

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102939570 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 20

(21) 申请号 201180016701. 9

H01L 41/08 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 02. 03

H04B 1/38 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/301177 2010. 02. 03 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 09. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/000196 2011. 02. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02011/097020 EN 2011. 08. 11

(71) 申请人 拜耳知识产权有限责任公司

地址 德国蒙海姆

(72) 发明人 I. 波利亚科夫 A. 扎拉比

R. 希齐科克 关淑文 C.A. 维亚伯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 马红梅 卢江

(51) Int. Cl.

G06F 1/00 (2006. 01)

H02N 11/00 (2006. 01)

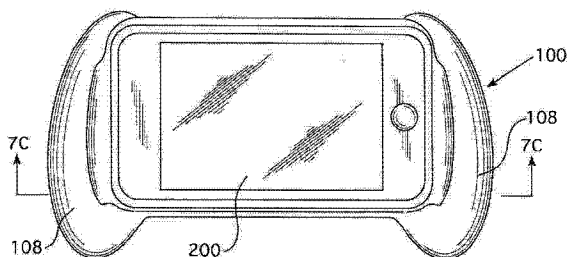
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 26 页

(54) 发明名称

电活性聚合物致动器触觉握持组件

(57) 摘要

本发明提供了一种用以允许电活性聚合物换能器与电子媒体设备的可去除耦合的外壳, 其中, 该外壳在电子媒体设备中产生改善的触觉效果。



1. 一种用于与被配置成向输出端口输送输出信号的电子媒体设备可去除地耦合的外壳组件,其中,该外壳组件响应于电子媒体设备的输出信号而产生触觉效果,该外壳组件包括:

壳体,其适合于嵌套电子媒体设备的至少一部分,该外壳包括适合于可拆卸地耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器;

至少一个电活性聚合物致动器,其具有被配置成响应于触发信号而产生移动的活性部分;

主体质量,其位于所述壳体内并被耦合到电活性聚合物致动器,其中,电活性聚合物致动器的触觉效果包括主体质量的惯性移动;以及

至少一个驱动电子组件,其被配置成将电活性聚合物致动器电子地耦合到媒体设备连接器,从而使得驱动电子组件能够响应于电子媒体设备的输出信号而生成触发信号。

2. 根据权利要求1所述的组件,其中,所述电活性聚合物包括至少一个电活性聚合物盒,其中,电活性聚合物盒包含包括电介质弹性体层的电活性聚合物膜,其中,所述电介质弹性体层的一部分在第一和第二电极之间,其中,所述电极的重叠部分限定包括活性部分的活性区域,在其上面向电极施加触发信号引起活性区域的移动以产生触觉效果。

3. 根据权利要求2所述的组件,其中,所述电活性聚合物致动器包括被耦合在一起的多个离散电活性聚合物盒,其中,所述电活性聚合物致动器包括增加的活性部分,其包括每个电活性聚合物盒的每个活性区域。

4. 根据权利要求1所述的组件,还包括位于壳体内部的袋,其中,所述主体质量位于该袋内。

5. 根据权利要求4所述的组件,其中,所述袋尺寸被确定为限制主体质量的移动以限制电活性聚合物致动器的移动。

6. 根据权利要求1所述的组件,位于所述壳体内的电源,其中,所述电源包括主体质量。

7. 根据权利要求6所述的组件,其中,所述电源被耦合到所述电活性聚合物致动器,从而使得活性区域的移动引起电源的惯性移动以产生触觉效果。

8. 根据权利要求1所述的组件,其中,所述电活性致动器被耦合到媒体设备,从而使得在媒体设备上触觉效果是可辨别的。

9. 根据权利要求1所述的组件,其中,所述壳体包括在电子媒体设备被与之耦合时关于电子媒体设备对称的主体形状。

10. 根据权利要求1所述的组件,其中,所述壳体还包括至少一个音频扬声器,并且其中,所述电子驱动组件被配置成将电子媒体设备的输出信号传递至音频扬声器。

11. 根据权利要求1所述的组件,其中,所述壳体包括能够被可去除地耦合在一起以嵌套电子媒体组件的多个部件。

12. 一种加强独立电子媒体设备以产生改善的触觉效果的方法,该方法包括:

提供包括适合于耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器的外壳,该外壳还包括具有活性部分的至少一个电活性聚合物致动器;

将电子媒体设备的输出端口耦合到设备连接器;

响应于电子媒体设备的输出信号而产生触发信号;以及

通过将触发信号传送到电活性聚合物致动器来生成改善的触觉效果以引起活性部分的移动。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,通过向电活性聚合物致动器传送触发信号以引起活性部分的移动、引起壳体内部的主体质量的惯性移动来生成改善的触觉效果。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其中,所述主体质量包括被电气地耦合到所述电活性聚合物致动器的电源。

15. 根据权利要求 13 所述的方法,还包括位于外壳内的电源,其中,所述至少一个电活性聚合物致动器被所述电源供电并与电子媒体设备分离。

16. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,响应于电子媒体设备的输出信号而产生触发信号还包括将输出信号传送到被耦合到所述壳体的所述至少一个外部扬声器。

17. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,响应于电子媒体设备的输出信号而产生触发信号包括评估输出信号并根据该输出信号从多个输出模式中选择电活性致动器的输出模式。

18. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,所述输出信号包括音频信号。

19. 一种产生外壳组件以在独立电子媒体设备被与之耦合时加强其触觉效果的方法,该方法包括:

将具有活性部分的至少一个电活性聚合物致动器定位于外壳结构内,该外壳结构包括允许电子媒体设备到外壳结构的可拆卸结合的至少一个媒体设备连接器;

将惯性质量耦合到活性部分,从而使得该活性部分的移动通过惯性质量的惯性移动来产生触觉效果,其中,所述触觉效果是在外壳组件或被与之耦合时的电子媒体设备中感觉到的;以及

在所述外壳内提供电子驱动电路以将媒体设备连接器电气地耦合到电活性聚合物致动器并在从电子媒体设备接收到输出信号时生成触发信号,其中,所述电子驱动电路被配置成将触发信号传送到电活性聚合物致动器以引起活性部分的移动。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,还包括通过耦合多个电活性聚合物盒来增加活性部分的总表面积,每个电活性聚合物盒具有包括电介质弹性体层的电活性聚合物膜,其中,电介质弹性体层的一部分在第一和第二电极之间,其中,电极的重叠部分限定活性区域;其中,该活性部分包括所述多个活性区域的总面积。

21. 根据权利要求 19 所述的方法,还包括将电子驱动电路配置成评估输出信号并根据该输出信号从多个输出模式中选择电活性致动器的输出模式。

22. 根据权利要求 19 所述的方法,其中,将所述惯性质量耦合到所述活性部分包括将所述电源耦合到所述活性部分。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,还包括将所述电源与电子媒体设备电隔离,因此,所述电源向所述驱动电路和电活性聚合物致动器供应能量。

24. 根据权利要求 19 所述的方法,其中,将惯性质量耦合到所述活性部分包括将所述惯性质量耦合到所述活性部分的输出构件。

25. 一种用于与被配置成向输出端口输送输出信号电子媒体设备可去除地耦合的外壳组件,其中,该外壳组件响应于电子媒体设备的输出信号而产生触觉效果,该外壳组件包括:

壳体,其适合于嵌套电子媒体设备的至少一部分,该外壳包括适合于可拆卸地耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器;

至少一个致动器,其具有被配置成响应于触发信号而产生移动的活性部分;

主体质量,其位于所述壳体内并被耦合到所述致动器,其中,所述致动器的触觉效果包括主体质量的惯性移动;

至少一个驱动电子组件,其被配置成将所述致动器电子地耦合到媒体设备连接器,从而使得驱动电子组件能够响应于电子媒体设备的输出信号而生成触发信号。

26. 一种加强独立电子媒体设备以产生改善的触觉效果的方法,该方法包括:

提供包括适合于耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器的外壳,该外壳还包括具有活性部分的至少一个电活性聚合物致动器;

将电子媒体设备的输出端口耦合到设备连接器;

响应于所述电子媒体设备的输出信号而产生触发信号;以及

通过将所述触发信号传送到所述致动器来生成改善的触觉效果以引起活性部分的移动。

27. 一种用于与被配置成向输出端口输送输出信号电子媒体设备可去除地耦合的外壳组件,其中,该外壳组件响应于电子媒体设备的输出信号而产生触觉效果,该外壳组件包括:

壳体,其适合于嵌套电子媒体设备的至少一部分,该外壳包括适合于可拆卸地耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器;

至少一个致动器,其具有被配置成响应于触发信号而产生移动的活性部分,其中,所述活性部分的移动产生在外壳组件上或在外壳组件处可辨别的触觉效果;

位于所述壳体内的电源,其中,所述电源被电气地耦合到致动器;以及

至少一个驱动电子组件,其被配置成将所述致动器电子地耦合到媒体设备连接器,从而使得驱动电子组件能够响应于电子媒体设备的输出信号而生成触发信号。

28. 一种用于与被配置成向输出端口输送输出信号电子媒体设备可去除地耦合的外壳组件,其中,该外壳组件响应于电子媒体设备的输出信号而产生触觉效果,该外壳组件包括:

壳体,其适合于嵌套电子媒体设备的至少一部分,该外壳包括适合于可拆卸地耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器;

至少一个致动器,其具有被配置成响应于触发信号而产生移动的活性部分,其中,所述活性部分的移动产生在电子媒体设备的表面上或在电子媒体设备的表面处可辨别的触觉效果;

至少一个驱动电子组件,其被配置成将所述致动器电子地耦合到媒体设备连接器,从而使得驱动电子组件能够响应于电子媒体设备的输出信号而生成触发信号。

## 电活性聚合物致动器触觉握持组件

### [0001] 相关申请

本申请要求题为“Haptic Grip Case”的 2010 年 2 月 3 日提交的美国临时申请号为 61/301,177 的优先权,其被整体地通过引用结合到本文中。

### 技术领域

[0002] 本发明是针对使用电活性聚合物换能器来提供改善的触觉响应。

### 背景技术

[0003] 现在所使用的很多种设备依赖于一个或另一种类的致动器来将电能转换成机械能。相反,许多发电应用通过将机械动作转换成电能来操作。被用来以这种方式收获机械能,可以将相同类型的设备称为发生器。同样地,当出于测量目的采用该结构来将诸如振动或压力的物理刺激转换成电信号时,可以将其表征为传感器。然而,术语“换能器”可以用来一般地指示任何设备。

[0004] 许多设计考虑支持高级电介质弹性体材料(也称为“电活性聚合物”(EAP))的选择和使用以用于换能器的制造。这些考虑包括势力、功率密度、功率转换/消耗、尺寸、重量、成本、响应时间、占空因数、服务要求、环境影响等。同样地,在许多应用中,EAP 技术提供用于诸如电动机和螺线管的压电、记忆合金(SMA)和电磁设备的理想替换。

[0005] 在美国专利号 7,394,282 ;7,378,783 ;7,368,862 ;7,362,032 ;7,320,457 ;7,259,503 ;7,233,097 ;7,224,106 ;7,211,937 ;7,199,501 ;7,166,953 ;7,064,472 ;7,062,055 ;7,052,594 ;7,049,732 ;7,034,432 ;6,940,221 ;6,911,764 ;6,891,317 ;6,882,086 ;6,876,135 ;6,812,624 ;6,809,462 ;6,806,621 ;6,781,284 ;6,768,246 ;6,707,236 ;6,664,718 ;6,628,040 ;6,586,859 ;6,583,533 ;6,545,384 ;6,543,110 ;6,376,971 和 6,343,129 中;以及在美国公开专利申请号 2009/0001855 ;2009/0154053 ;2008/0180875 ;2008/0157631 ;2008/0116764 ;2008/0022517 ;2007/0230222 ;2007/0200468 ;2007/0200467 ;2007/0200466 ;2007/0200457 ;2007/0200454 ;2007/0200453 ;2007/0170822 ;2006/0238079 ;2006/0208610 ;2006/0208609 ; 和 2005/0157893 以及在 2009 年 1 月 22 日提交的美国专利申请号 12/358,142 ;PCT 申请号 PCT/US09 /63307 ;以及 WO 2009 /067708 中描述了 EAP 设备的示例及其应用,所述申请的全部内容被通过引用结合到本文中。

[0006] EAP 换能器包括具有可变形特性且被薄弹性体电介质材料分离的两个电极。当向电极施加电压差时,相反带电的电极相互吸引,从而在其之间压缩聚合物电介质层。随着电极被更紧密地拉在一起,电介质聚合物膜随着其沿着平面方向(沿着 x 和 y 轴)扩展而变薄(z 轴向量收缩),即膜的位移在平面内。还可以将 EAP 膜配置为沿着与膜结构正交的方向(沿着 z 轴)产生移动,即膜的位移在平面外。美国公开专利申请号 2005/0157893 公开了 EAP 膜构造,其提供此类平面外位移—也称为表面变形或厚度模偏转。

[0007] 可以改变并控制 EAP 膜的材料和物理性质以对换能器所经历的变形进行自定义。

更具体地,可以控制并改变诸如聚合物膜与电极材料之间的相对弹性、聚合物膜与电极材料之间的相对厚度和 / 或聚合物膜和 / 或电极材料的变化厚度、聚合物膜和 / 或电极材料的物理图案(用以提供局部化活性和非活性区域)、总体地置于 EAP 膜上的张力或预应变以及施加于膜的电压或在膜上引发的电容的量的因素以对处于活性模式时的膜的特征进行自定义。

[0008] 存在许多基于换能器的应用,其将受益于由此类 EAP 膜提供的优点。一个此类应用包括使用 EAP 膜来在用户接口设备中产生触觉反馈(通过施加于用户身体的力向用户传送信息)。存在许多已知用户接口设备,其采用通常响应于由用户发起的力的触觉反馈。可以采用触觉反馈的用户接口设备的示例包括键盘、键区、游戏控制器、遥控器、触摸屏、计算机鼠标、轨迹球、触控笔、操纵杆等。用户接口表面可以包括用户操作、占用和 / 或观察关于来自设备的反馈或信息的任何表面。此类接口表面的示例包括但不限于键(例如键盘上的键)、游戏垫或按钮、显示屏等。

[0009] 由这些类型的接口设备提供的触觉反馈采取物理感觉的形式,诸如振动、脉冲、弹簧力等,其被用户直接地(例如经由屏幕的触摸)、间接地(例如经由振动效果,诸如当蜂窝电话在钱包或口袋中振动时)感测或被以其它方式感测(例如经由产生压力扰动但在传统意义上不生成音频信号的移动体的动作)。

[0010] 此外,诸如智能电话、个人媒体播放器、便携式计算设备、便携式游戏系统、电子阅读器等电子媒体设备的激增可能产生其中客户的一小部分可能受益于或期望电子媒体设备中的改善的触觉效果。然而,由于设备的增加的成本和增加的轮廓,在电子媒体设备的每个型号中增加触觉能力可能未被证明是正确的。此外,某些电子媒体设备的客户可能期望针对某些活动临时地改善电子媒体设备的触觉能力。

[0011] 已知触觉反馈能力改善用户生产率和效率,特别是在数据输入的背景下。本发明人相信对被传送到用户的触觉感觉的性质和质量的进一步改善可以进一步增加此类生产率和效率。另外,如果此类改善是由制造起来容易且具有成本效益的感觉反馈机制提供的且不增加且优选地减小已知触觉反馈设备的空间、尺寸和 / 或质量要求,则将是有利的。

[0012] 虽然基于 EAP 换能器的结合能够改善此类用户接口设备上的触觉交互,但仍需要在不增加实际电子媒体设备的轮廓的情况下临时地采用此类 EAP 换能器。此外,还需要临时地或永久地改善全功能独立电子媒体设备的触觉能力,从而使得用户能够判定是否改善独立电子媒体设备的触觉能力。

## 发明内容

[0013] 本发明包括涉及用于触觉或传感应用的电活性聚合物换能器的设备、系统和方法。在一个变体中,该设备包括能够与电子媒体设备进行可去除耦合的外壳组件。电子媒体设备可以向输出端口传送输出信号,在那里,外壳组件响应于电子媒体设备的输出信号而产生触觉效果。在本文中公开的设备和方法的替换变体可以代替电活性聚合物或与之相组合地使用换能器或致动器。此类换能器或致动器可以包括压电换能器、振动电机等。

[0014] 本文所述的设备和方法的一个益处包括对电子媒体设备进行改装或自定义以便每当输入被软件或由设备或关联部件生成的另一信号触发时为用户提供改善的触觉反馈的能力。

[0015] 能够用于这些设计的电活性聚合物人工肌肉(“EPAM”)换能器包括但不限于在本文中引用的共同转让专利和申请中描述的平面、隔膜、厚度模式以及无源耦合设备(混合式)以及任何类型的 EPAM 设备。

[0016] 用于与电子媒体设备可去除地耦合的外壳组件的一个变体包括:壳体,其适合于嵌套电子媒体设备的至少一部分,该外壳包括适合于被可拆卸地耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器;至少一个电活性聚合物致动器,其具有被配置成响应于触发信号而产生移动的活性部分;主体质量,其位于所述壳体内并被耦合到电活性聚合物致动器,其中,电活性聚合物致动器的触觉效果包括所述主体质量的惯性移动;以及至少一个驱动电子组件,其被配置成将电活性聚合物致动器电子地耦合到媒体设备连接器,从而使得驱动电子组件能够响应于电子媒体设备的输出信号而生成触发信号。此类设备的变体可以包括任何类型的换能器,其包括非电活性聚合物换能器。

[0017] 在许多情况下,所述电子媒体设备包括在从外壳组件拆卸时保持可操作的独立设备。然而,变体包括使用除非被耦合到外壳组件否则不可操作的媒体设备。外壳组件的附加变体包括不具有单独电池或电源的组件。替代地,可以由外部源或由媒体设备来对电活性聚合物致动器进行供电。

[0018] 在某些变体中,电活性聚合物致动器包括至少一个电活性聚合物盒,其中,电活性聚合物盒包含包括电介质弹性体层的电活性聚合物膜,其中,电介质弹性体层的一部分在第一和第二电极之间,其中,电极的重叠部分定义包括活性部分的活性区域,在其上面的触发信号到电极的施加引起活性区域的移动以产生触觉效果。

[0019] 电活性聚合物致动器可以包括被耦合在一起的多个离散电活性聚合物盒,其中,电活性聚合物致动器包括增加的活性部分,其包括每个电活性聚合物盒的每个活性区域。

[0020] 在某些变体中,可以将主体质量定位于壳体内并耦合到电活性聚合物致动器,其中,电活性聚合物致动器的触觉效果包括由电活性聚合物致动器来驱动的主体质量的惯性移动。虽然主体质量可以是单独的惯性质量,但其还可以包括电池、电子电路板或其它功能部件。在替换变体中,电活性致动器被耦合到媒体设备,从而使得在媒体设备上可辨别触觉效果。

[0021] 在某些情况下,外壳包括位于壳体的内部内的袋(pocket),其中,主体质量位于该袋内。可以将袋的尺寸确定为限制主体质量的移动以限制电活性聚合物致动器的移动。通过限制电活性聚合物致动器的移动,该袋降低了电活性聚合物将通过过度延伸而被损坏的可能性。

[0022] 可以使用电源作为惯性质量且可以将其耦合到电活性聚合物致动器,从而使得活性区域的移动引起电源的惯性移动以产生触觉效果。

[0023] 外壳组件可以可选地包括至少一个音频扬声器,其中,电子驱动组件被配置成使电子媒体设备的输出信号传递至音频扬声器。

[0024] 该外壳组件可以包括任何数目的部分。在其中组件壳体包括不止一块的那些情况下,可以将所述块配置成被可去除地耦合在一起以嵌套电子媒体组件。

[0025] 本发明还包括加强电子媒体设备以产生改善的触觉效果的方法。在一个变体中,所述方法包括提供包括适合于耦合到电子媒体设备的输出端口的至少一个媒体设备连接器的外壳,该外壳还包括具有活性部分的至少一个电活性聚合物致动器;将电子媒体设备

的输出端口耦合到设备连接器；响应于电子媒体设备的输出信号而产生触发信号；以及通过向电话性聚合物致动器传送触发信号以引起活性部分的移动来产生改善的触觉效果。

[0026] 在某些变体中，所述方法包括通过向电话性聚合物致动器传送触发信号以引起活性部分的移动、引起壳体内部的主体质量的惯性移动来产生改善的触觉效果。可选地，所述主体质量可以包括诸如电源或其它部件的外壳组件的一部分。

[0027] 在另一变体中，所述方法包括使用电源对电话性聚合物致动器进行供电，所述电源被与电子媒体设备电隔离。

[0028] 所述方法的另一变体包括通过向被耦合到壳体的至少一个外部扬声器传送输出信号而响应于电子媒体设备的输出信号来产生触发信号。

[0029] 本文所述的方法可以包括评估输出信号并根据该输出信号从多个输出模式中选择电话性致动器的输出模式。

[0030] 本文所述的本发明还包括产生外壳组件以在电子媒体设备被与之耦合时加强其触觉效果的方法。例如，该方法可以包括将具有活性部分的至少一个电话性聚合物致动器定位于外壳结构内，该外壳结构包括允许电子媒体设备到外壳结构的可拆卸结合的至少一个媒体设备连接器；将惯性质量耦合到活性部分，从而使得活性部分的移动通过惯性质量的惯性移动来产生触觉效果，其中，当外壳组件或电子媒体设备被与之耦合时在其中感觉到触觉效果；以及在外壳内提供电子驱动电路以将媒体设备连接器电气地耦合到电话性聚合物致动器并在从电子媒体设备接收到输出信号时生成触发信号，其中，电子驱动电路被配置成向电话性聚合物致动器传送触发信号以引起活性部分的移动。

[0031] 产生外壳组件以在电子媒体设备被与之耦合时加强其触觉效果的方法还可以包括通过耦合多个电话性聚合物盒来增加活性部分的总表面积，每个所述电话性聚合物盒具有包括电介质弹性体层的电话性聚合物膜，其中，电介质弹性体层的一部分在第一和第二电极之间，其中，电极的重叠部分定义活性区域；其中，活性部分包括所述多个活性区域的总面积。

[0032] 在另一变体中，所述方法可以包括将电子驱动电路配置成评估输出信号并根据该输出信号从多个输出模式中选择电话性致动器的输出模式。

[0033] 关于本发明的其它细节，在相关领域技术人员的水平内可以采用材料和替换相关配置。依据作为一般地或在逻辑上被采用的附加动作，相对于本发明的基于方法的各方面同样可以适用。另外，虽然已参考多个示例描述了本发明，可选地结合了各种特征，但如相对于本发明的每个变体所设想的，本发明不限于所描述或所指示的内容。可以对所述的本发明进行各种变化，并且在不脱离本发明的真正精神和范围的情况下可以用等价物代替（无论在本文中已叙述或为了一定的简洁起见未被包括）。在其设计中可以集成任何数目的所示的单独部分或子组件。可以由用于组件的设计原理来执行或指导此类变化等。

[0034] 在阅读下文更全面地描述的本发明的细节时，本领域的技术人员将清楚本发明的这些及其它特征、目的和优点。另外，本文所述的方法和设备的变体包括实施例或实施例的方面的组合，在可能的情况下其在本公开的范围内，即使那些组合未被明确地被示出或讨论。

## 附图说明



[0035] 在结合附图阅读时,根据以下详细描述可最好地理解本发明。为了帮助理解,已使用相同的附图标记(在实用的情况下)来指定各图所共有的类似元件。包括在图中的是以下各项:

图 1A 和 1B 图示出依照本发明的一个实施例的施加电压之前和之后的换能器的顶视透视图;

图 2A 图示出示例性电活性聚合物盒;

图 2B 图示出电活性聚合物致动器、惯性质量和致动器外壳的分解视图;

图 2C 图示出致动器部件外壳的部分横截面图;

图 2D 图示出致动器隔离物的平面图;

图 2E 和 2F 图示出具有隔离物的惯性质量的底视图和侧视图;

图 3A 至 3C 图示出二相换能器的另一变体;

图 3D 图示出用于图 3A 至 3C 的二相换能器的位移对比时间的图表;

图 4A 和 4B 分别以图形方式图示出在单相模式下操作时的致动器的力-行程关系和电压响应曲线;

图 4C 和 4D 分别以图形方式图示出在二相模式下操作时的图 3A-3C 的致动器的力-行程关系和电压响应曲线;

图 5 是用于操作感觉反馈设备的包括电源和控制电子装置的电子电路的方框图;

图 6A 至 6C 图示出用于可去除地耦合到电子媒体设备的外壳组件的一个示例;

图 6D 示出沿着图 6C 中的线 6D-6D 截取的视图的表示;

图 7A 至 7C 示出了用于可去除地耦合到电子媒体设备的游戏外壳组件的另一变体;

图 7D 示出沿着图 7A 中的线 7C-7C 截取的剖视图;

图 8A 示出了外壳组件的另一变体;

图 8B 示出了图 8A 的组件的部分剖视截面;

图 9A 图示出用以将音频信号调谐为在用于电活性聚合物致动器的最佳触觉频率内工作的电路的一个示例;

图 9B 图示出被图 9A 的电路滤波的已修改触觉信号的示例;

图 9C 和 9D 图示出用于产生用于单相和双相电活性换能器的信号的附加电路;

图 10 图示出用以使用触发信号(诸如音频信号)来驱动电活性聚合物换能器以递送用于产生期望触觉效果的所存储的波形的电路的示例;

图 11A 和 11B 图示出用于通过用单个驱动电路来提供两阶段激活而驱动电活性聚合物换能器的另一变体;

图 12A 图示出用来基于输入信号来确定致动器模式的流程图的一个变体;

图 12B 图示出触发电路的一个可能示例;

图 12C 提供被用于外壳组件和电活性聚合物致动器的变体的控制架构的示例;

图 13A 和 13B 图示出根据音频信号使用零点交叉配置来驱动触觉信号的示例;

图 14A 图示出用于闪光灯控制器的电源的示例;

图 14B 图示出包括具有闭环反馈的推挽式金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)阵列的第二示例性电路;以及

图 14C 图示出用于用以驱动被耦合到电子媒体设备的触觉组件的电路设计的示意图

的一个示例。

### 具体实施方式

[0036] 现在参考附图来详细地描述本发明的设备、系统和方法。

[0037] 应注意的是本文所讨论的图示意性地图示出采用电活性聚合物(“EAP”)膜或具有此类 EAP 膜的换能器的设备的示例性配置。许多变体在本公开的范围内,例如,在设备的变体中,可以将 EAP 换能器实现为移动质量以产生惯性触觉感觉。替换地,EAP 换能器可以在被耦合到本文所述的组件时在电子媒体设备中产生移动。

[0038] 在任何应用中,由 EAP 换能器产生的反馈位移可以专有地在平面内,其被感测为横向移动,或者可以在平面外(其被感测为垂直位移)。替换地,可以将 EAP 换能器材料分段以提供可独立寻址 / 可移动部分,从而提供外壳或电子媒体设备的角位移或其它类型位移的组合。另外,在本文所述的用户接口设备中可以结合任何数目的 EAP 换能器或膜(如在本文所列的申请和专利中所公开的)。

[0039] 可以将 EAP 换能器配置为移位至施加电压,其促进用于主题触觉反馈设备的控制系统的编程。由于许多原因,EAP 换能器对于此类应用而言是理想的。例如,由于其轻量化和最小的部件,EAP 换能器提供非常低的轮廓,并且同样地对于在感觉 / 触觉反馈应用中使用是理想的。

[0040] 图 1A 和 1B 图示出 EAP 膜或薄膜 10 结构的示例。薄弹性体电介质膜或层 12 被夹在柔顺或可拉伸电极板或层 14 和 16 之间,从而形成电容性结构或膜。电介质层以及复合结构的长度“l”和宽度“w”比其厚度“t”大得多。通常,电介质层具有在从约 10 $\mu$ m 至约 100 $\mu$ m 范围内的厚度,其中结构的总厚度在从约 15 $\mu$ m 至约 10cm 范围内。另外,期望的是选择电极 14、16 的弹性模量、厚度和 / 或几何结构,从而使得其贡献给致动器的附加刚性一般地小于电介质层 12 的刚性,电介质层 12 具有相对低的弹性模量,即小于约 100 MPa 且更典型地小于约 10 MPa,但是可能比每个电极厚。适合于用于这些柔顺电容性结构的电极是能够在没有由于机械疲劳而引起的故障的情况下耐受大于约 1% 的循环应变的那些。

[0041] 如在图 1B 中看到的,当跨电极施加电压时,两个电极 14、16 中的不同电荷被相互吸引,并且这些静电吸引力压缩电介质膜 12 (沿着 Z 轴)。从而促使电介质膜 12 随着电场的变化而偏转。由于电极 14、16 是柔顺的,所以其随着电介质层 12 而改变形状。一般而言,偏转指的是电介质膜 12 的一部分的任何移位、扩展、收缩、扭转、线性或区域应变或任何其它变形。根据架构,例如其中采用电容性结构 10 的框架(共同地称为“换能器”),此偏转可以用来产生机械功。在上文标识的专利参考文献中公开并描述了各种不同的换能器架构。

[0042] 在施加电压的情况下,换能器膜 10 继续偏转直至机械力平衡了驱动偏转的静电力。机械力包括电介质层 12 的弹性恢复力,电极 14、16 的柔顺性或伸展和由被耦合到换能器 10 的设备和 / 或负载提供的任何外部阻力。作为施加电压的结果的换能器 10 的结果偏转还可以取决于许多其它因素,诸如弹性体材料的介电常数及其尺寸和刚度。电压差和感生电荷的去除引起反向效果。

[0043] 在某些情况下,电极 14 和 16 可以相对于膜的总面积覆盖电介质膜 12 的有限部分。可以完成这一点以防止电介质的边缘周围的电击穿或在其某些部分中实现自定义偏转。可以促使在活性区域外的电介质材料(前者是具有足以使得能够实现该部分的偏转的

静电力的电介质材料的一部分)在偏转期间充当活性区域上的外部弹簧力。更具体地,在活性区域外的材料可以通过其收缩或扩展来抵抗或增强活性区域偏转。

[0044] 可以使电介质膜 12 预应变。该预应变改善电和机械能量之间的转换,即预应变允许电介质膜 12 更多地偏转并提供更大的机械功。可以将膜的预应变描述为相对于预应变之前沿一个方向的尺寸而言在预应变之后沿该方向的尺寸变化。该预应变可以包括电介质膜的弹性变形,并且例如是通过使膜张紧地拉伸并在被拉伸的同时固定边缘中的一个或多个而形成的。可以在膜的边界处或针对膜的仅一部分施加该预应变,并且可以通过使用刚性框架或通过使膜的一部分硬化来实现。

[0045] 在本文公开的许多参考专利和公开中更全面地描述了图 1A 和 1B 的换能器结构及其它类似柔顺结构及其构造细节。

[0046] 图 2A 图示出具有被放置在刚性框架 8 之间的 EAP 换能器膜 26 的示例性 EAP 聚合物盒 12,其中,EAP 膜 26 在框架 8 的空缺中被暴露。膜 26 的暴露部分在盒 12 的任一侧上包括两个工作对的薄弹性电极 32,其中,电极 32 将膜 26 的暴露部分夹在中间或将其围绕。EAP 膜 26 可以具有任何数目的配置。然而,在一个示例中,EAP 膜 26 包括薄层的弹性体电介质聚合物(例如,由丙烯酸酯、硅树脂、聚氨酯、热塑性弹性体、碳氢化合物橡胶、氟橡胶、共聚物弹性体等制成)。当跨每个工作对的相反地带电的电极 32(即跨在膜 26 的任一侧上的成对电极)施加电压差时,相对电极相互吸引,从而压缩在其之间的电介质聚合物层 26。在相对电极之间的区域被视为活性区域。随着电极被更近地拉在一起,电介质聚合物 26 随着其沿着平面方向扩展(即 x 和 y 轴向量扩展)而变薄(即 z 轴向量收缩)(关于轴参考,参见图 1B)。此外,在其中电极包含导电颗粒的变体中,跨每个电极分布的相同电荷可以促使被嵌入该电极内的导电颗粒相互排斥,从而对弹性电极和电介质膜的扩展有所贡献。在替换变体中,电极不包含导电颗粒(例如有纹理的溅射金属膜)。从而促使电介质层 26 随着电场变化而偏转。由于电极材料也是柔顺的,所以电极层与电介质层 26 一起改变形状。一般而言,偏转指的是电介质层 26 的一部分的任何移位、扩展、收缩、扭转、线性或区域应变或任何其它变形。此偏转可以用来产生机械功。如所示,电介质层 26 还可以包括一个或多个机械输出杆 34。杆 34 可以可选地提供用于惯性质量(如下所述)或用于到电子媒体设备的直接耦合的附着点。

[0047] 在制造换能器时,可以使弹性膜 26 伸展并由刚性框架 8 保持在预应变条件。在采用 4 面框架的那些变体中,该膜可以被双轴地拉伸。已经观察到预应变改善了聚合物层 26 的介电强度,从而改善了电能与机械能之间的转换,即预应变允许膜更多地偏转并提供更大的机械功。通常,在使聚合物层预应变之后施加电极材料,但是可以预先施加。可以在层 26 的同一侧提供的两个电极(在本文中称为同侧电极对)、即在电介质层 26 的顶侧上的电极和在电介质层 26 的底侧上的电极相互电隔离。在聚合物层的相对侧上的相对电极形成两组工作电极对,即被 EAP 膜 26 间隔开的电极形成一个工作电极对且围绕相邻的暴露 EAP 膜 26 的电极形成另一工作电极对。每个同侧电极对可以具有相同的极性,同时,每个工作电极对的电极的极性是彼此相反的。每个电极具有被配置成用于到电压源的电连接的电接触部分。

[0048] 在此变体中,电极 32 经由具有引线 22、24 的弯曲连接器 30 被连接到电压源,引线 22、24 能够被连接到电压源的相对极。盒 12 还包括导电过孔 18、20。导电过孔 18、20 可以

提供用以根据电极的极性将电极 8 与各引线 22 或 24 电气地耦合的手段。

[0049] 在图 2A 中图示出的盒 12 示出了三杆致动器配置。然而,本文所述的设备和方法不限于任何特定配置,除非具体地要求保护。通常,杆 34 的数目取决于预定应用所期望的活性区域。活性区域的总量、例如电极之间的区域的总量可以根据致动器尝试移动的质量和期望的移动频率而变化。在一个示例中,可以通过首先评估要移动的对象尺寸并随后确定对象的质量来确定杆的数目的选择。然后通过配置将以期望的频率范围来移动该对象的设计来获得致动器设计。很明显,任何数目的致动器设计都在本公开的范围内。

[0050] 然后可以以许多不同的方式来形成供在本文所述的方法和设备中使用的电活性聚合物致动器。例如,可以通过将许多盒 12 堆叠在一起来形成电活性聚合物,具有带有多个层的单个盒或具有带有多个层的多个盒。通常,制造和产量考虑支持将单个盒堆叠在一起以形成电活性聚合物致动器。在这样做时,可以通过将过孔 18、20 电气地耦合在一起、从而使得相邻的盒被耦合到同一电压源或电源来保持盒之间的电连接性。

[0051] 图 2A 中所示的盒 12 包括被单个电介质层 26 分离的三对电极 32。在一个变体中,如图 2B 中所示,将两个或更多个盒 12 堆叠在一起以形成被耦合到惯性质量 50 的电活性致动器 14。替换地,可以通过临时附接板或框架将电活性致动器 14 直接耦合到电子媒体设备。如下文所讨论的,可以将电活性致动器 14 放置在腔体 52 内,其允许根据期望的致动器移动。可以直接在触觉壳体的外壳中形成袋 52。替换地,可以在位于设备的外壳内的单独壳体 56 中形成袋 52。如果是后者,则可以基于致动器 14 的需要来选择单独壳体 56 的材料性质。例如,如果触觉外壳组件的主体是柔性的,则可以使得单独壳体 56 为刚性的以向电活性致动器和 / 或质量 50 提供保护。在任何情况下,本文所述的设备和方法的变体包括具有足以允许致动器 14 和 / 或质量 50 移动的余隙但足够紧密的公差腔体 52 的尺寸,从而使得腔体 52 障碍物(例如触觉外壳或单独的壳体 56)充当用以防止电活性致动器 14 的过度移动的限制。此类特征防止致动器 14 的活性区域进行过度移位,其可能缩短致动器的寿命或以其它方式损坏致动器。

[0052] 图 2C 图示出包括位于腔体 52 内的电活性致动器 14 的致动器部件外壳 16 的部分横截面图。在该示例中,电活性致动器 14 包括两个堆叠的盒 12。致动器 14 可以包括一个或多个致动器隔离物 58 和一个或多个质量隔离物 54。隔离区 54 和 58 可以具有凹陷或凸起表面,其旨在促进设备或壳体 56 内的致动器 14 的活性区域的无阻碍移动。例如,可以将惯性质量 50 耦合到换能器 14 的致动器杆 34,同时与致动器 14 的其余非移动部分分离。此外,图 2C 图示出惯性质量 50 与单独壳体 56 的壁之间的余隙 C,其允许内部腔体 52 的周界充当用于致动器和 / 或质量的障碍物或硬止动块或缓冲器。

[0053] 图 2D 图示出致动器隔离物 58 的平面图。在本变体中,致动器隔离物 58 包括一系列的凹口或切口 60。这些切口 60 与致动器的可移动部分对准(即被输出杆 34 围绕的电介质),从而允许致动器的活性部分的无阻碍移动。

[0054] 图 2E 和 2F 图示出惯性质量 50 的底视图和侧视图。如所示,惯性质量 58 可以包括许多隔离物 54。可以将隔离物 54 耦合到致动器的输出杆 34,从而使得质量 50 的移动表面不会啮合致动器 14 的非移动表面。此外,质量隔离物 54 可以将惯性质量 50 耦合到致动器 14 的输出杆 34。

[0055] 图 3A 至 3C 图示出二相电活性聚合物换能器的另一变体。在此变体中,换能器 10

包括围绕电介质膜 96 的第一对电极 90 和围绕电介质膜 96 的第二对电极 92, 其中, 两对电极 90 和 92 在杆或机械构件 34 的相对侧, 其促进到另一结构的耦合以传递移动。如图 3A 中所示, 两个电极 90 和 92 处于相同电压下 (例如, 两个都处于零电压)。在第一相中, 如图 3B 中所图示出的, 一对电极 92 被激励以使膜扩展并使杆 94 移动距离  $D$ 。第二对电极 90 通过被连接到膜的性质而被压缩, 但处于零电压。图 3C 示出其中在向被激励的第二对电极 90 施加电压的同时减小或关断第一对电极 92 的电压的第二相。此第二相与第一相同步, 从而使得位移是大于  $D$  (差不多  $D$  的 2 倍)。图 3D 图示出图 3A 至 3C 的换能器 10 随时间推移的位移。如所示, 当针对相 1 激励第一电极 92 时, 相 1 随着杆 34 以量  $D$  移位而发生。在时间  $T1$ , 发生相 2 的开始, 并且相对电极 90 被与第一电极 92 的电压减小同步地激励。越过两个相的杆 34 的净位移是  $2 \times D$ 。

[0056] 根据电极配置, 电活性致动器 14 可以在单相或双相模式 (也称为二相模式) 下运行。当作为单模致动器进行操作时, 在任一时刻将只有致动器 14 的一组工作对电极将被激活。在包括活性电极的多个区域的配置中 (类似于图 2A 中所示的那些), 每组电极被同时地激活以引起沿同一方向的输出杆的移动。可以使用单个高电压电源来控制致动器 14 的单相操作。随着施加于单组工作电极对的电压的增加, 换能器膜的激活部分 (一半) 将扩展, 从而使输出构件 34 在换能器膜的非活性部分的方向上在平面内移动。图 4A 图示出在双相模式下交替地激活两个工作电极对时的致动器 30 的感觉反馈信号 (即输出构件位移) 相对于中性位置的力 - 行程关系。如所图示出的, 输出杆的各自的力和位移彼此相等, 但是沿着相反的方向 (例如一对电极使聚合物膜扩展, 而另一对使该膜收缩)。

[0057] 图 4B 图示出在此双相模式下操作时的施加电压与致动器的输出位移的结果得到的非线性关系。两个电极对借助于共享电介质膜的“机械”耦合可以使得输出盘沿相反的方向移动。因此, 当操作两个电极对时, 虽然是相互独立的, 但向第一工作电极对 (相 1) 施加电压将使输出盘 20 沿一个方向移动, 并且向第二工作电极对 (相 2) 施加电压将使输出盘 20 沿相反方向移动。如图 4C 的各种图所反映的, 随着电压被线性地改变, 致动器的位移是非线性的。还可以通过两个相的同步操作来控制输出盘在移位期间的加速度以增强触觉反馈效果。还可以将致动器分割成超过两个相, 其能够被独立地激活以使得能够实现输出盘的更复杂运动。二相模式允许输出杆 34 的更大位移和更快加速度, 并因此向用户提供更大的感觉反馈信号。二相模式允许同时地激活致动器的两个部分。图 4C 图示出致动器在二相模式下操作时的输出盘的感觉反馈信号的力 - 行程关系。如所图示出的, 在此模式下的致动器的两个部分 90、92 的力和行程都沿着相同的方向产生输出杆 34 的移动, 并且具有是在单相模式下操作时的致动器的力和行程的两倍的量值。图 4D 图示出在此二相模式下操作时的施加电压与致动器的输出位移的结果得到的线性关系。

[0058] 通过将致动器的机械耦合部分 90、92 串联地电连接并控制其公共节点 155, 诸如以图 5 的方框图 140 中所图示出的方式, 公共节点 155 的电压与输出构件 (无论处于什么配置) 的位移 (或被阻挡力) 之间的关系接近于线性相关。在此操作模式下, 致动器的两个部分 90、92 的非线性电压响应有效地相互抵消以产生线性电压响应。借助于控制电路 144 和开关组件 146、148, 致动器的每个部分的一个, 此线性关系允许通过使用由控制电路施加于开关组件的变化类型的波形来对致动器的性能进行微调和调制。使用电路 140 的另一优点是减少操作感觉反馈设备所需的开关电路和电源的数目的能力。在不使用电路 140 的情况

下,将需要两个独立电源和四个开关组件。因此,在改善了控制电压与致动器位移之间的关系、即使得其更加线性的同时,降低了电路的复杂性和成本。另一优点是在二相操作期间,致动器获得同步性,其消除了可能降低性能的延迟。

[0059] 图 6A 图示出用于与被配置成向输出端口输送输出信号的电子媒体设备可去除地耦合的外壳组件 100 的一个示例。该外壳组件响应于电子媒体设备的输出信号产生触觉效果。很明显,可以将外壳组件 100 用于诸如智能电话、个人媒体播放器、便携式计算设备、便携式游戏系统、电子阅读器等任何电子媒体设备。此外,术语电子媒体设备可以包括诸如遥控器、GPS 单元、扫描仪、个人数字助理、诊断设备、电子外围设备(例如,鼠标、游戏控制器等)或能够在给定来自设备的输出信号的情况下受益于改善的触觉响应的任何此类电子设备的部件。此类设备常常是手持式的,虽然除非具体地要求保护,否则该应用不限于此类手持式设备。在某些变体中,可以将本文所述的组件连同方法和系统一起耦合到在独立模式下完全运行的设备 200。在这种情况下,外壳组件 100 仅用于改善或加强来自设备 200 的触觉或其它输出。

[0060] 在所图示出的变体中,外壳组件 100 包括适合于嵌套电子媒体设备(如图 6C 中所示的 200)的至少一部分的外壳或壳体 102。外壳可以包括适合于可拆卸地耦合到电子媒体设备 200 的输出端口或扬声器插口的一个或不止一个媒体设备连接器 104。在大多数情况下,媒体设备 200 的输出端口包括 USB 端口、坞端口或允许到媒体设备 200 的输入和来自媒体设备 200 的输出的其它连接器。在某些情况下,经由仅从媒体设备 200 提供输出的扬声器输出来耦合组件 100。在任何情况下,术语输出端口意图包括允许输入和输出或单独地输出的端口。

[0061] 壳体 102 可以包括柔性或有纹理套筒以向媒体设备提供改善的手柄和耐用性。替换地,壳体 102 可以包括刚性材料以向设备提供附加的保护。媒体设备 200 嵌套在袋或腔体 106 内。为了适应放置,媒体设备连接器 104 能够回转或铰接以允许容易地将媒体设备 200 耦合到壳体 102。图 6A 还图示出用于外壳组件 100 的可选部件。例如,外壳组件可以包括一个或多个把手 108 以帮助在不覆盖屏幕或设备 200 的其它部分的情况下操纵设备 200。此外,外壳组件 100 可以包括一个或多个扬声器 110。在此类情况下,可以将设备 200 的输出信号在控制电话活性聚合物致动器的驱动电路与外壳组件 100 的扬声器 110 之间分离。虽然未示出,但电话活性聚合物致动器可以存在于腔体 106 的表面下面。

[0062] 图 6B 图示出图 6A 的外壳组件 100 的底部透视图。如所示,把手 108 可以包括扁平表面或其它特征以帮助组件 100 和设备 200 的搬运或放置。外壳还可以可选地包括一个或多个输入/输出插口 112。例如,此类输入/输出插口可以适应 USB 连接器的任何变化以允许被耦合到致动器的电源的充电。替换地或组合地,插口 112 能够提供到媒体设备 200 的通过,从而使得媒体设备 200 能够被充电或允许进行数据传输而不需要将其从外壳组件 100 中去除。图 6B 还图示出了外壳组件 100 可以包括任何数目的控制装置 114、116,从而使得操作员能够调整音频、触觉或设备 200 和/或组件 100 的其它特征。图 6A 还图示出了壳体 102 可以包括特征 118,从而使得能够在不必将设备 200 从壳体 102 去除的情况下调整媒体设备 200 上的控制装置。在本示例中,特征 118 包括凹口,从而使得能够在媒体设备 200 上操纵电源拨动开关。在许多情况下,将针对媒体设备 200 的特定构造和型号对壳体 102 以及腔体 106 的形状进行自定义。因此,在被耦合到壳体 102 的同时允许媒体设备 200

的控制的任何数目的此类特征 118 被视为在本公开的范围之内。

[0063] 图 6C 图示出被可去除地与外壳组件 100 耦合的电子媒体设备 200 (在本示例中, IPOD TOUCH), 其能够将来自 iPod 的输出信号转换成能够在壳体 102、把手 110 和 / 或设备 200 处被用户感觉到的增加的触觉效果。

[0064] 图 6D 示出沿着图 6C 中的线 6D-6D 截取的视图的表示。如上文所讨论的, 外壳组件 100 包括至少一个电活性聚合物致动器 14, 其具有被配置成响应于来自电子媒体设备 200 的触发信号而产生移动的活性部分。该活性部分的移动在外壳组件 100 上或在外壳组件 100 处 (可选地包括在设备 200 本身处) 产生可辨别的触觉效果。触发信号可以是媒体设备 200 的普通输出, 或者可以包括被结合到媒体设备中的自定义软件。设备 200 可以可选地对电活性聚合物致动器 14 进行供电。替换地, 外壳组件 100 可以包括对电活性致动器 14 进行供电的单独电源。可选地, 外壳组件 100 包括被致动器 14 驱动以产生触觉效果的惯性质量 50。在某些变体中, 可以使用单独的电源作为惯性质量 50。在替换变体中, 外壳组件 100 包括单独电源和离散惯性质量两者。

[0065] 图 6D 还图示出外壳 100, 其包括被配置成将电活性聚合物致动器 14 (通常经由连接器 30) 电子地耦合到媒体设备连接器 104, 从而使得驱动电子装置能够响应于电子媒体设备 200 的输出信号而生成触发信号的至少一个驱动电子组件 118。如上文所讨论的, 图 6D 还图示出被包含在致动器壳体 56 内的致动器 14 和惯性质量 50。再次地, 可以将致动器壳体 56 设计成作为用于致动器 14 的保护外壳来提供。在一个实施例中, 两块组件允许将同一致动器壳体 56 插入不同的外壳 100 中以适应不同的设备形状因数。因此, 组件的块体 (包含在 56 中的所有部分) 能够保持相同, 而外面把手被改变以配合许多设备型号 / 形状因数。替换地, 外壳 56 的使用能够允许用户去除包含致动器 14 和惯性质量 50 的致动器外壳 56 并用替换致动器外壳 56 将其替换。替换致动器外壳可以提供带有具有不同特性的电活性聚合物致动器的设备, 或者可以提供具有完全不同的功能的设备。

[0066] 图 7A 至 7C 表示能够与电子媒体设备可去除地耦合的外壳组件 100 的另一变体的顶视图、侧视图和右视图。在此变体中, 外壳组件 100 的壳体 102 包括一对对称的手柄 108, 其将电子媒体设备 200 的形状转换成更常规的游戏设备。手柄 108 形成把手以允许在肖像模式下使用设备 200 并允许在不需要使设备 200 的观看区域模糊的情况下操纵组件 100 和设备 200。

[0067] 图 7D 示出沿着图 7A 中的线 7C-7C 截取的剖视图。在此变体中, 致动器 14 和惯性质量 50 直接地耦合到壳体 102 中的安装板 58 而不是使用致动器外壳。应注意的是设备的替换变体包括省略惯性质量 50 以允许致动器 14 直接地驱动媒体设备 200。虽然在图 7C 中未图示出驱动电子装置, 但可以将该电路定位于手柄 108 内。

[0068] 图 8A 示出了供媒体设备 200 使用的外壳组件 100 或触觉握持组件的另一变体。图 8B 示出组件 100 的部分剖面。在此变体中, 组件 100 包括与惯性质量 50 分离的电池 60。如上文所讨论的, 惯性质量 50 被耦合到位于壳体 102 内的电活性聚合物致动器 14。如上文所示出的变体一样, 外壳 100 可以可选地将电池 60 或电源与媒体设备 200 隔离, 从而使得电源 60 仅对触觉换能器组件 14 以及任何驱动电子装置 118 供电, 任何驱动电子装置 118 将来自媒体设备 200 的输出信号转换成控制致动器 14 的移动和结果得到的触觉效果的触发信号。

**[0069]** 用于电话性聚合物触觉的滤波的声音驱动波形

本文所述的方法和设备能够用由媒体设备提供的声音信号来产生触觉效果。此类配置消除了对用以生成波形以产生不同类型的触感的单独处理器的需要。替代地,触觉设备可以采用一个或多个电路以将现有音频信号修改成已修改触觉信号,例如对频谱的不同部分进行滤波或放大。因此,已修改触觉信号然后驱动致动器。在一个示例中,已修改触觉信号驱动电源以触发致动器而实现不同的感觉效果。这种方法具有自动地与任何音频信号相关并且同步的优点,所述任何音频信号能够加强来自诸如游戏控制器或手持式游戏操纵器的触觉设备中的音乐或声响效果的反馈。

**[0070]** 图 9A 图示出用以将音频信号调谐为在用于电话性聚合物致动器的最佳触觉频率内工作的电路的一个示例。所图示出的电路通过振幅截止、DC 偏移调整以及 AC 波形峰峰值量值调整来修改音频信号以产生与在图 9B 中所示出的类似的信号。在某些变体中,电话性聚合物致动器包括二相电话性聚合物致动器,并且改变音频信号包括对音频信号的音频波形的正部分进行滤波以驱动电话性聚合物换能器的第一相,并使音频信号的音频波形的负部分倒置以驱动电话性聚合物换能器的第二相以改善电话性聚合物换能器的性能。在另一变体中,可以将正弦波形式的源音频信号转换成方波(例如经由钳位),从而使得触觉信号是产生最大致动器力输出的方波。

**[0071]** 在另一示例中,电路可以包括一个或多个整流器以对音频信号的频率进行滤波以使用音频信号的音频波形的全部或一部分来驱动触觉效果。图 9C 图示出被设计为对音频信号的音频波形的正部分进行滤波的电路的一个变体。在另一变体中,可以将此电路与图 9D 中所示出的电路结合以用于具有二相的致动器。如所示,图 9C 的电路能够对音频波形的正部分进行滤波以驱动致动器的一相,同时图 9D 中所示出的电路能够使音频波形的负部分倒置以驱动二相触觉致动器的另一相。结果是二相致动器将具有更大的致动器性能。

**[0072]** 在另一实施方式中,可以使用音频信号中的阈值来触发驱动致动器的次级电路的操作。该阈值可以由音频信号中的振幅、频率或特定模式来定义。次级电路可以具有固定响应,诸如被设置为输出特定频率的振荡器电路,或者可以具有基于多个定义的触发的多个响应。在某些变体中,可以基于特定触发来预先确定响应。在这种情况下,可以在有特定触发时提供所存储的响应信号。以这种方式,作为修改源信号的替代,电路根据源信号的一个或多个特性来触发预定响应。次级电路还可以包括定时器以输出有限持续时间的响应。

**[0073]** 许多系统可以受益于具有用于声音的能力的触觉技术的实现(例如计算机、智能电话、PDA、电子游戏)。在本变体中,已滤波的声音充当用于电话性聚合物触觉技术的驱动波形。可以对正常地在这些系统中使用的声音文件进行滤波以仅包括用于触觉反馈致动器设计的最佳频率范围。

**[0074]** 当前系统在 <200Hz 的最佳频率下操作。可以对声波形、诸如猎枪爆炸的声音或门关闭的声音进行低通滤波以允许只有 <200 Hz 的来自这些声音的频率将被使用。然后将此已滤波波形作为输入波形供应给驱动触觉反馈致动器的 EPAM 电源。如果在游戏控制器中使用这些示例,则猎枪爆炸和关门的声音将与触觉反馈致动器同步,向游戏玩家提供丰富的体验。

**[0075]** 在一个变体中现有声音信号的使用能够允许有一种与由单独生成的音频信号产生的声音同时地在用户接口设备中产生触觉效果的方法。例如,该方法可以包括将音频信



号路由到滤波电路;通过对在预定频率以下的一定范围的频率滤波来改变音频信号以产生触觉驱动信号;以及向被耦合到电活性聚合物换能器的电源提供触觉驱动信号,从而使得电源对电活性聚合物换能器进行致动以与由音频信号产生的声音同时地驱动触觉效果。

[0076] 用于驱动电活性聚合物换能器的另一变体包括给定阈值输入信号的存储波形的使用。输入信号可以包括音频或其它触发信号。例如,图 10 中所示出的电路图示出充当用于存储波形的触发的音频信号。再次地,系统可以使用触发或其它信号来代替音频信号。这种方法用一个或多个预定波形而不是使用简单地直接从音频信号驱动致动器来驱动电活性聚合物换能器。驱动致动器的这种模式的一个益处是存储波形的使用使得能够以最小的存储器和复杂性来产生复杂波形和致动器性能。可以通过使用针对致动器被最优化的驱动脉冲(例如在优选电压或脉宽下运行或处于谐振)而不是使用模拟音频信号来增强致动器性能。致动器响应可以是与输入信号同步的或可以被延迟。在一个示例中,可以使用 0.25v 触发阈值作为触发。此低水平信号然后可以生成一个或多个脉冲波形。在另一变体中,此驱动技术能够潜在地允许使用相同的输入或触发信号以基于任何数目的条件(例如,诸如用户接口设备的位置、用户接口设备的状态、正在设备上运行的程序等)具有不同的输出信号。

[0077] 图 11A 和 11B 图示出用于通过用单个驱动电路来提供二相激活而驱动电活性聚合物换能器的另外一个变体。如所示,在二相换能器中的三个电力线中,各相中的一个上的一个引线在高压下保持恒定,另一相上的一个引线被接地,并且两个相共用的第三引线被驱动而从接地至高压在电压方面改变。这使得一个相的激活能够与第 2 相的去激活同时地发生以增强二相致动器的突跳性能。

[0078] 可以控制在本公开中使用的电活性聚合物致动器根据由媒体设备输出的信号的频率而在脉冲模式与重低音扬声器(subwoofer)模式之间操作。此类特征可用于区别可重复效果(诸如键盘上的键入)和由各种其它媒体在游戏等期间产生的效果。图 12A 图示出用来基于输入信号来确定致动器模式的流程图的一个变体。图 12B 图示出触发电路的一个可能示例。图 12C 提供被用于如上所述的外壳组件和电活性聚合物致动器的变体的控制架构的一个示例。

#### [0079] 驱动方案

在许多情况下,系统可以使用在所吸引的电流过高、例如处于较高频率时切断或减小电压的电路来限制功率消耗。在第一示例中,第二级不能运行,除非转换器的输入级在给定电压之上。当第二级初始化时,电路促使第一级上的电压下降且随后在输入功率受限的情况下下降至第二级之外。在低频率下,触觉响应遵循输入信号。然而,由于高频率要求更多的功率,所以响应根据输入功率变得被钳位。功率消耗是使子组件和驱动设计最优化所需的度量之一。以这种方式对响应进行钳位节省功率。

[0080] 在另一变体中,驱动方案能够采用调幅。例如,可以在谐振频率下驱动致动器电压,其中,基于输入信号振幅来按比例缩放信号振幅。此水平是由输入信号确定的,并且频率是由致动器设计确定的。

[0081] 在另一变体中,可以通过驱动方案的选择来修整触觉响应或效果,例如可以使用模拟(如在音频信号的情况下)或数字突发或者滤波器或放大器的组合来增强导致致动器的最高性能的输入驱动信号中的频率。这允许由用户的触觉响应方面的增加的灵敏度和/

或加强用户期望的效果。例如,可以将子组件 / 系统频率响应设计为与被用作驱动输入信号的声响效果的所取的快速傅立叶变换匹配 / 重叠。

[0082] 用于产生触觉效果的另一变体涉及滚降滤波器的使用。此类滤波器允许要求高功率吸取的高频率的衰减。为了补偿此衰减,可以将子组件设计为使其谐振处于较高频率下。可以例如通过改变致动器的刚度(例如通过改变电介质材料、改变电介质膜的厚度、改变电极材料的类型或厚度、改变致动器的尺寸)、改变致动器堆中的盒的数目、改变致动器上的负荷或惯性质量来调整子组件的谐振频率。移动至更薄的膜或更软的材料能够移动满足到更高频率的电流 / 功率限制所需的截止频率。很明显,谐振频率的调整能够以任何数目的方式发生。还可以通过使用致动器类型的混合物来修整频率响应。

[0083] 作为使用简单跟随器电路的替代,可以在输入驱动信号中使用阈值来触发具有要求较少功率的任意波形的突发。此波形可以处于较低频率下和 / 或能够被相对于系统—子组件 & 外壳—的谐振频率被最优化以增强响应。另外,还可以使用触发之间的时间延迟的使用来控制功率负载。

#### [0084] 零点交叉功率控制

在另一变体中,控制电路能够监视输入音频波形并提供用于高压电路的控制。在这种情况下,如图 13A 中所示,针对通过零点电压值 512 的每个转移监视音频波形 510。用这些零点交叉 512,控制电路能够指示交叉时间值和电压条件。

[0085] 此控制电路基于零点交叉时间和电压摆动方向来改变高压。如图 13B 中所示,针对零点交叉:正摆动,高压驱动在 514 处从零伏变成 1kV(高压轨值)。针对零点交叉:负摆动,高压驱动在 516 处从 1kV 变成零伏(低压轨值)。

[0086] 此类控制电路允许致动事件与音频信号 510 的频率一致。另外,控制电路能够允许滤波以消除较高频致动器事件以保持 40 ~ 200Hz 致动器响应范围。方波为惯性驱动设计提供最高致动响应并能够根据电源部件的极限来设定。可以调整充电时间以限制电源要求。为了对致动力进行归一化,可以用三角波来充电机械谐振频率,同时能够用方波来激励偏谐振频率。

[0087] 可以将用来驱动触觉电子装置的电路技术选择为使电路的覆盖区最优化(即减小电路的尺寸),增加触觉致动器的效率,并潜在地降低成本。以下各图识别此类电路图的示例。图 14A 图示出包括用于闪光灯控制器的电源的一个示例。图 14B 图示出包括具有闭环反馈的推挽式金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)阵列的第二示例性电路。另外,图 14C 图示出用于用以驱动被耦合到电子媒体设备的触觉组件的电路设计的示意图的一个示例。

[0088] 关于本发明的其它细节,在相关领域技术人员的水平内可以采用材料和替换相关配置。在一般地或在逻辑上采用的附加动作方面,同样也可以适用于相对于本发明的基于方法的方面。另外,虽然已参考多个示例描述了本发明,可选地结合了各种特征,但如相对于本发明的每个变体所设想的,本发明将不限于所描述或所指示的内容。可以对所述的本发明进行各种变化,并且在不脱离本发明的真正精神和范围的情况下可以用等价物代替(无论在本文中已叙述或为了一定的简洁起见未被包括)。在其设计中可以集成任何数目的所示的单独部分或子组件。可以由用于组件的设计原理来执行或指导此类变化等。

[0089] 同样,可以预期可以独立地阐述所述的发明变体的任何可选特征并要求保护,或

者以与本文所述特征中的任何一个或多个的组合的方式。对单数项目的参考包括存在多个相同项目存在的可能性。更具体地,在本文中和在所附权利要求中所使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”包括多个指示物,除非另外具体地说明。换言之,在以上说明书以及以下权利要求中,冠词的使用允许用于主题项目中的“至少一个”。还应注意的是可以将权利要求草拟为排出任何可选元件。同样地,本说明意图充当供诸如“唯一地”、“仅仅”等排他性术语与类似权利要求要素的叙述相结合的使用或“否定”限制的使用的前提基础。在不使用此类排他性术语的情况下,权利要求中的术语“包括”应考虑任何附加要素的包括 - 无论在权利要求中是否列举了给定数目的要素,或者可以将特征的添加视为对在权利要求中阐述的要素的性质的变换。换言之,除非在本文中具体地定义,本文所使用的所有技术和科学术语应在保持权利要求有效性的同时被给定尽可能宽的一般理解意义。

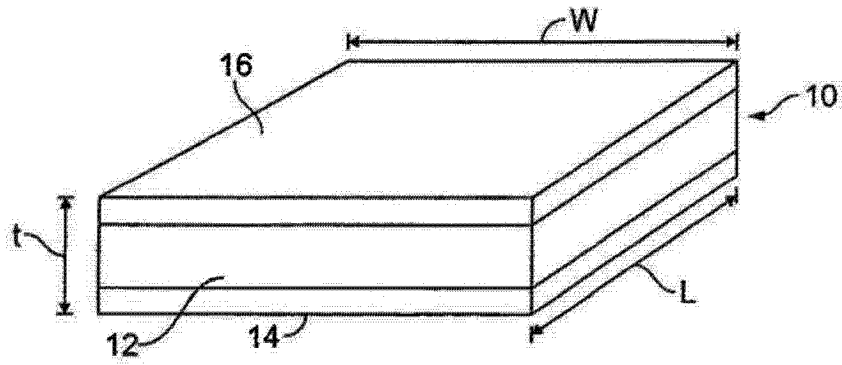


图 1A

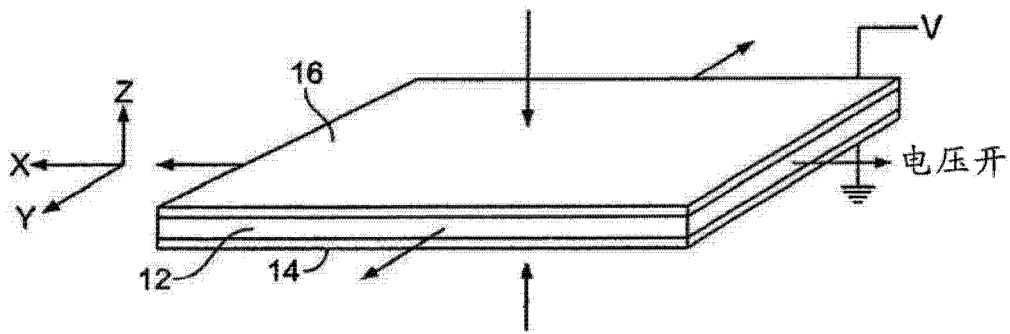


图 1B

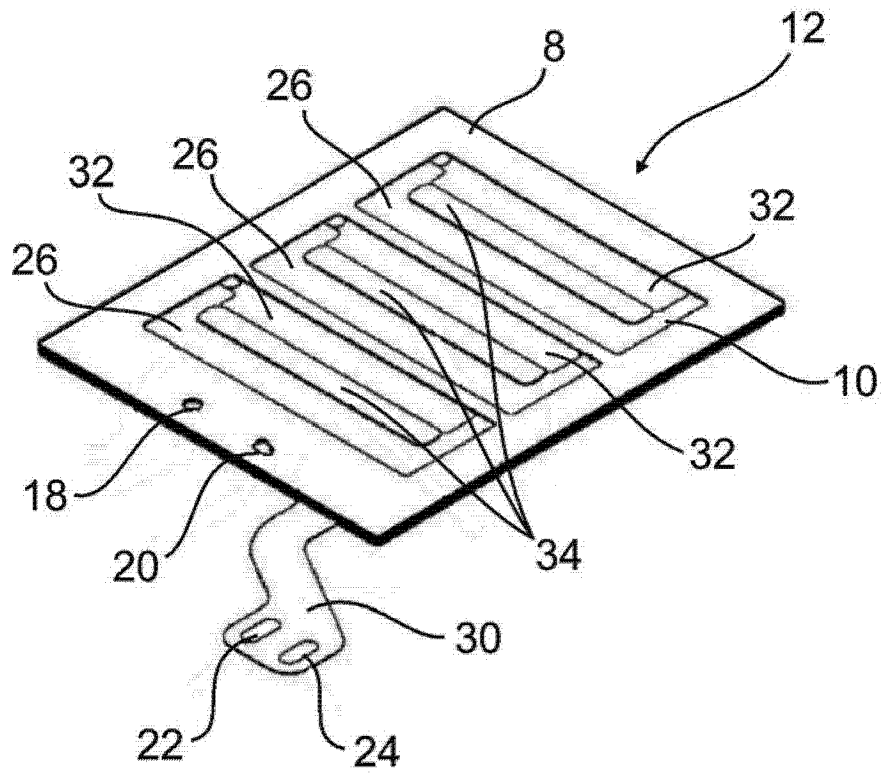


图 2A

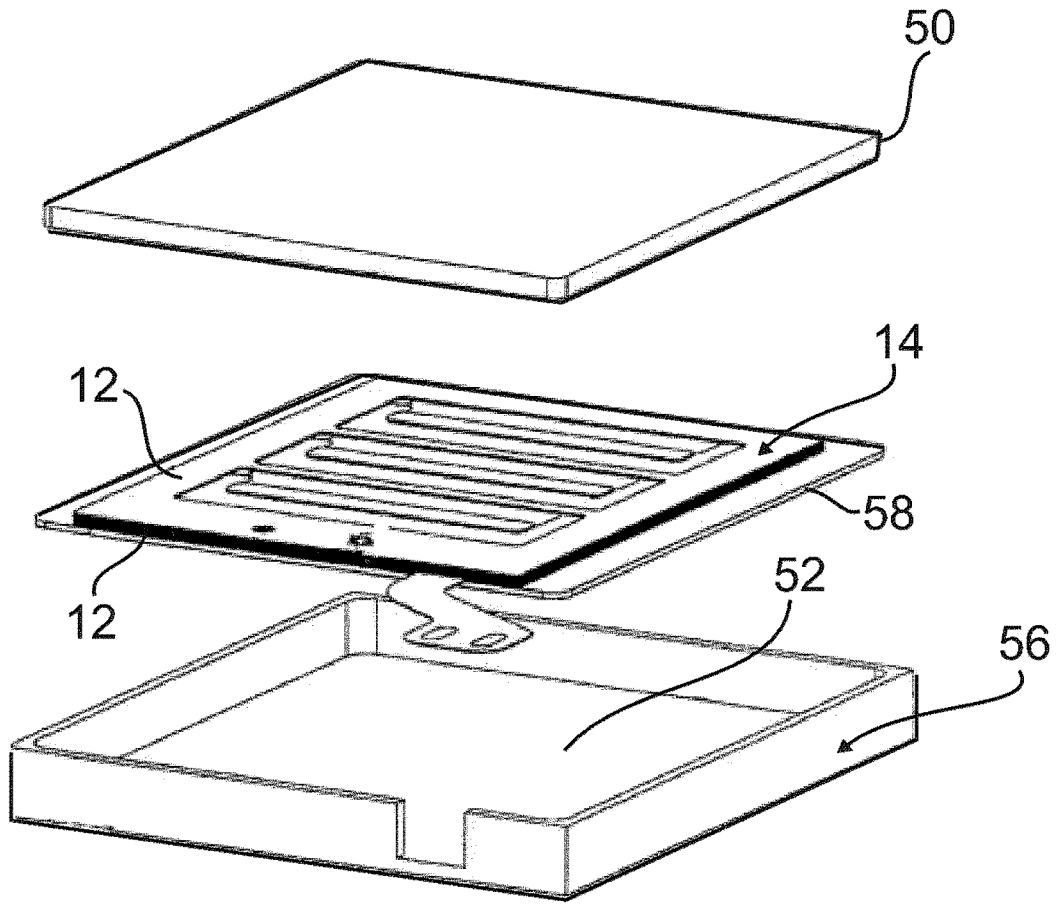


图 2B

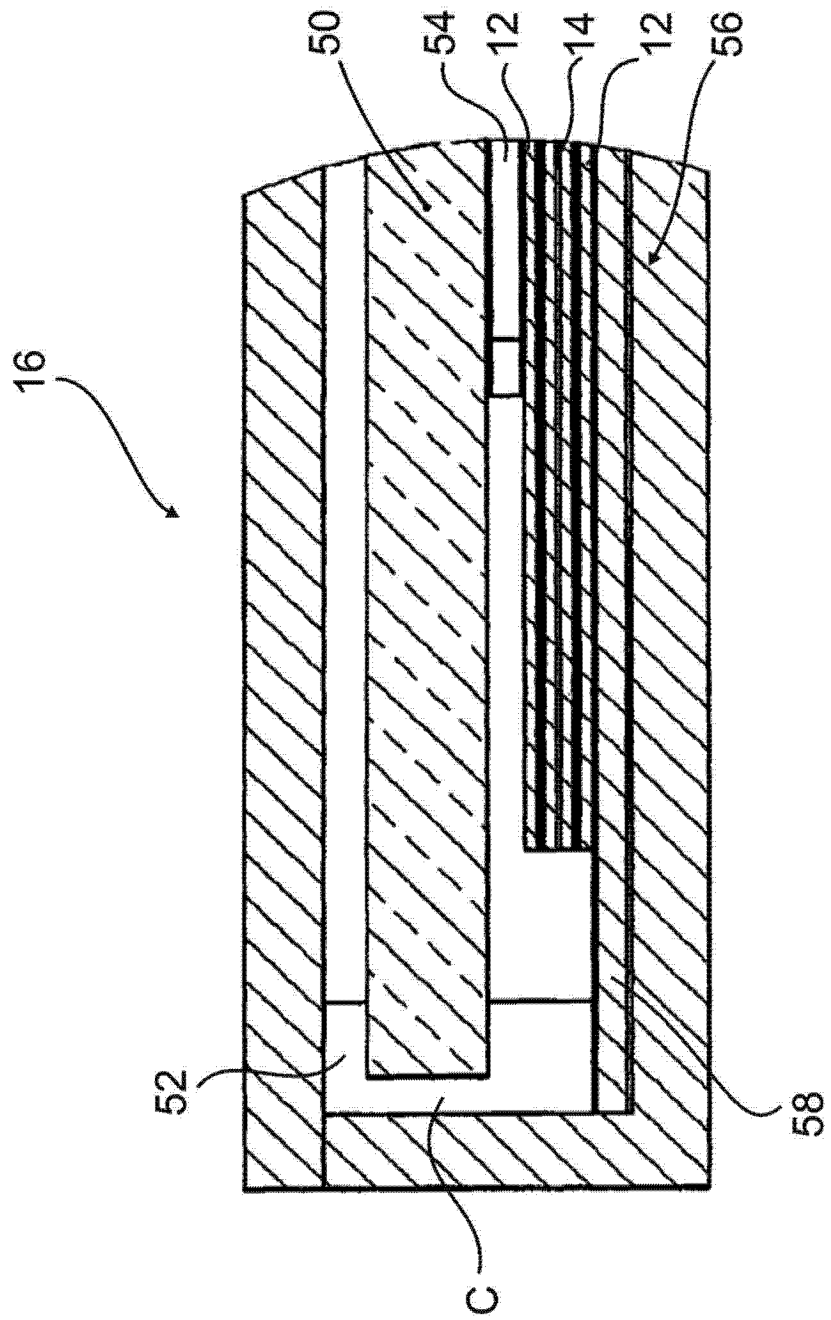


图 2C

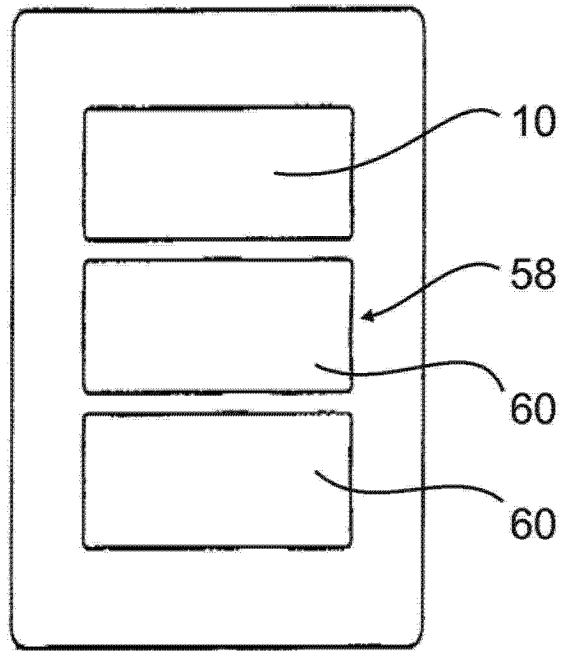


图 2D



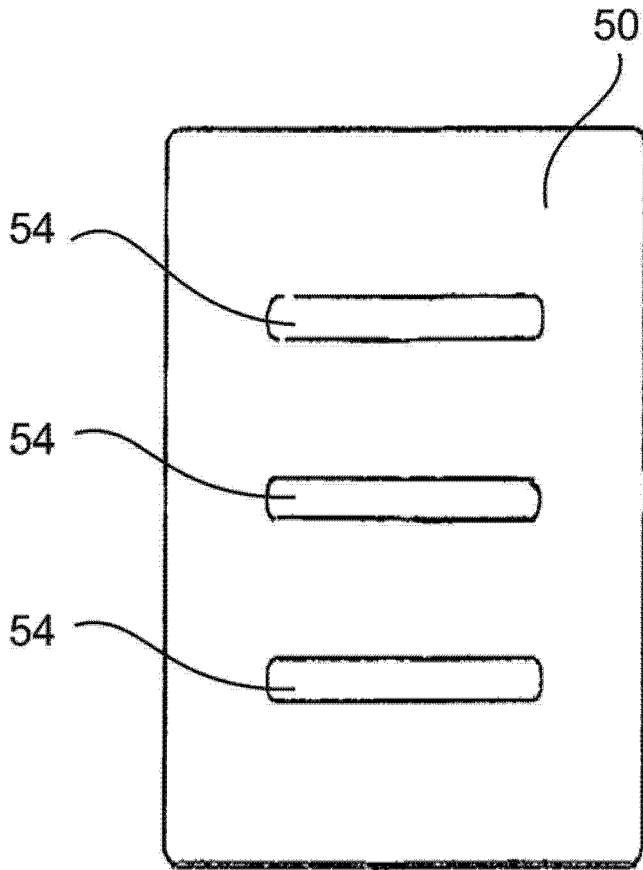


图 2E

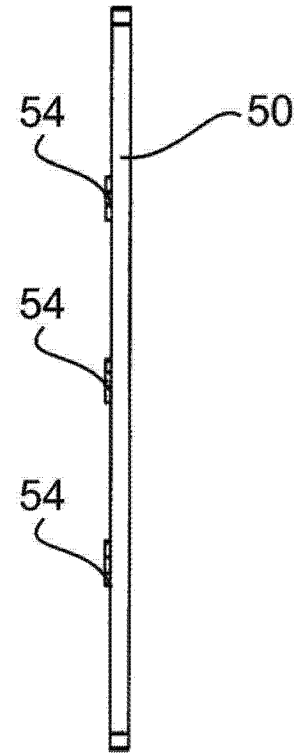


图 2F

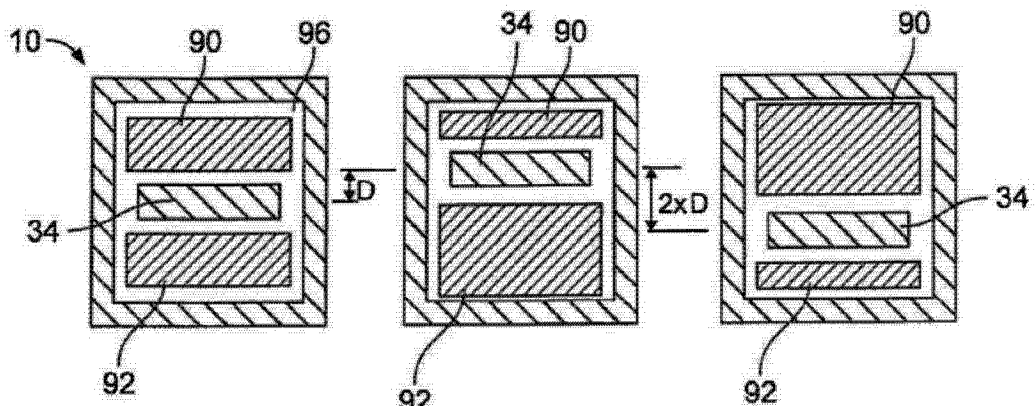


图 3A

图 3B

图 3C

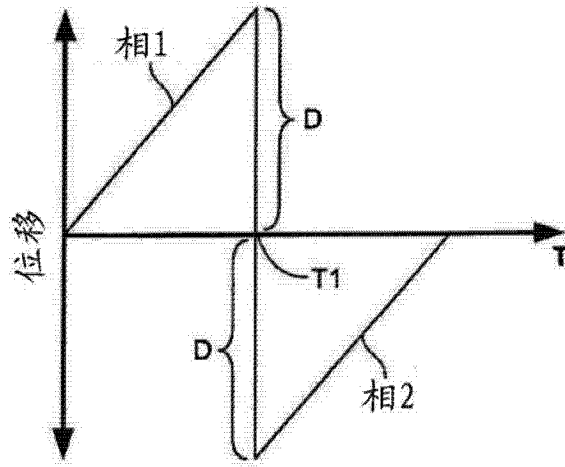


图 3D

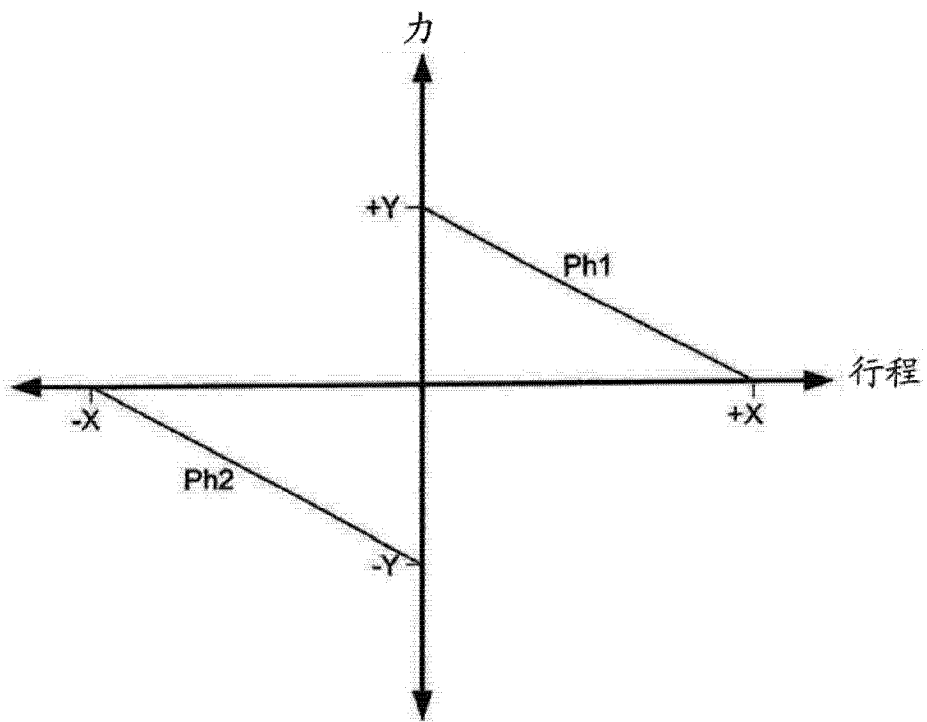


图 4A

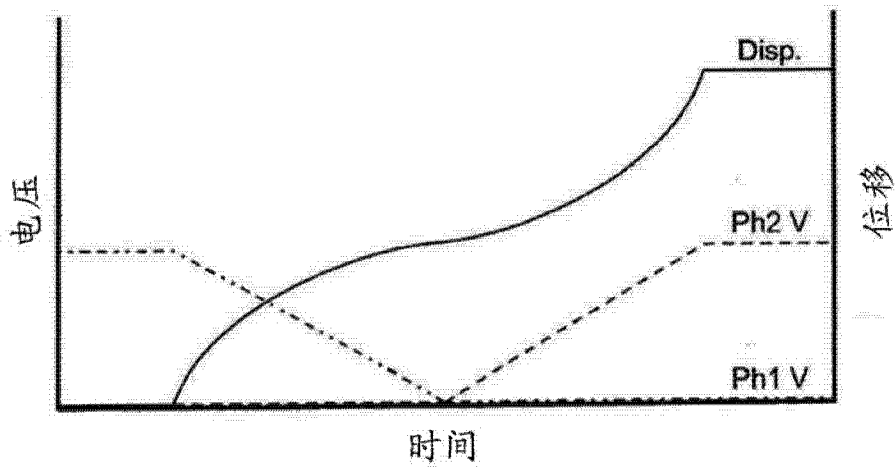


图 4B

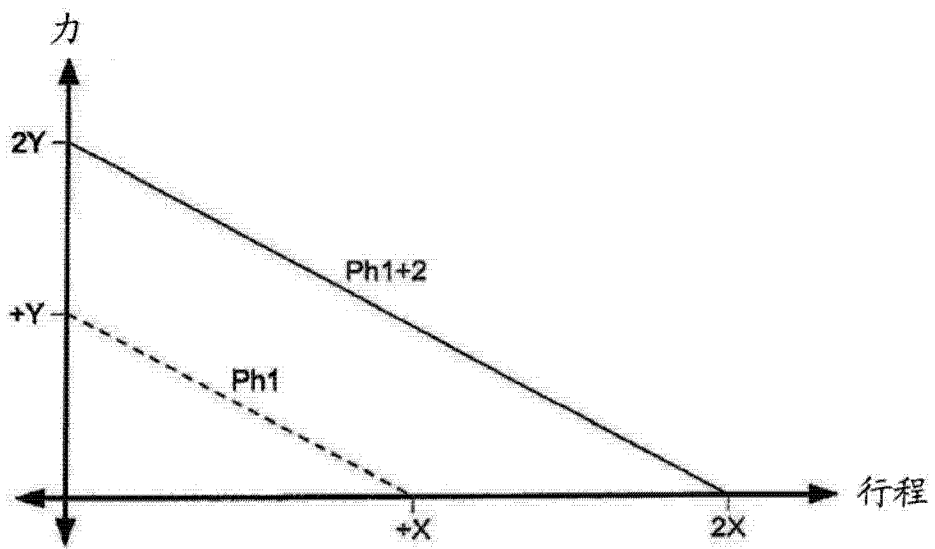


图 4C

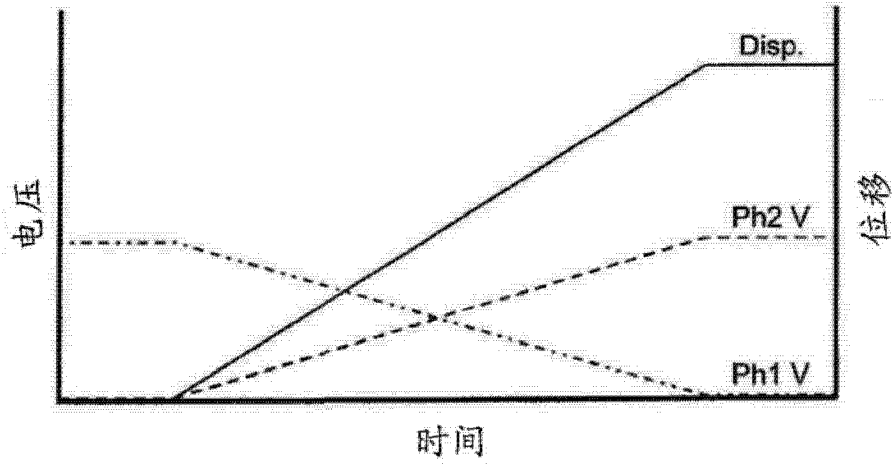


图 4D

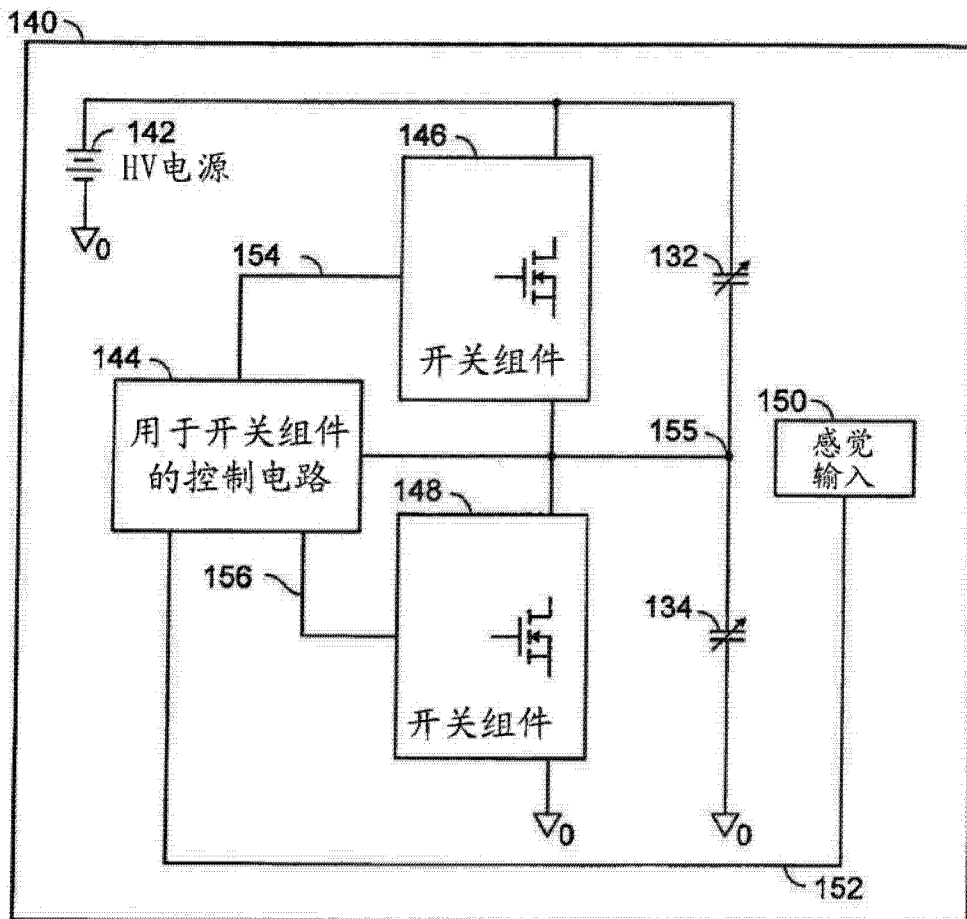


图 5

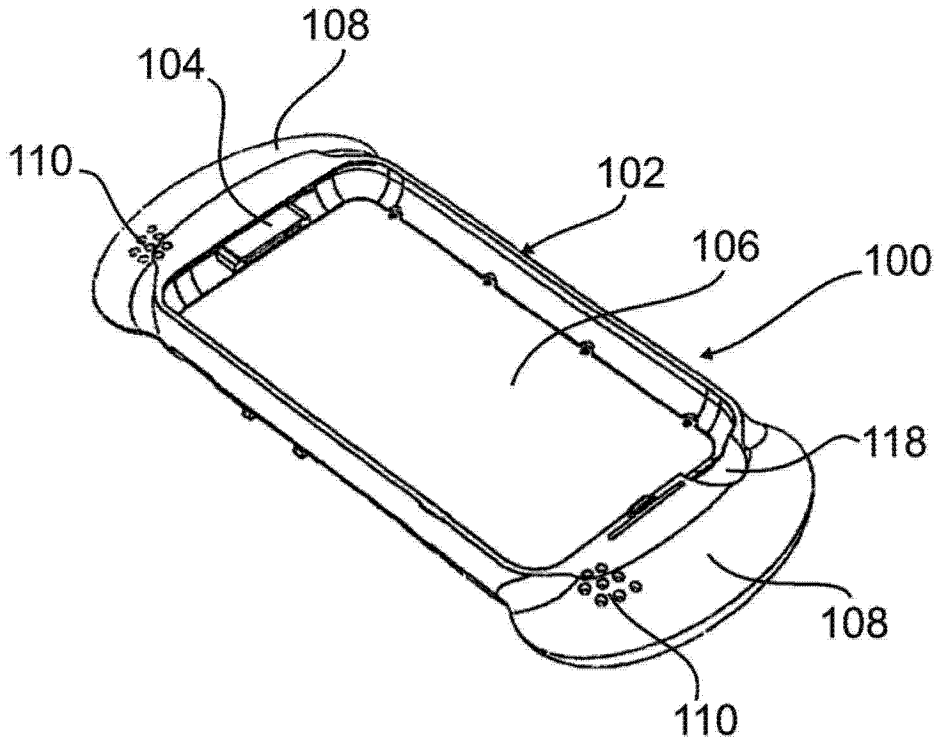


图 6A

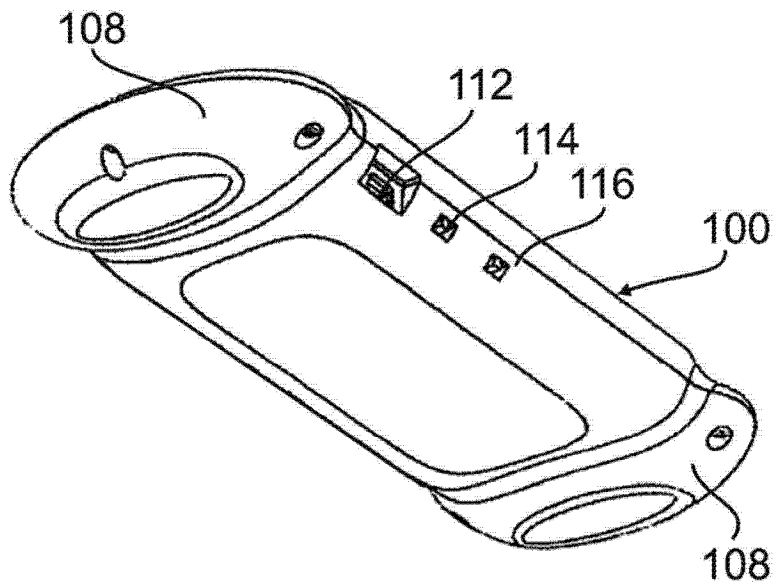


图 6B

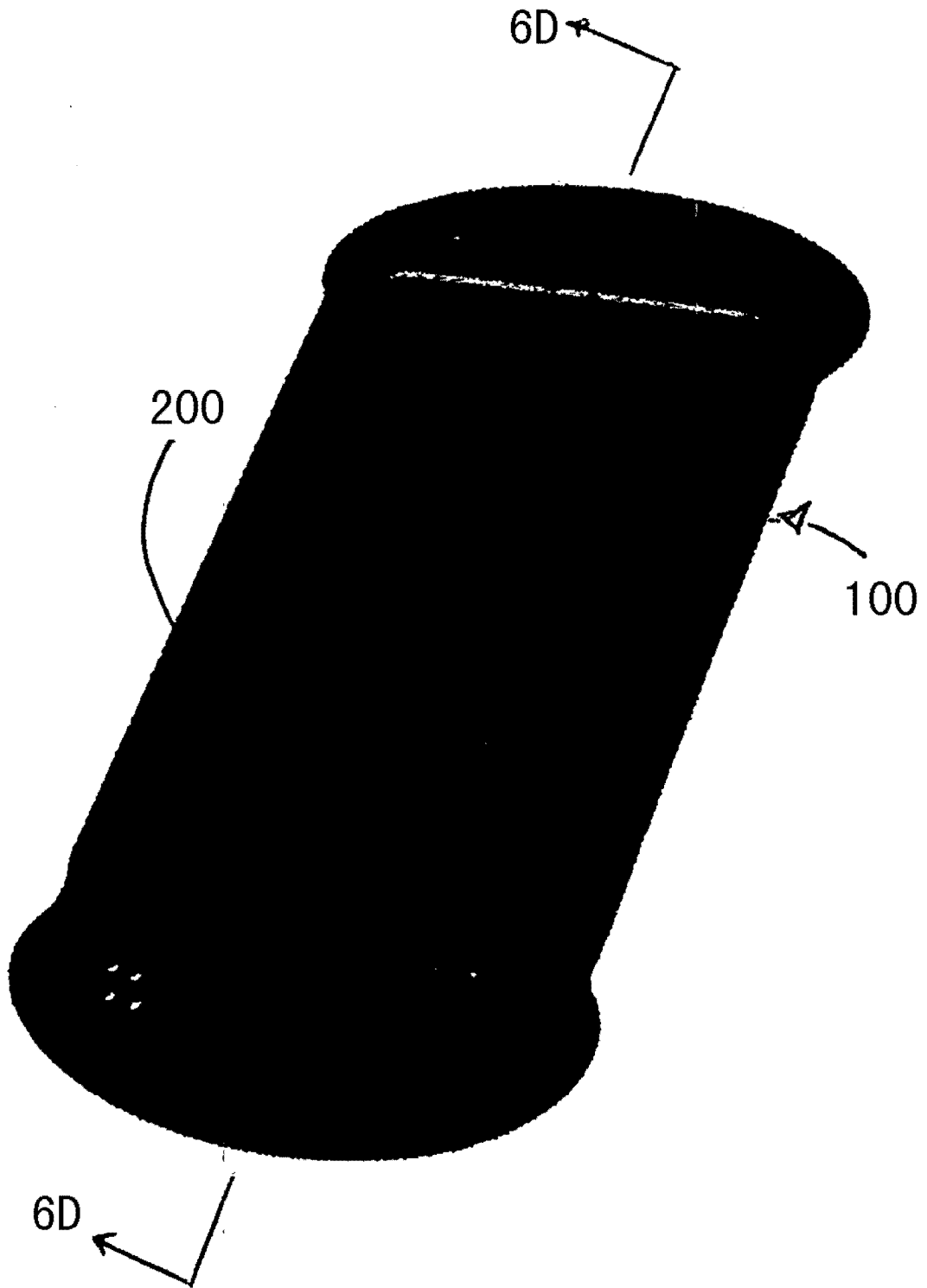


图 6C

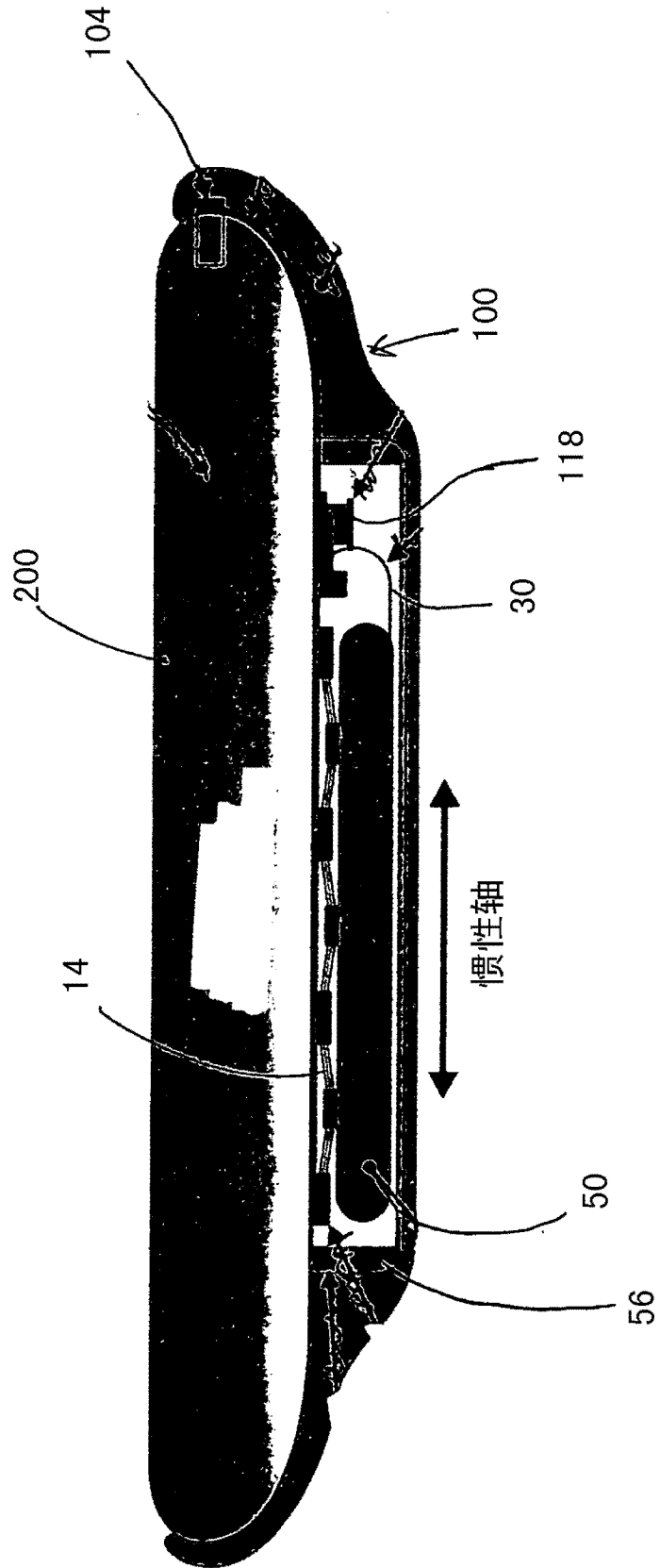


图 6D

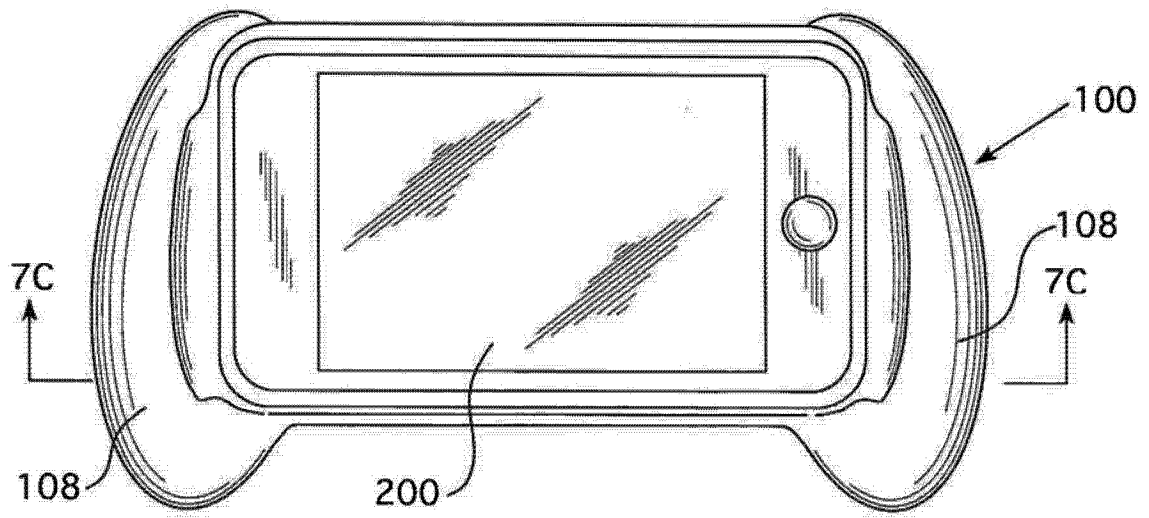


图 7A

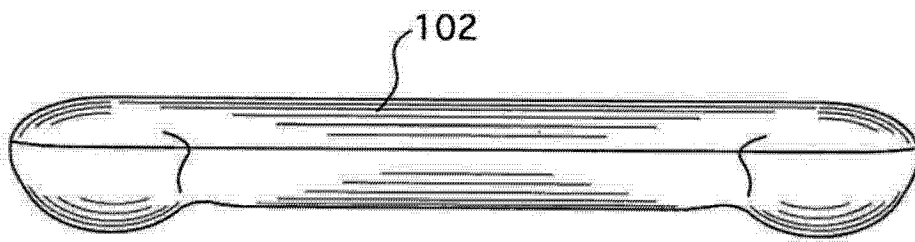


图 7B

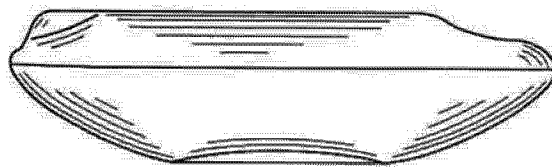


图 7C



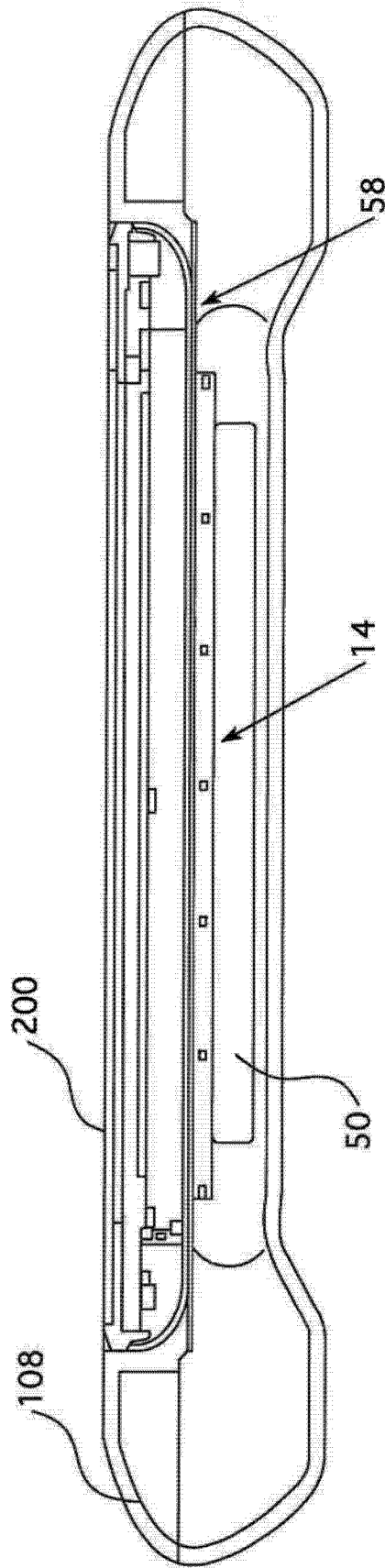


图 7D

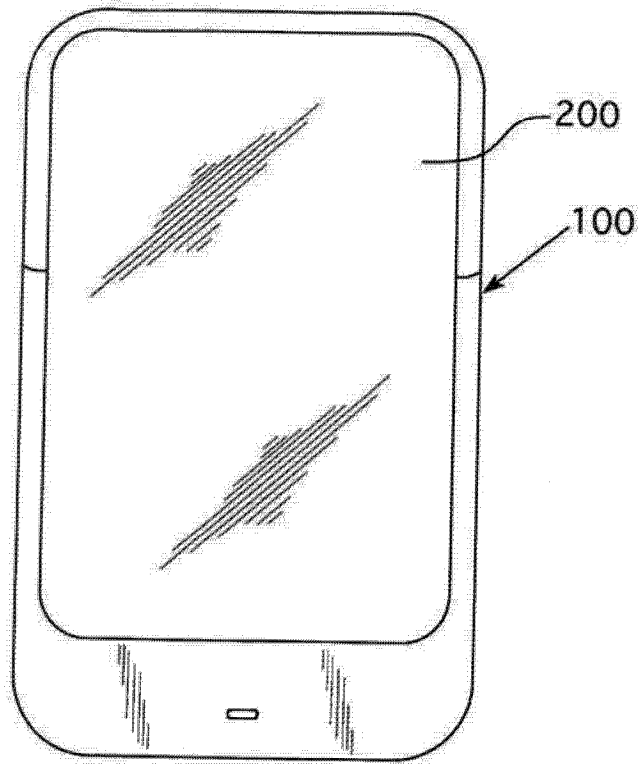


图 8A

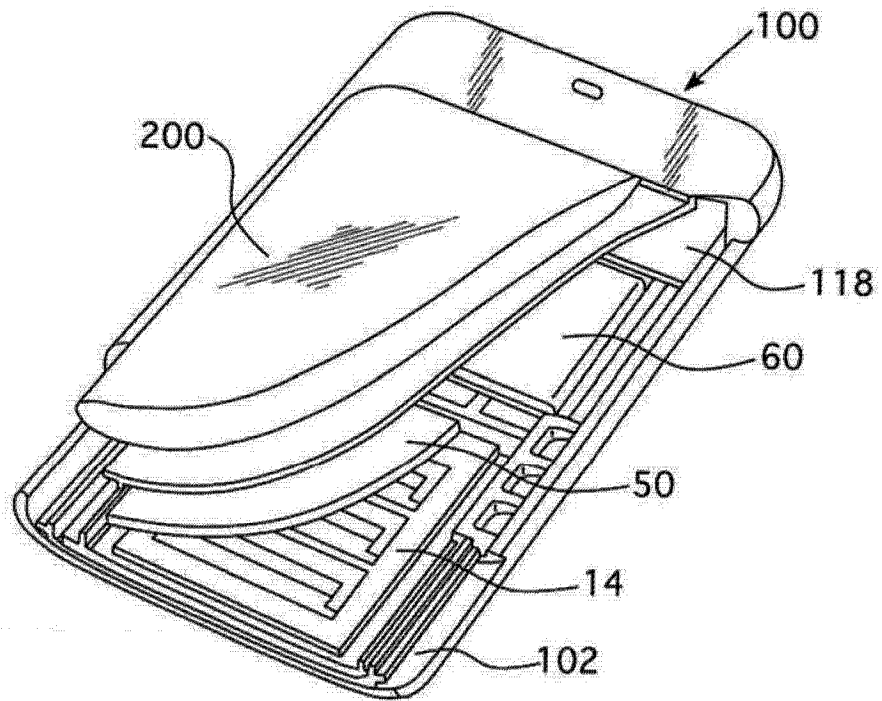


图 8B

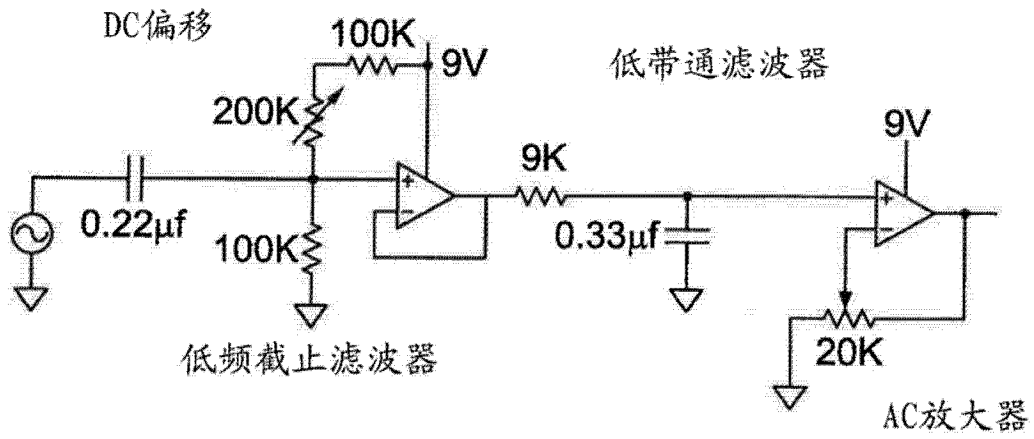


图 9A

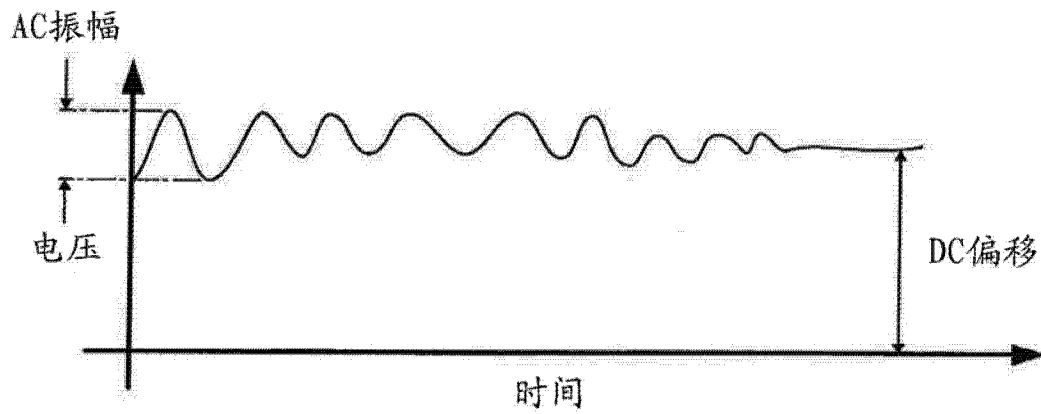
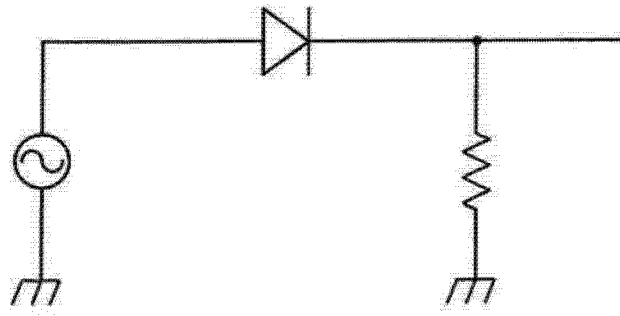
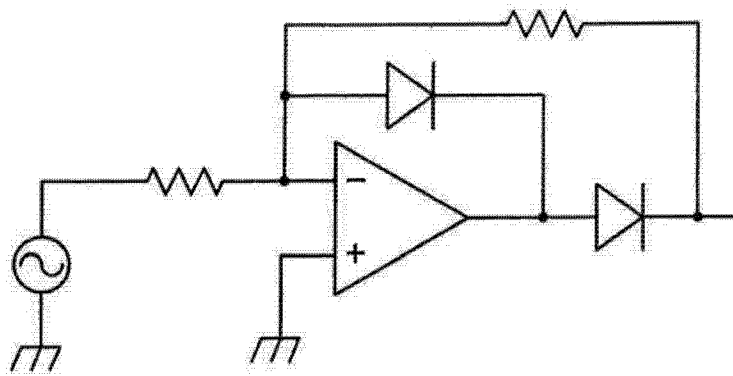


图 9B



正整流器

图 9C



用于另一相的负整流器&逆变器

图 9D



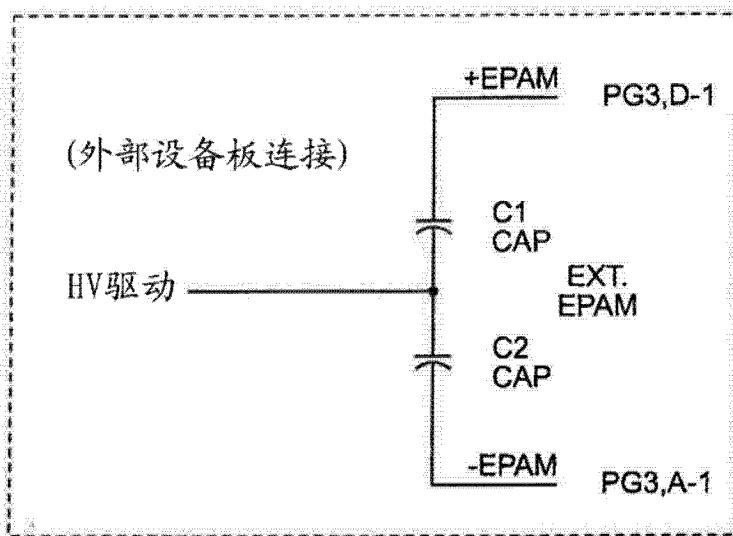


图 11A

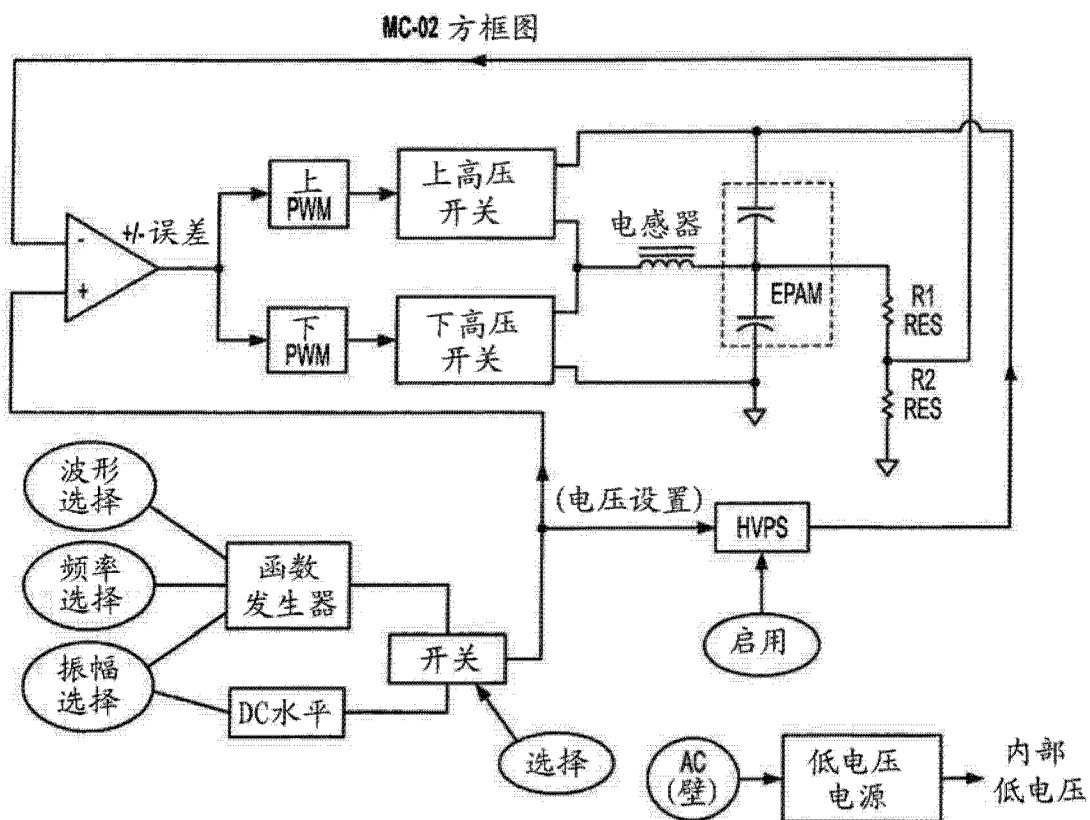


图 11B

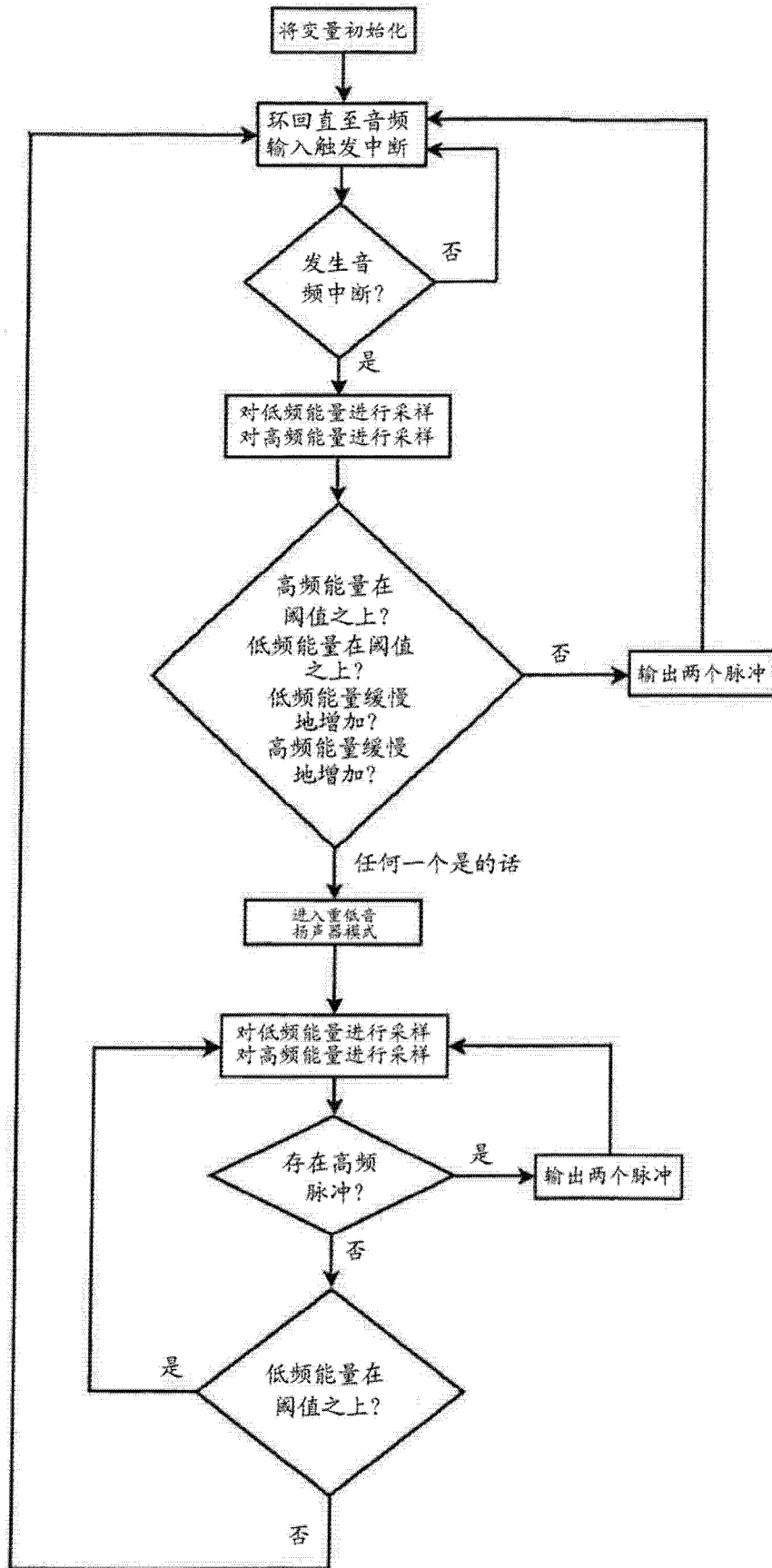


图 12A

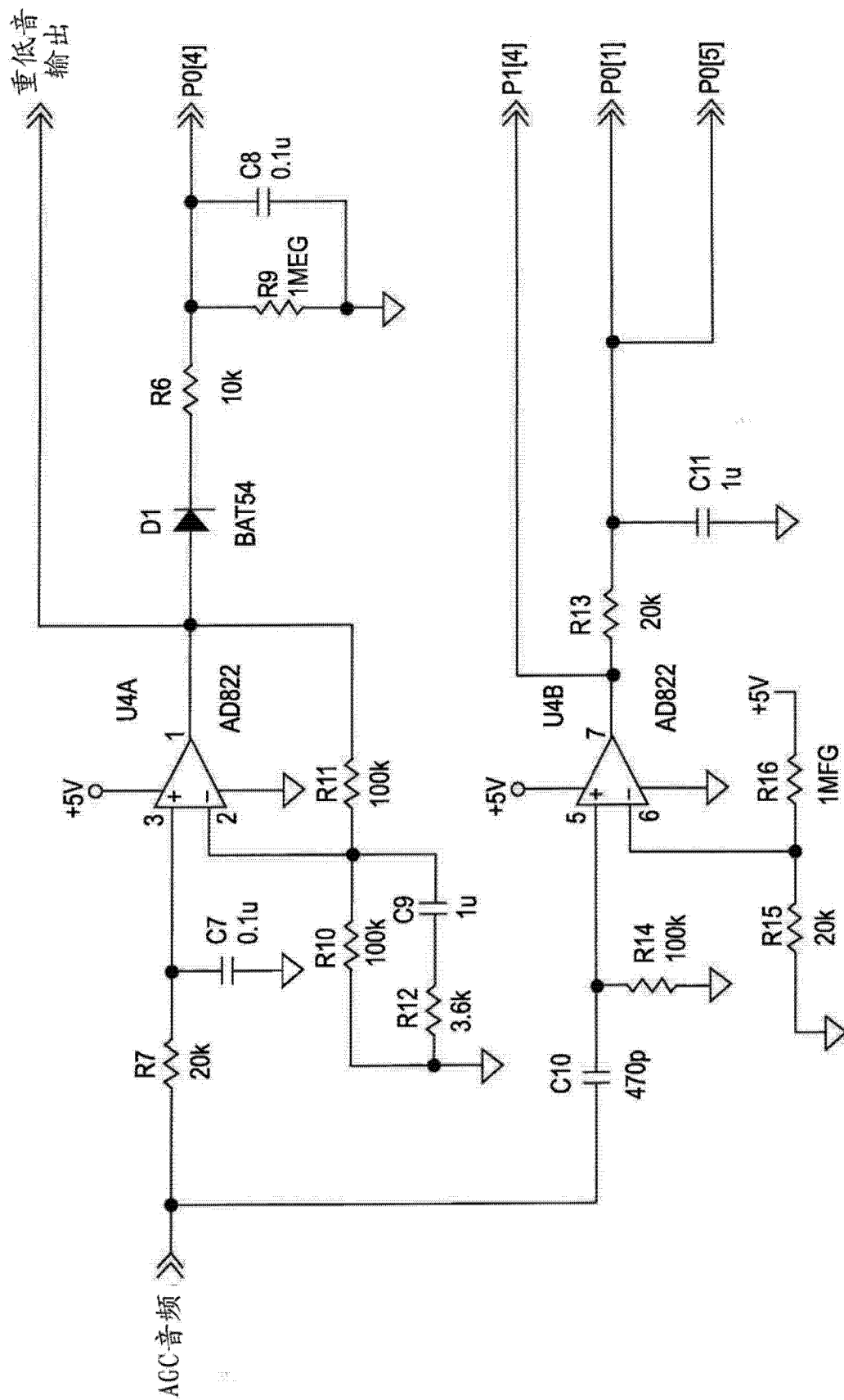


图 12B



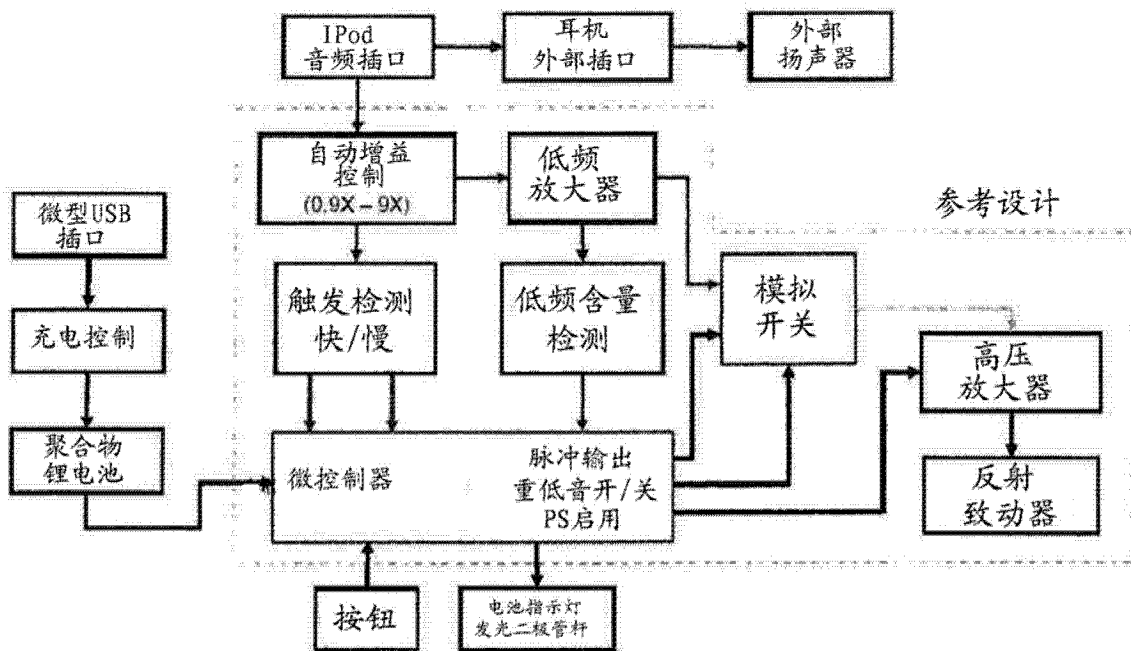


图 12C

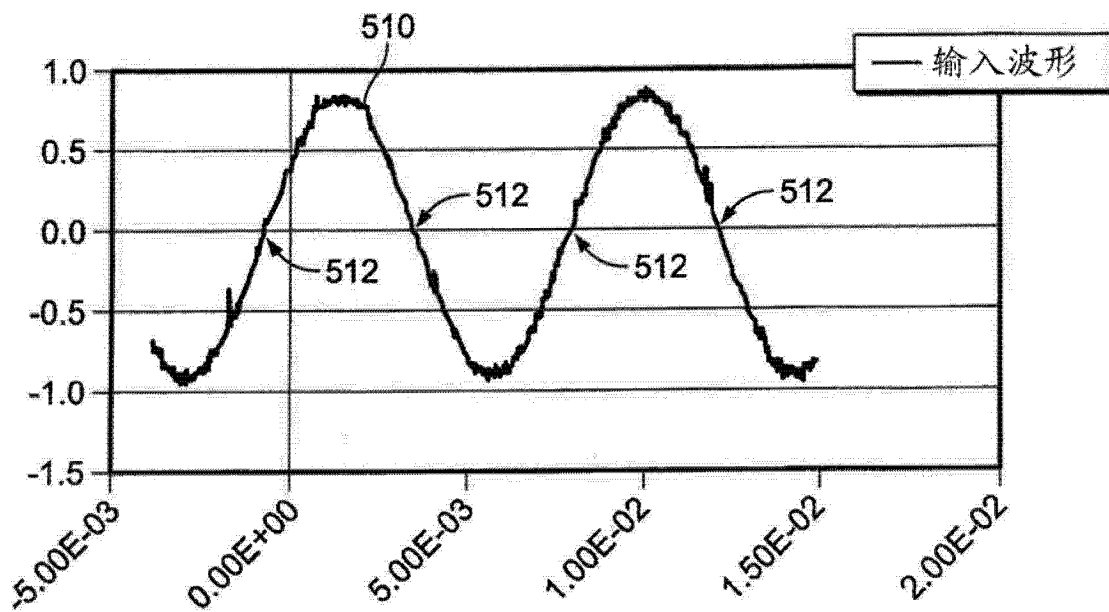


图 13A

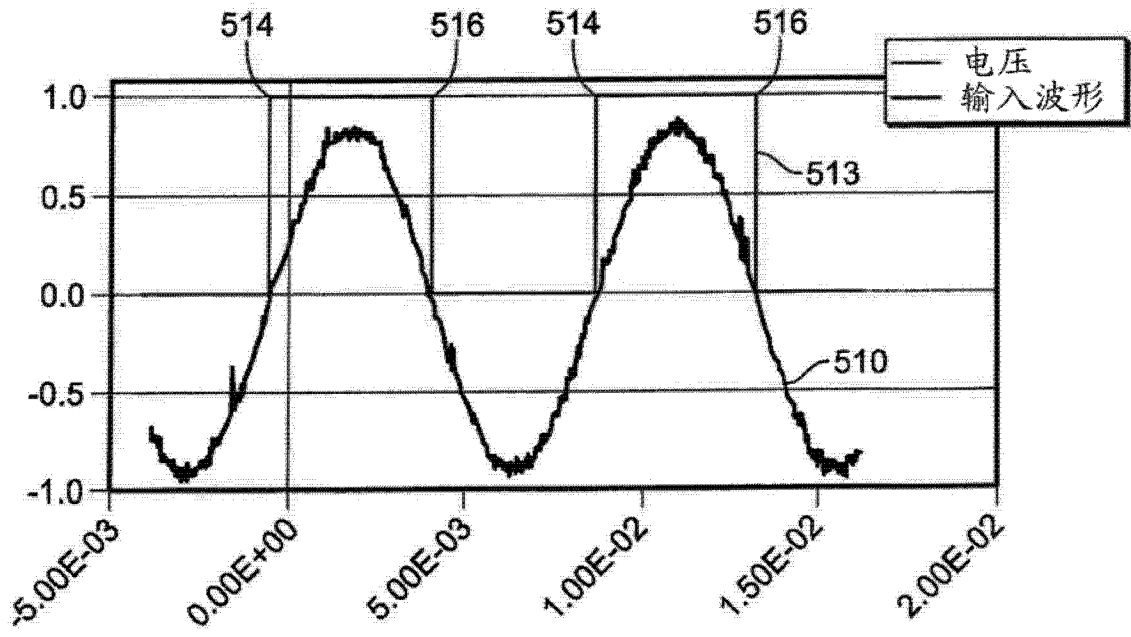


图 13B

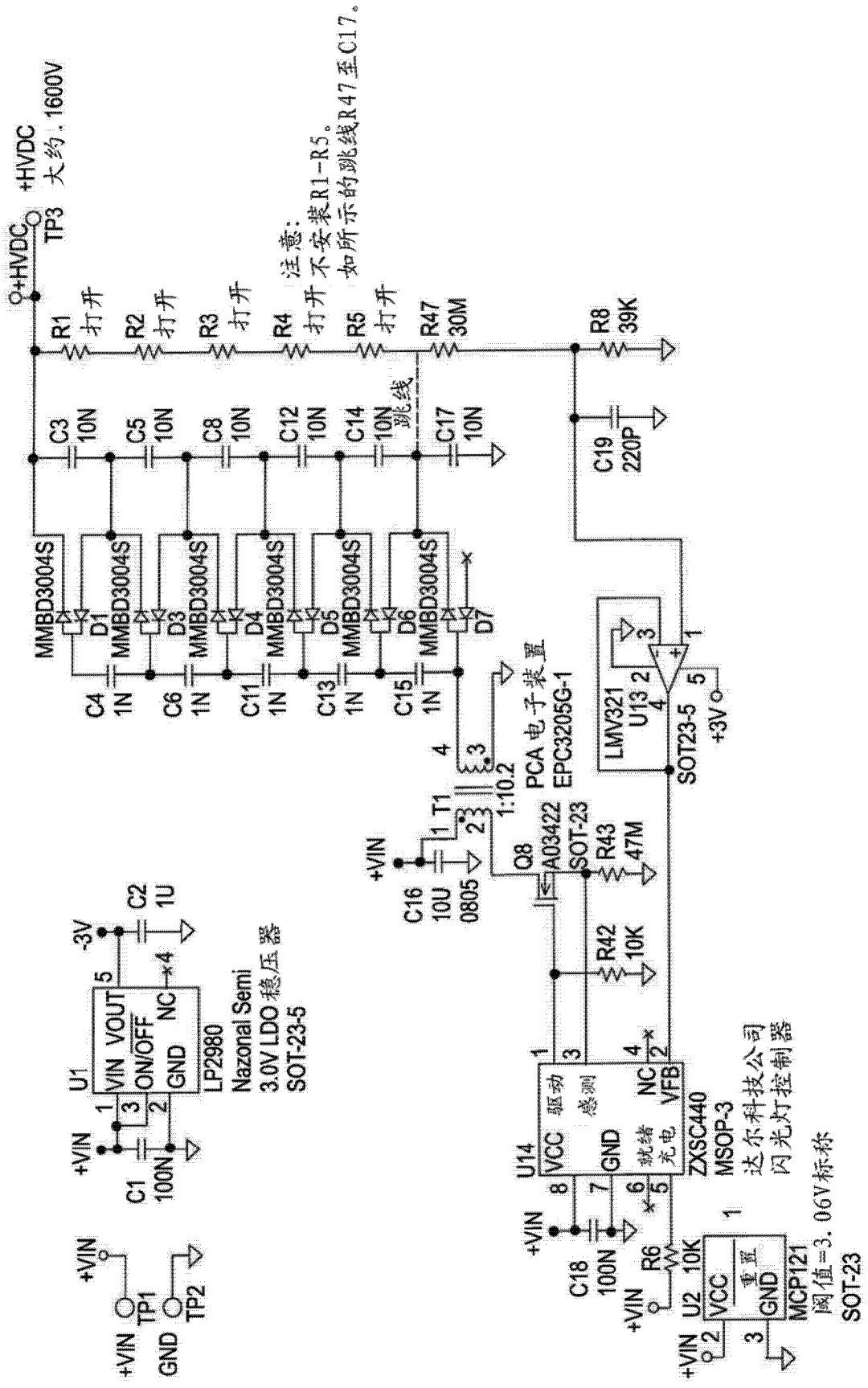


图 14A



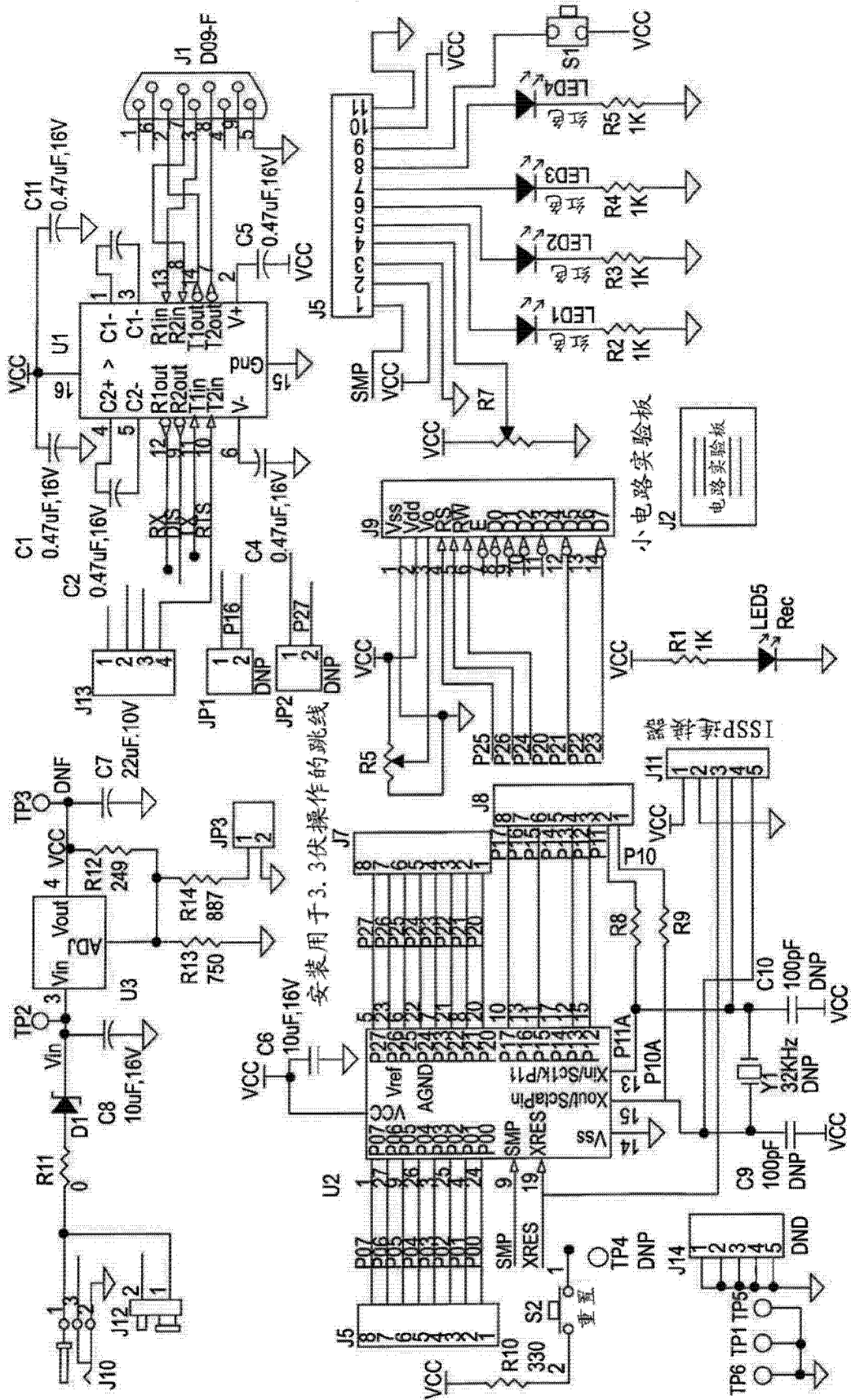


图 14C