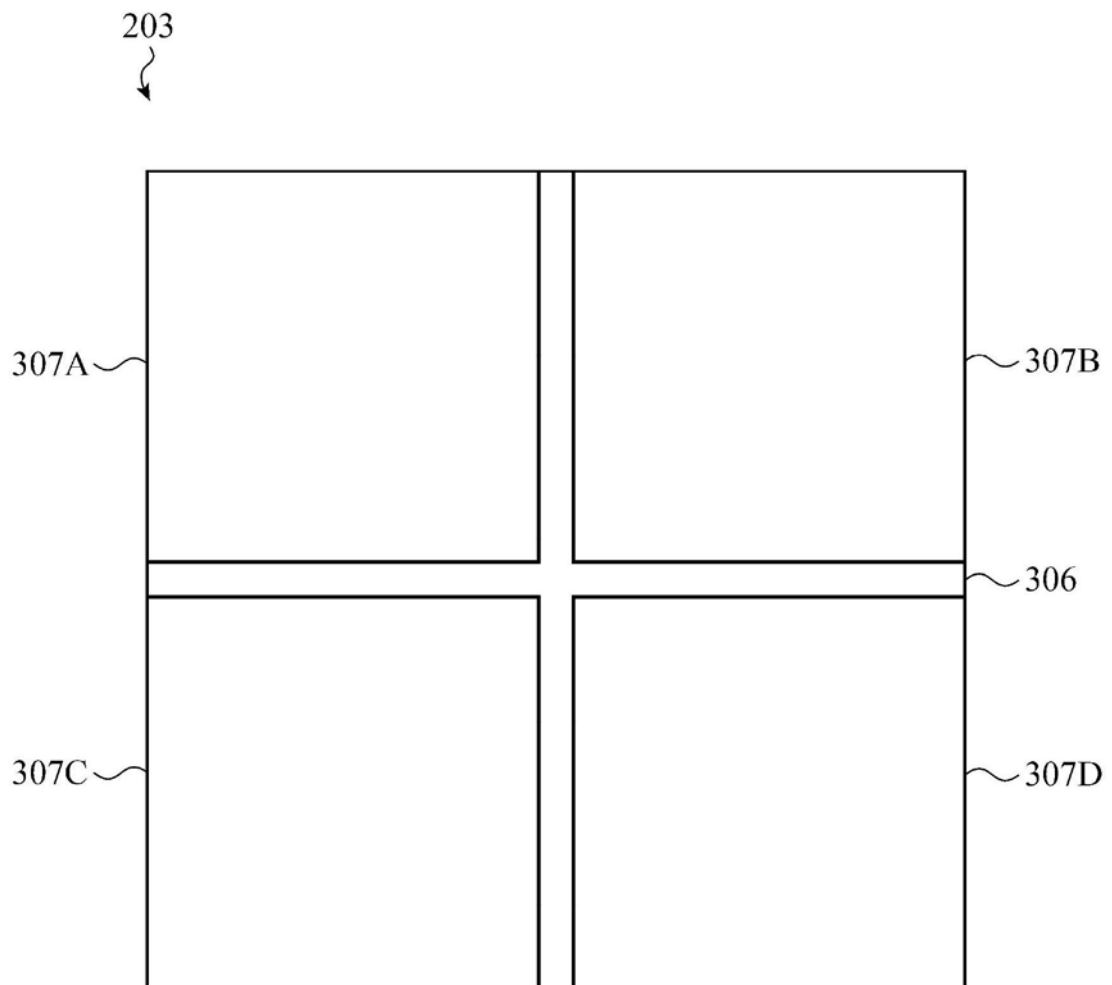


图3

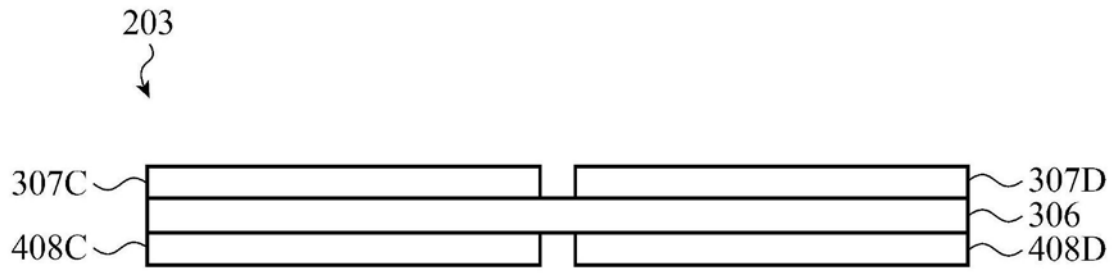


图4

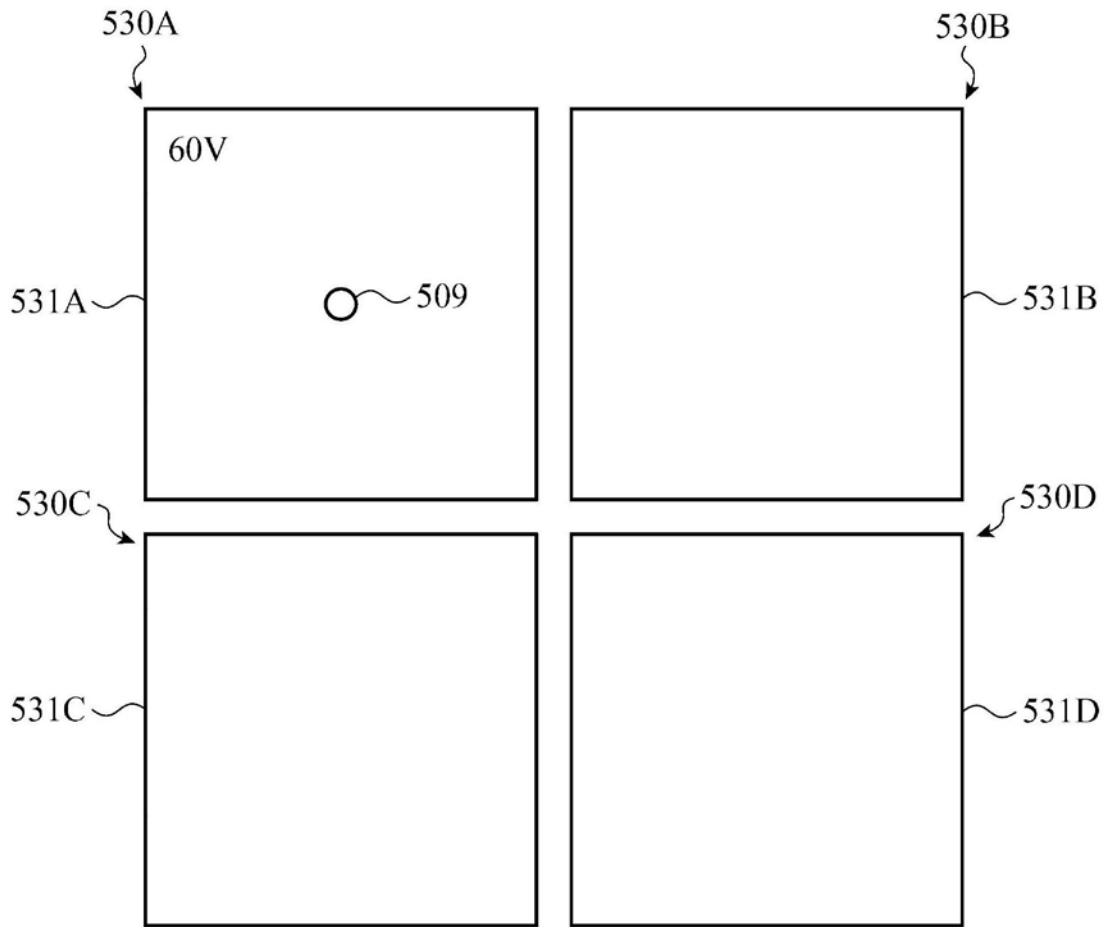


图5

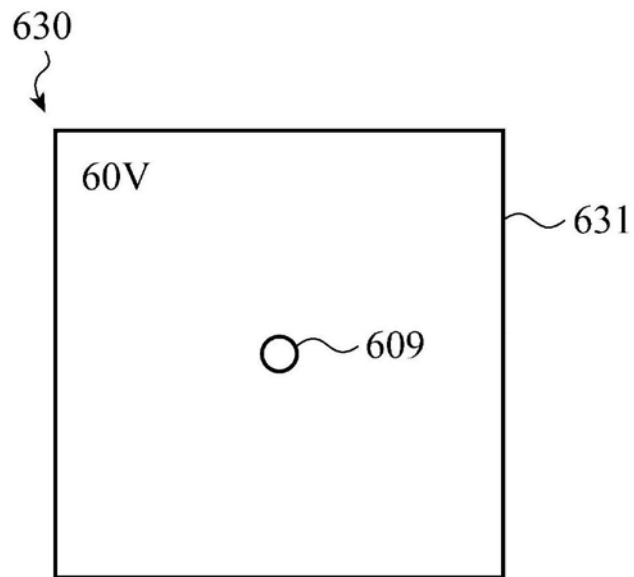


图6

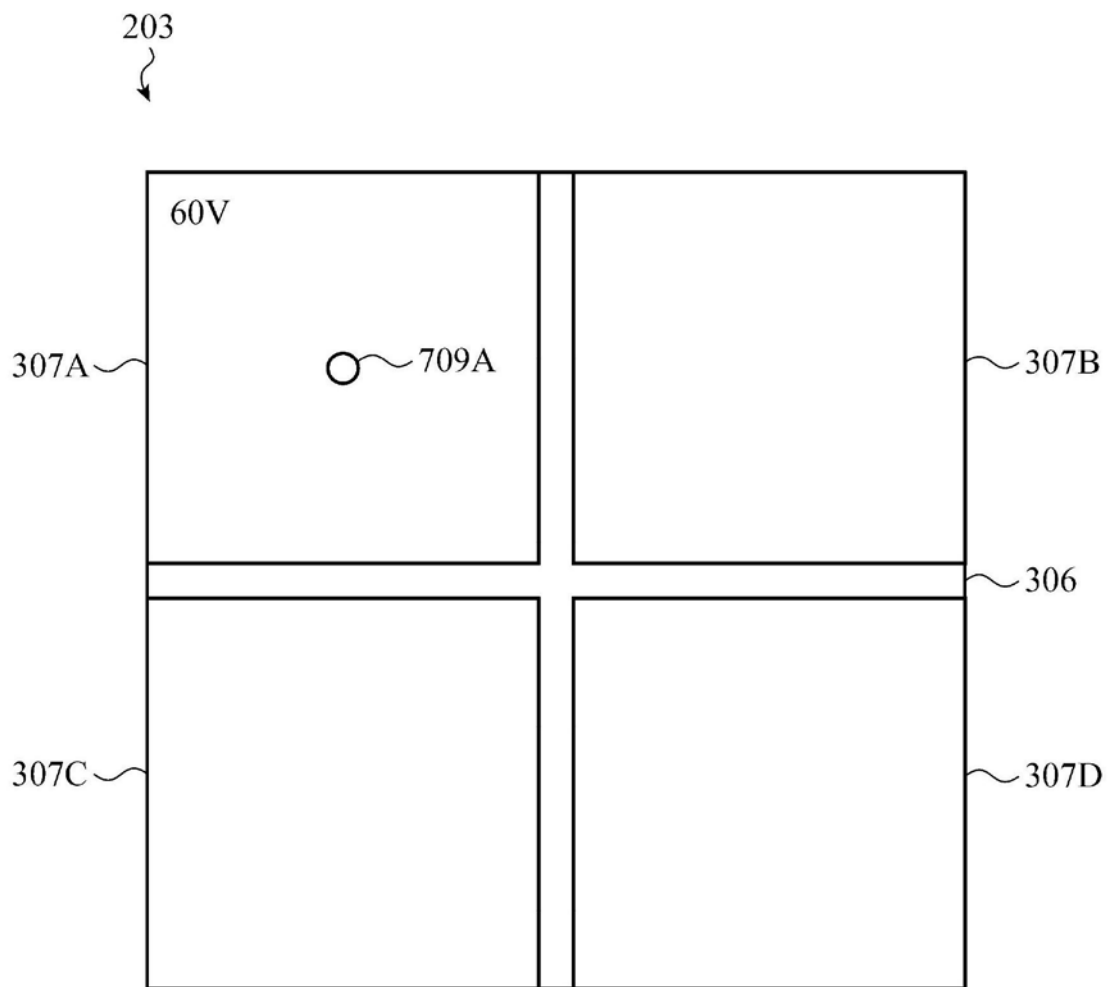


图7A

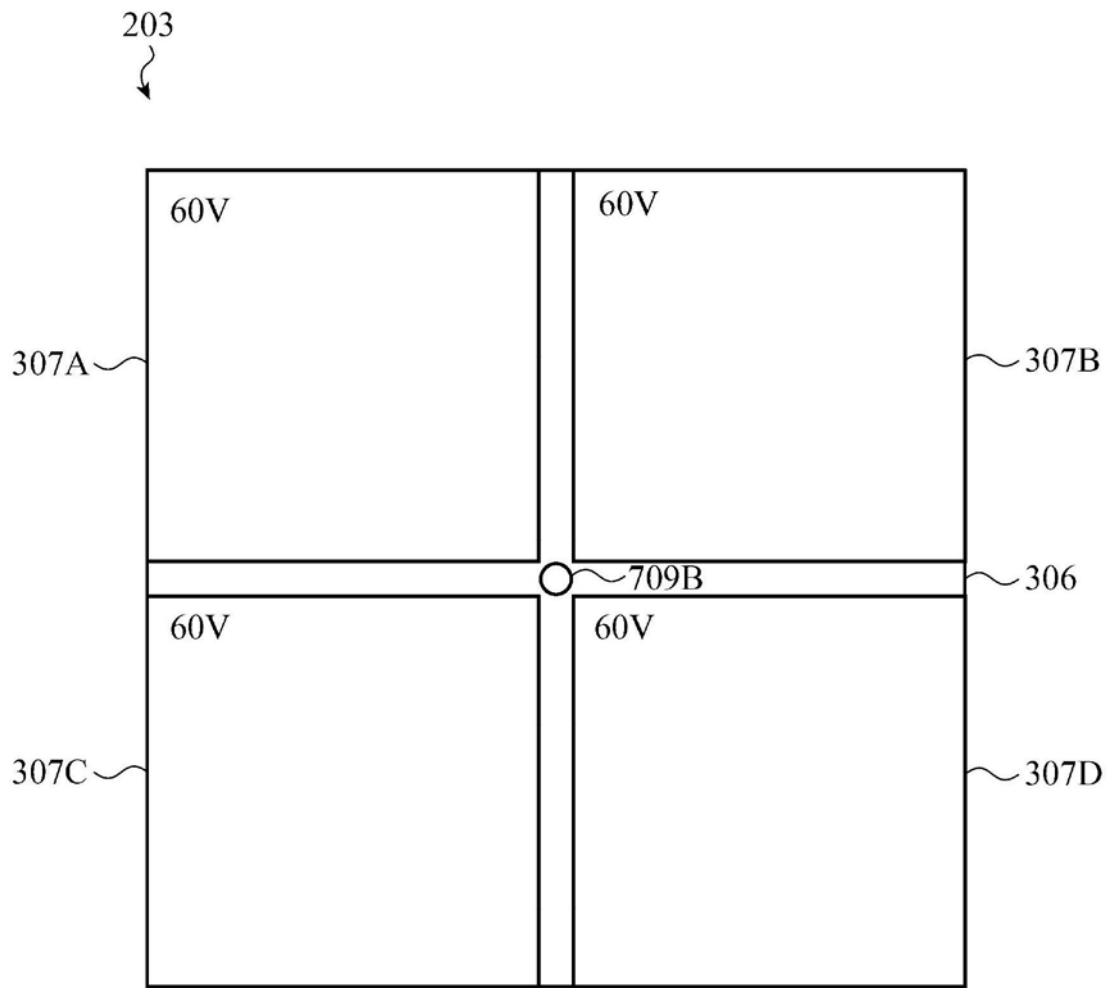


图7B

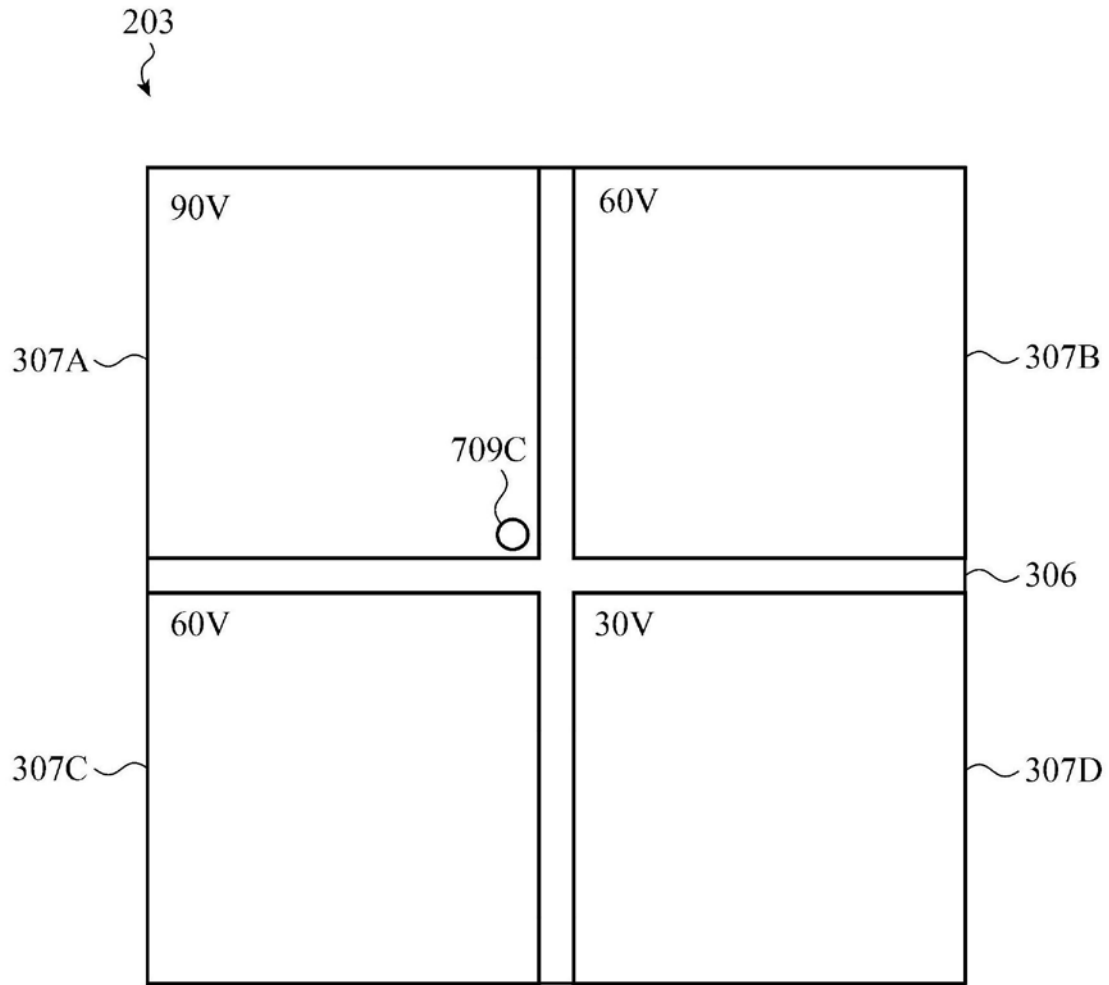


图7C

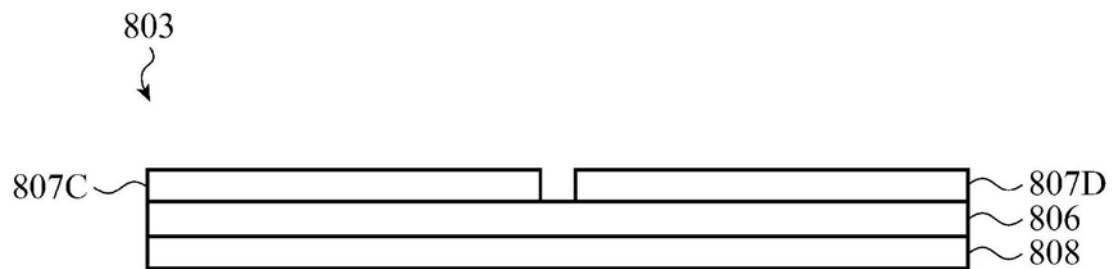


图8

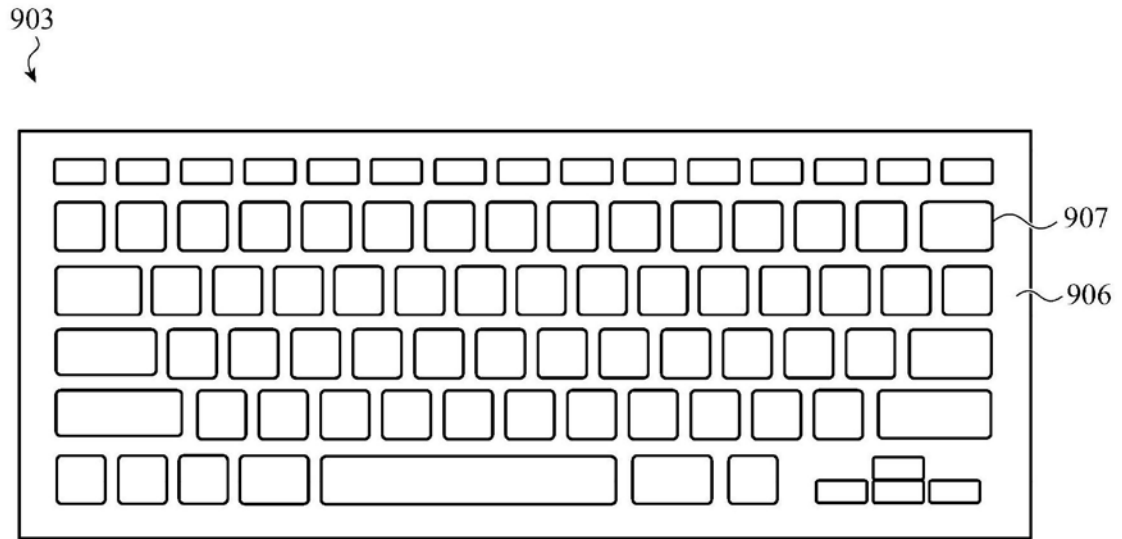


图9

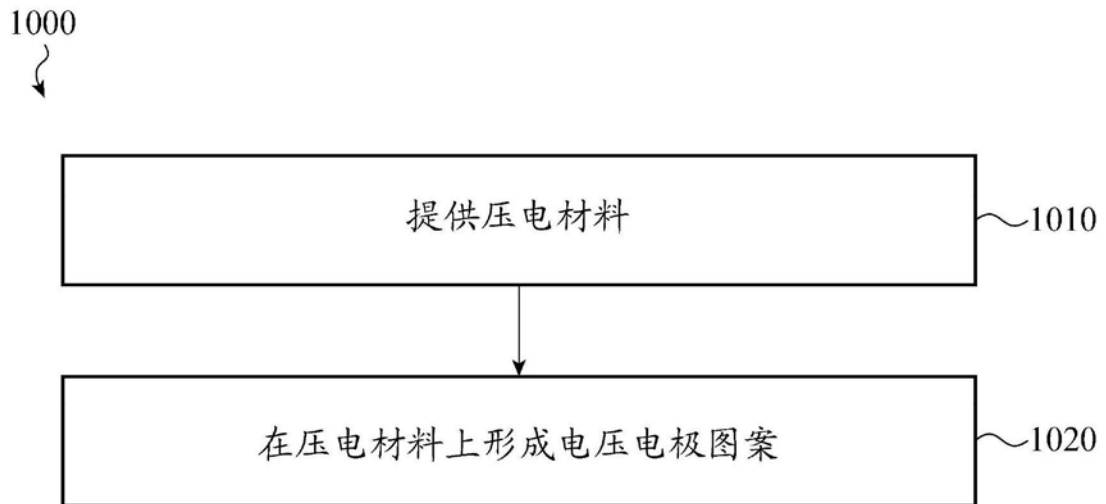


图10



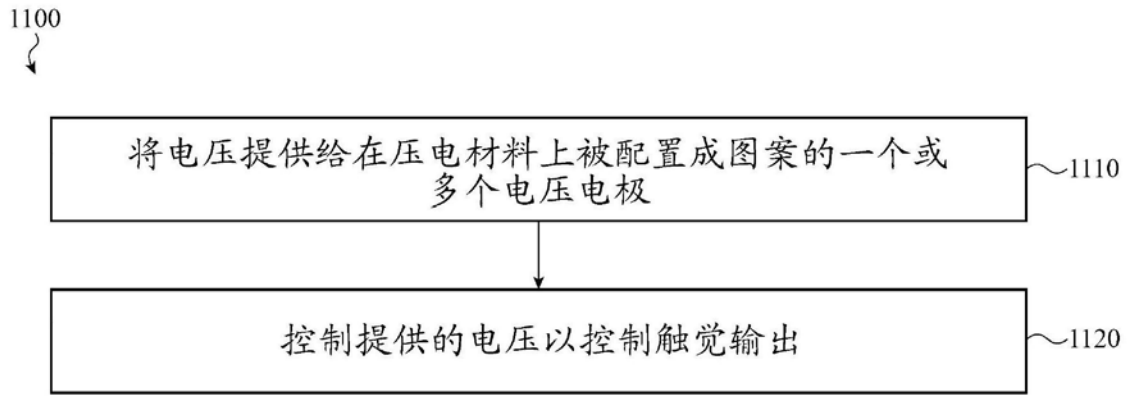


图11

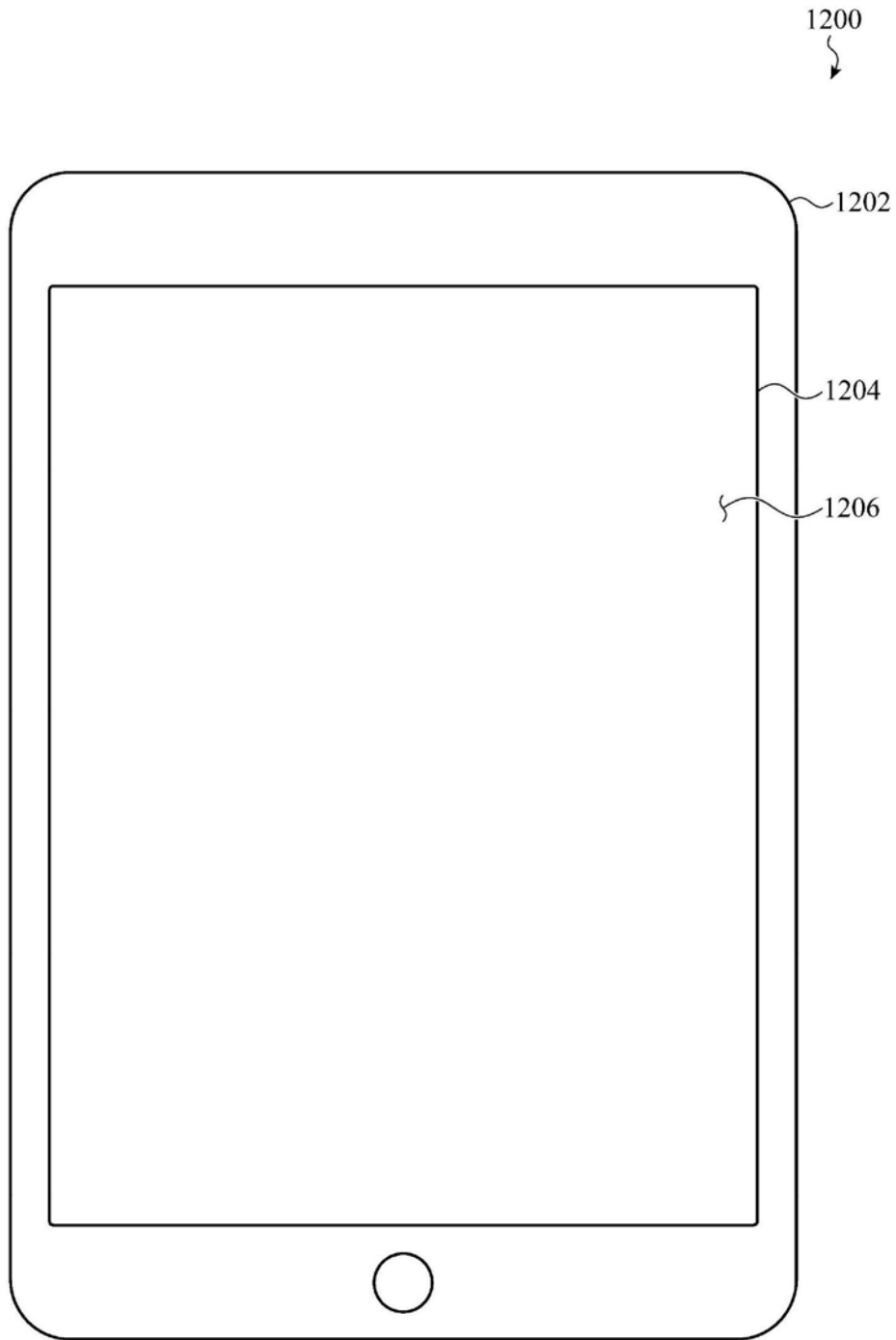


图12A

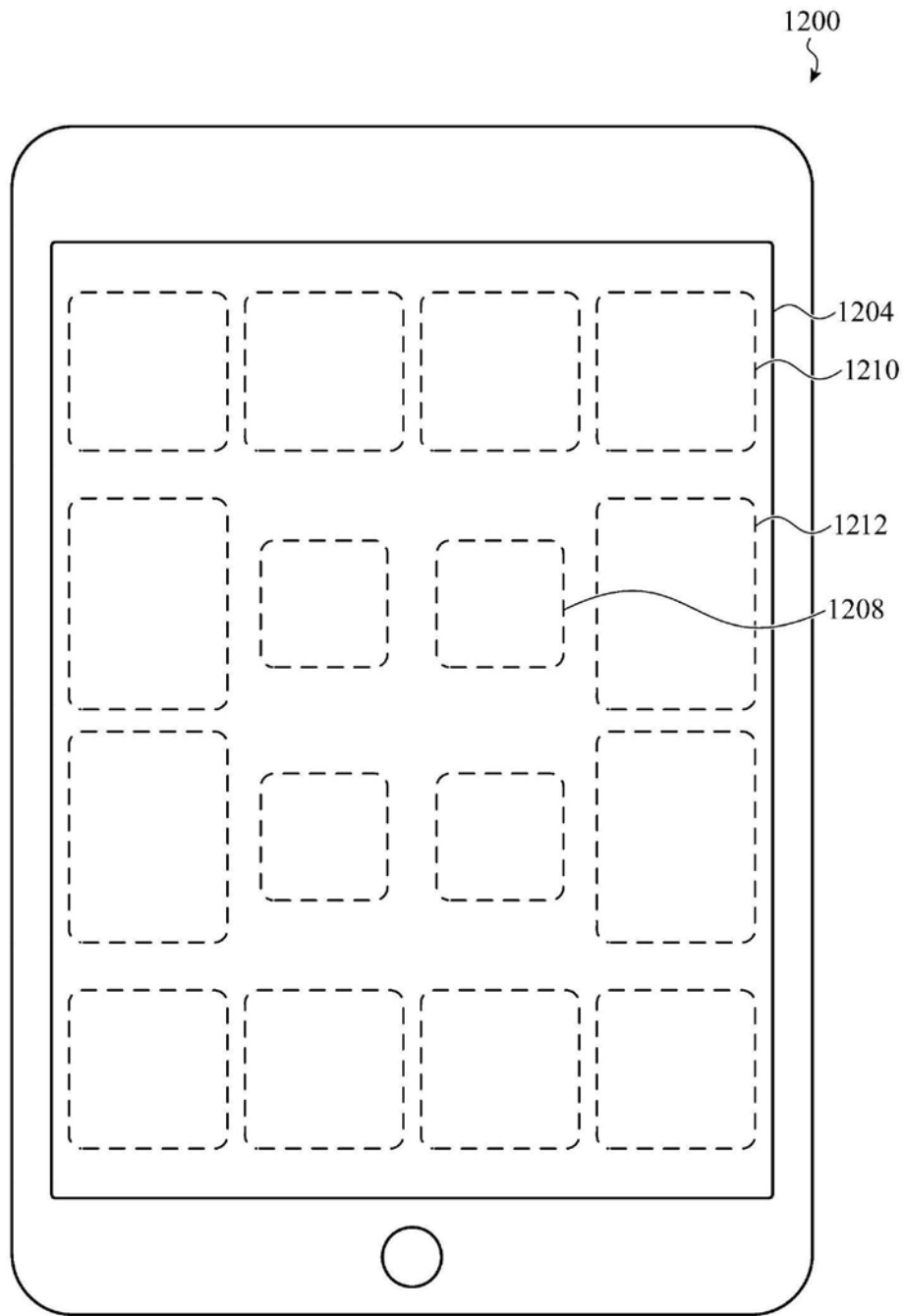


图12B

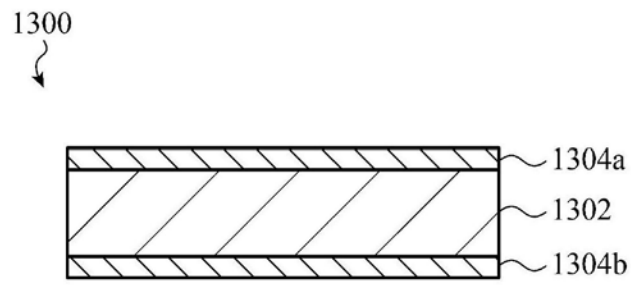


图13A

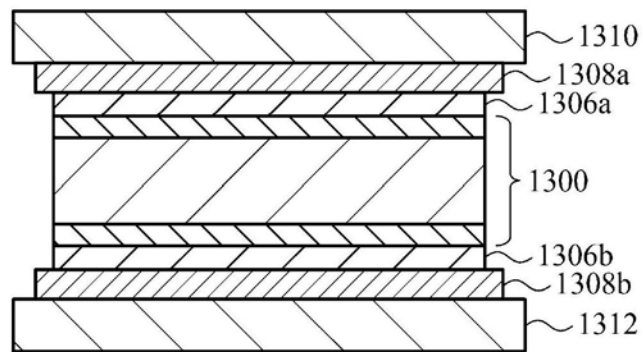


图13B

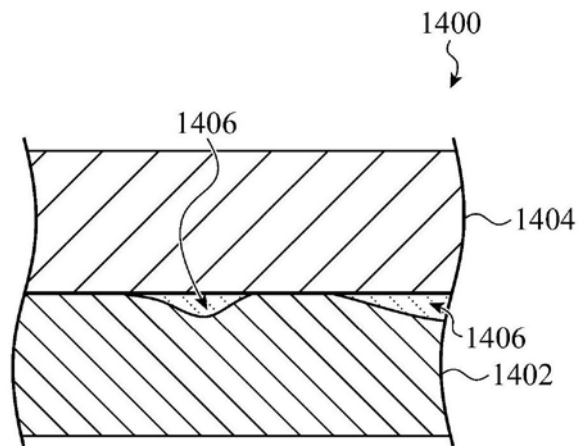


图14A

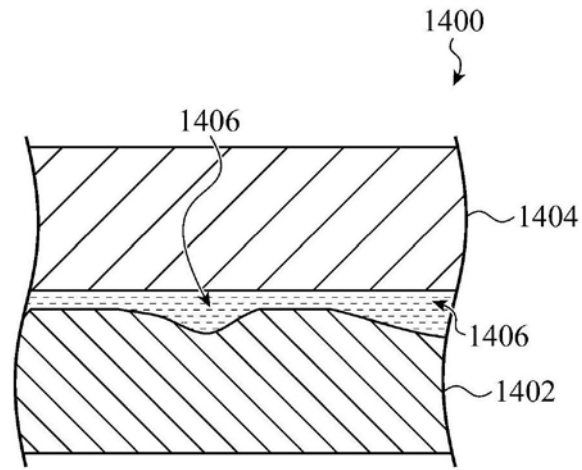


图14B

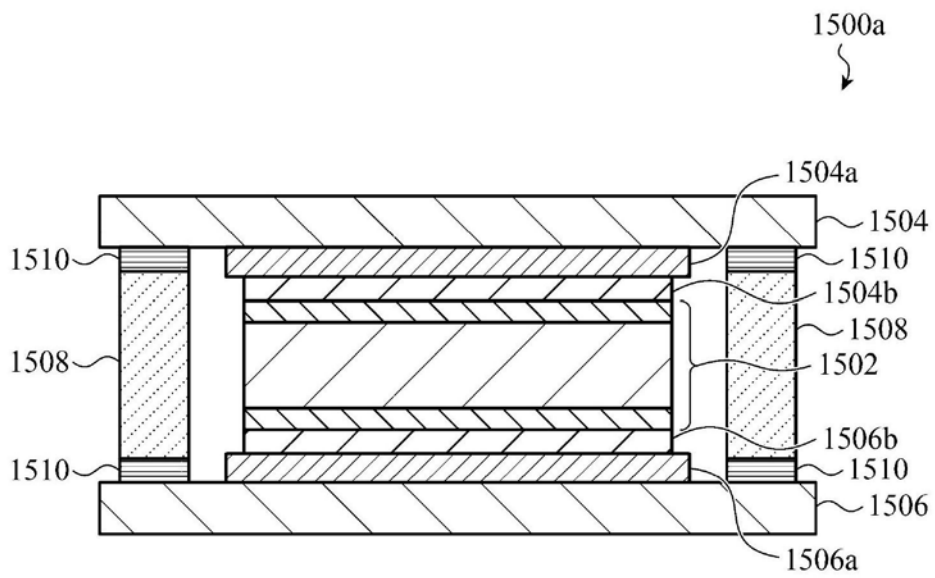


图15A

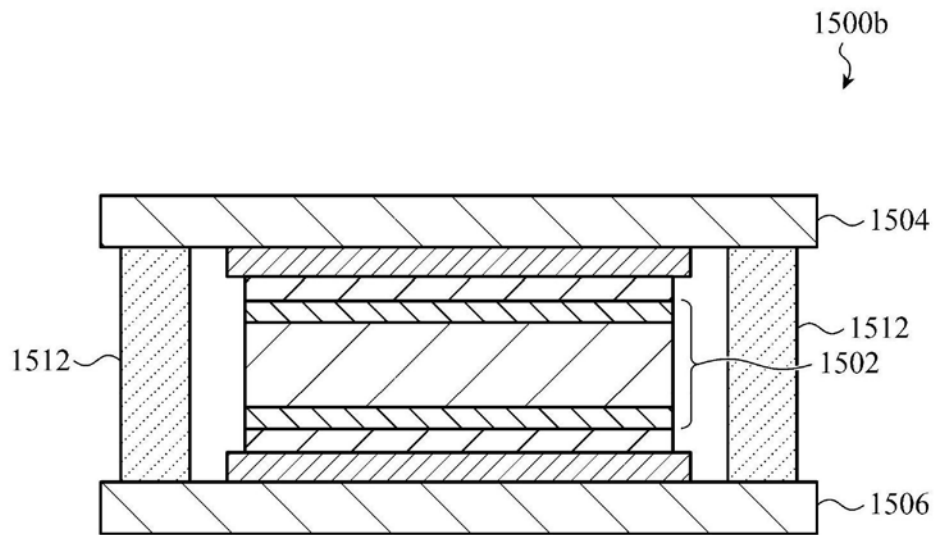


图15B

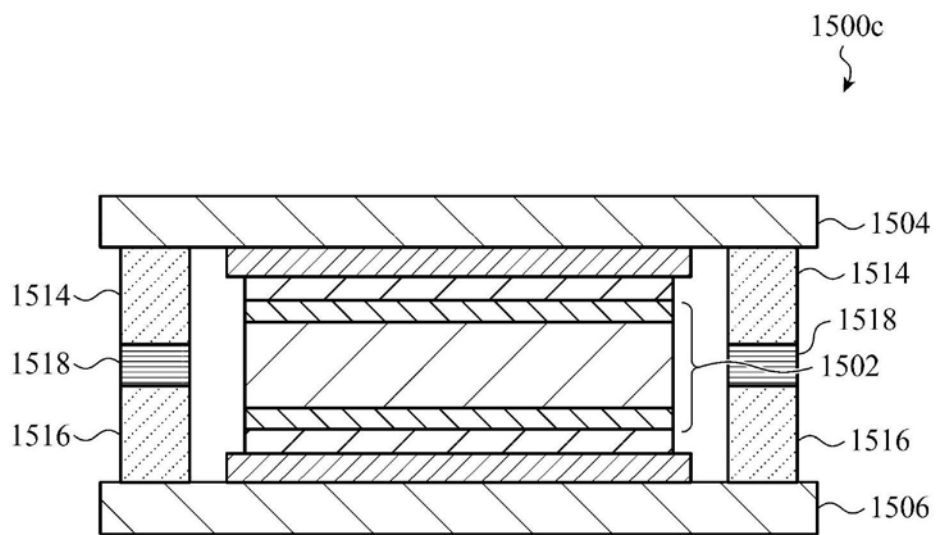


图15C

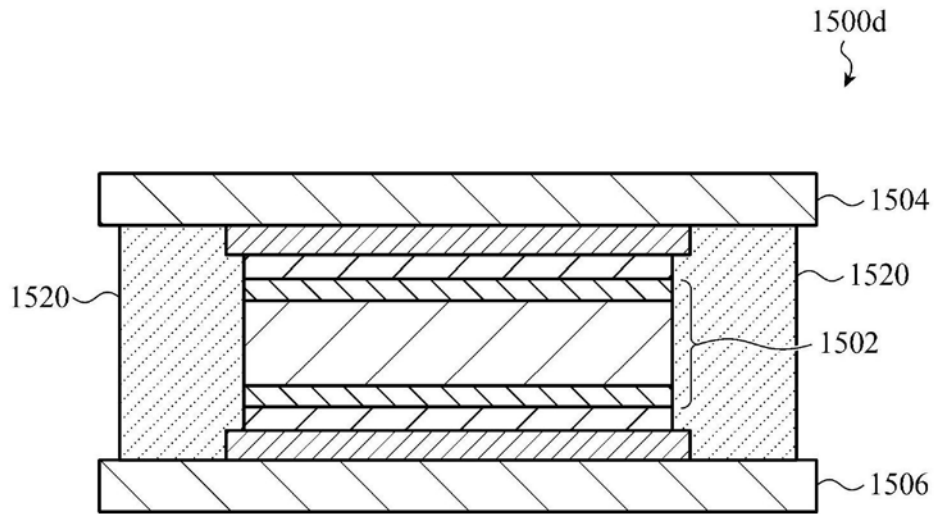


图15D

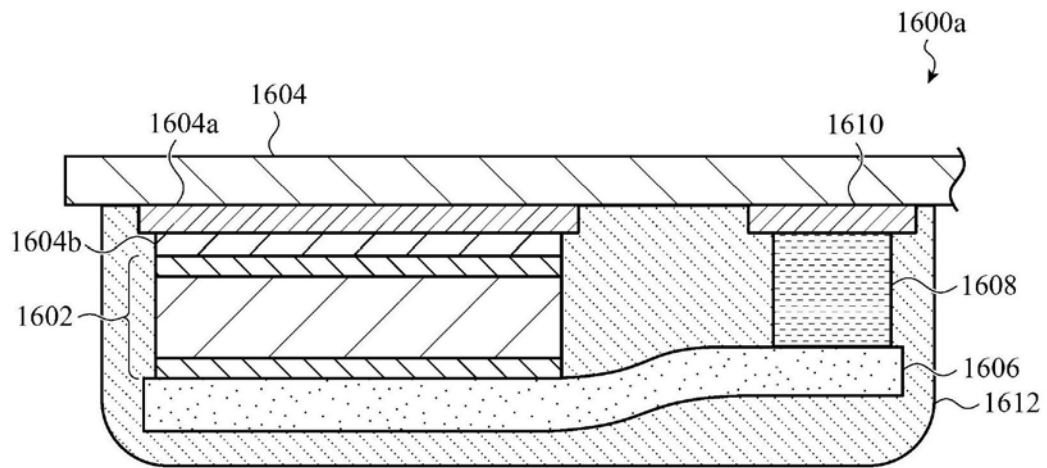


图16A

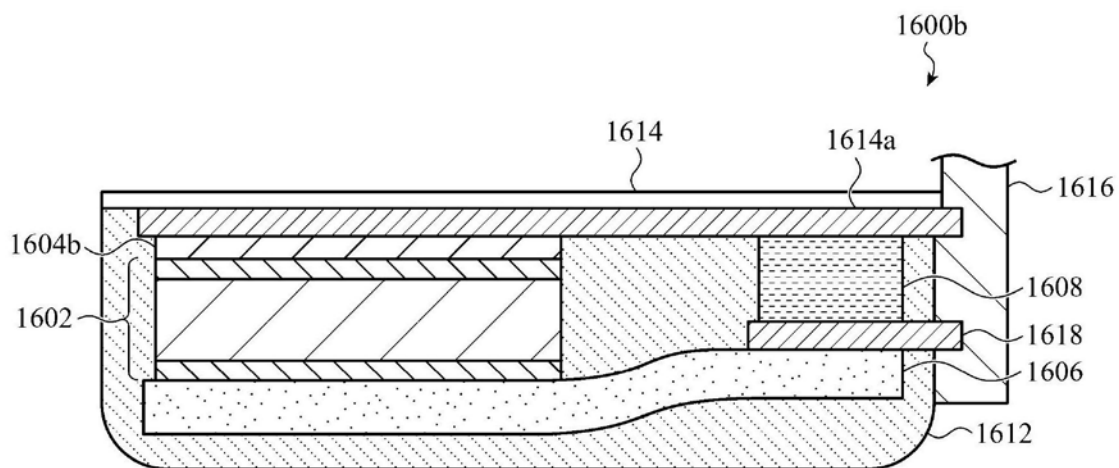


图16B

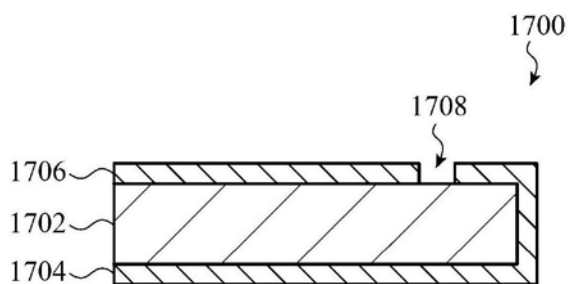


图17A

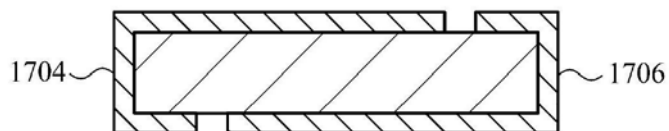


图17B

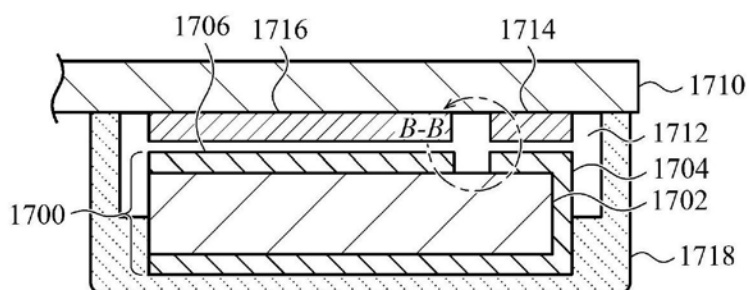


图17C



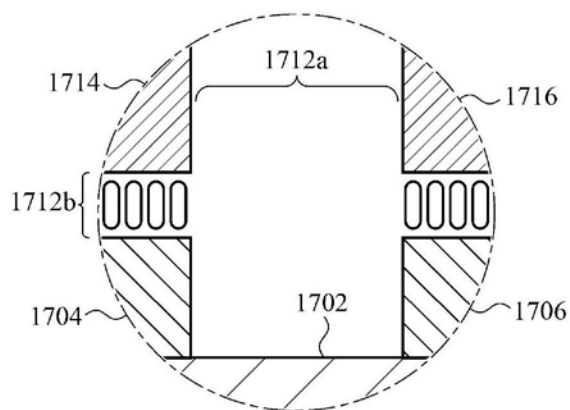


图17D

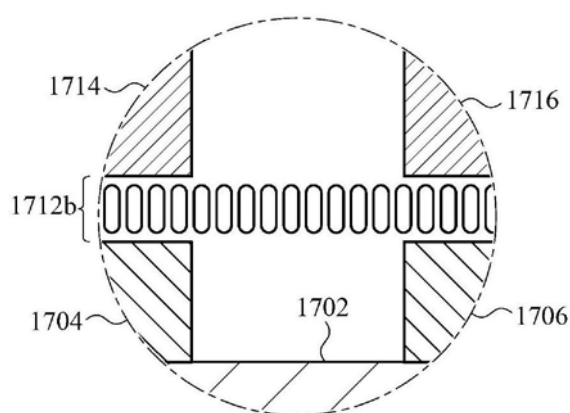


图17E

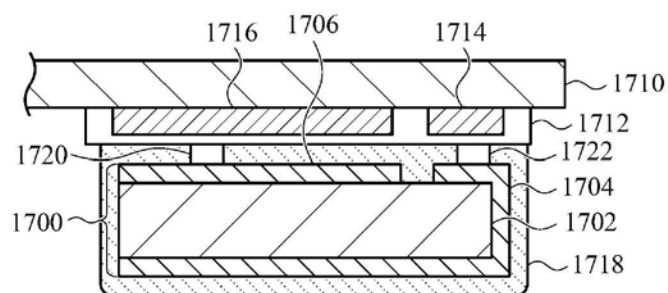


图17F

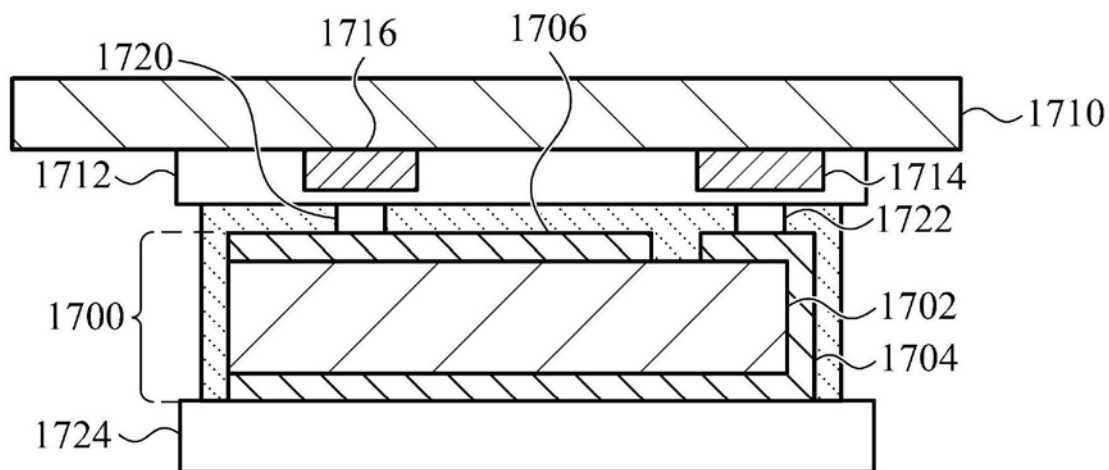


图17G

1800

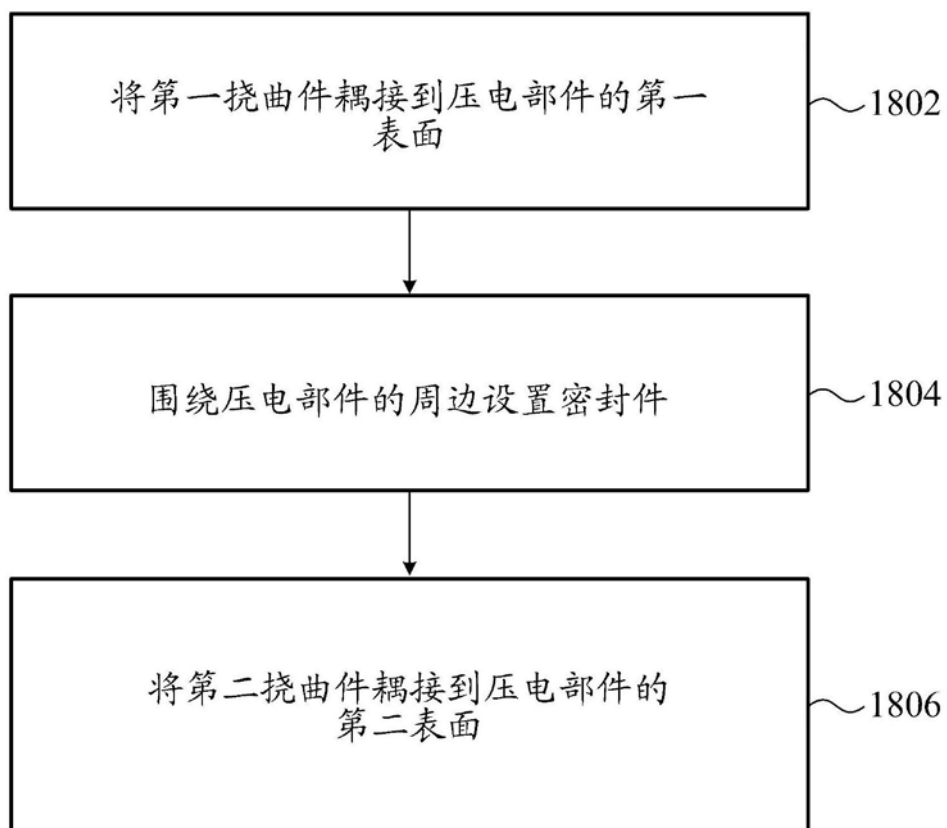


图18

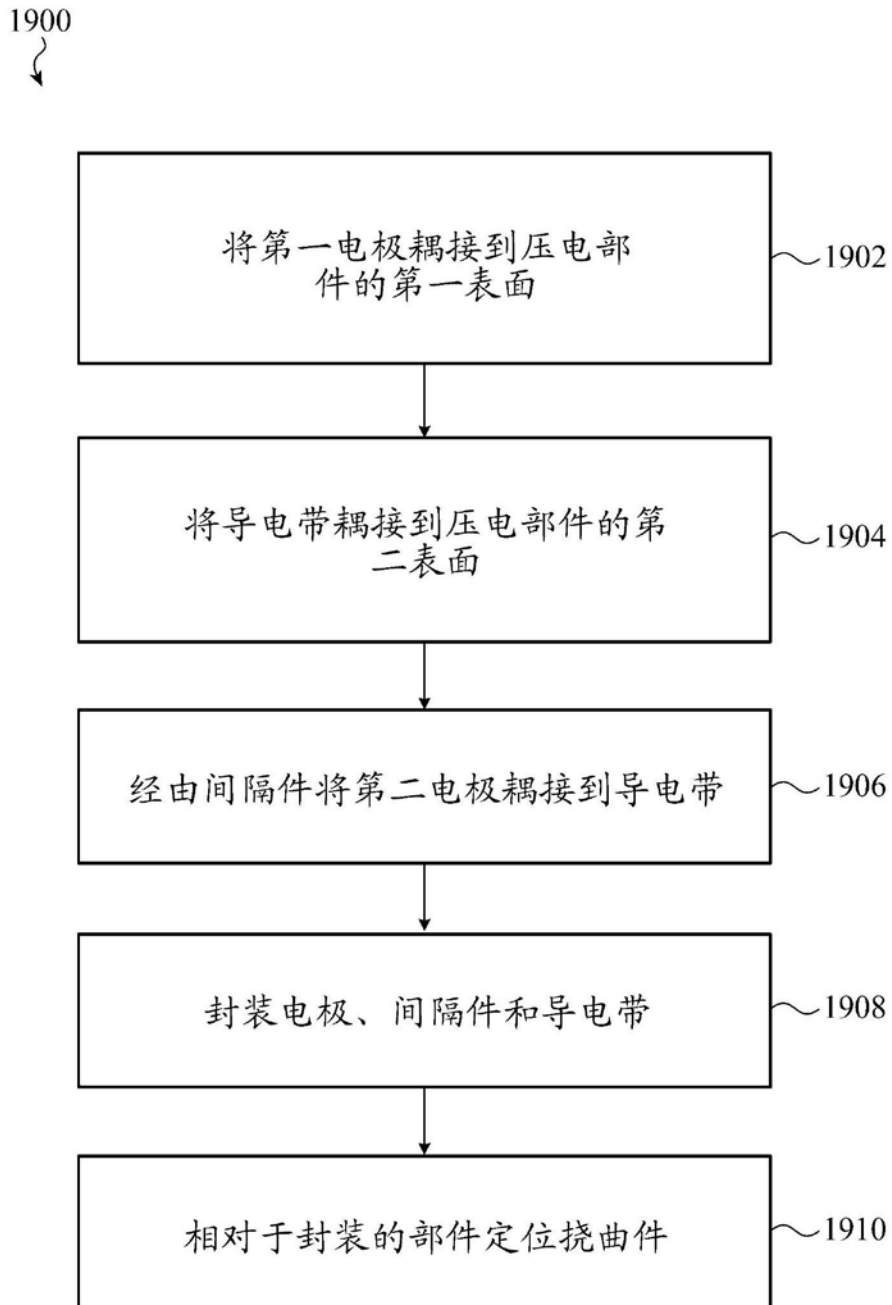


图19

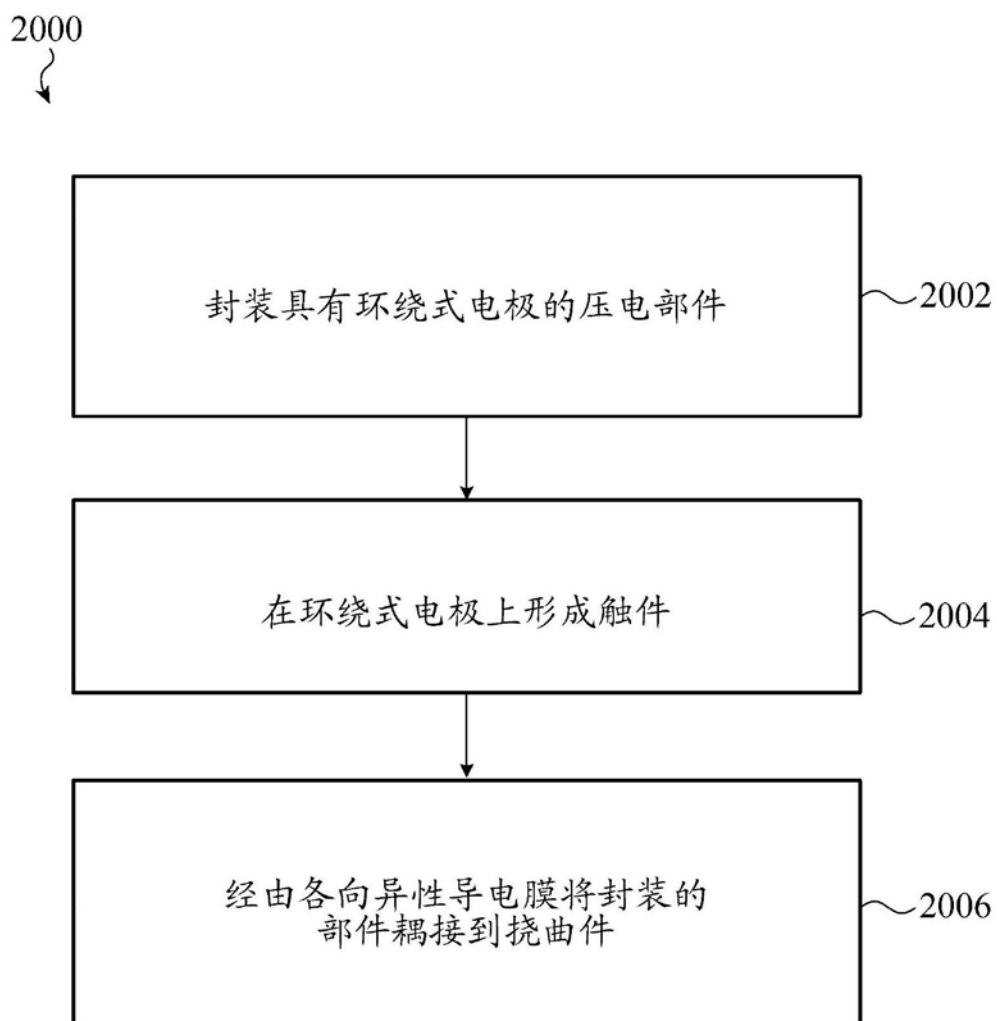


图20

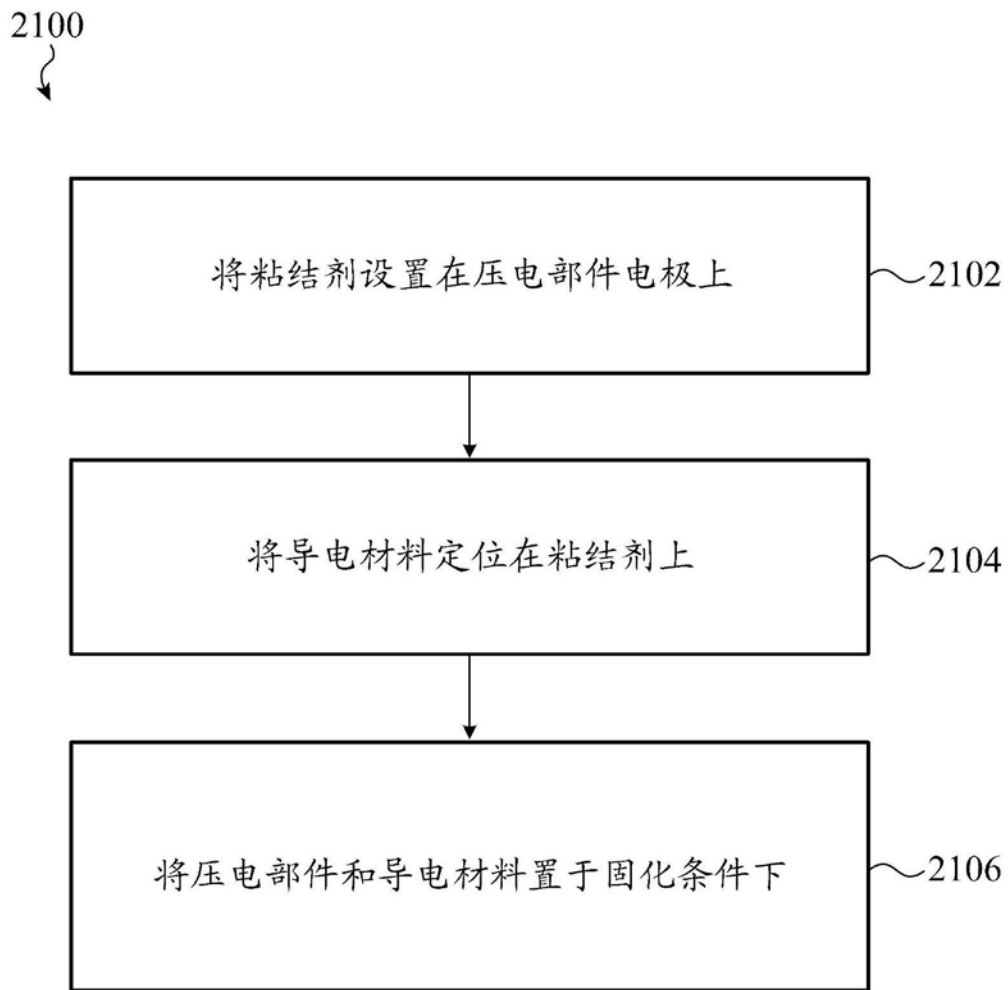


图21