



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103168283 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 19

(21) 申请号 201180050141. 9

代理人 李小芳

(22) 申请日 2011. 10. 14

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G06F 3/041 (2006. 01)

61/394, 054 2010. 10. 18 US

13/271, 049 2011. 10. 11 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 04. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/056436 2011. 10. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02012/054350 EN 2012. 04. 26

(71) 申请人 高通 MEMS 科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 S·K·加纳帕斯 N·I·布坎南

K·E·彼得森 D·W·伯恩斯

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

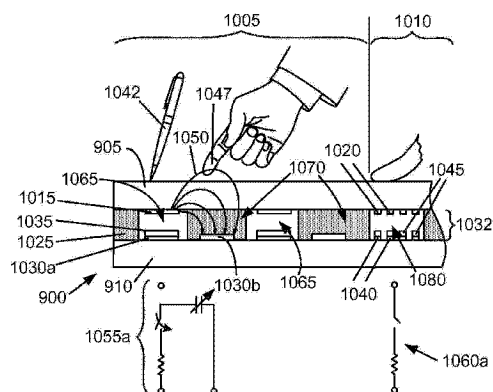
权利要求书3页 说明书36页 附图40页

(54) 发明名称

组合触摸、手写及指纹传感器

(57) 摘要

本公开提供了具有玻璃罩装置的显示设备的系统、方法和装置实现,该玻璃罩装置用作单点触摸或多点触摸传感器、用作手写(或笔记捕捉)输入设备、并且在一些配置中用作指纹传感器。传感器功能性和分辨率可被设计至玻璃罩装置上的特定位置。在一些此类实现中,指纹感测元件所在的区域可不仅提供指纹检测,而且还提供手写及触摸功能性。在一些其它实现中,该指纹传感器可被分隔在仅提供指纹功能性的分开的高分辨率区划中。



1. 一种装置,包括:
第一基本透明基板;
第一多个基本透明电极,其形成于所述第一基本透明基板的第一手写及触摸传感器区划中;
第二多个基本透明电极,其形成于所述第一基本透明基板的第一指纹传感器区划中;
第一多个电阻器,其形成于所述第一多个电极中的一些但不是全部电极上;
第二多个电阻器,其形成于所述第二多个电极上;
第二基本透明基板;
第三多个基本透明电极,其形成于所述第二基本透明基板的第二手写及触摸传感器区划中;以及
第四多个基本透明电极,其形成于所述第二基本透明基板的第二指纹传感器区划中,所述第四多个电极的间距与所述第二多个电极的间距基本相同,所述第四多个电极的电极位置对应于所述第二多个电极的第二电极位置。
2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述装置的手写传感器区划包括形成于所述第二多个电极上的所述第二多个电阻器。
3. 如权利要求 1 或权利要求 2 所述的装置,其特征在于,还包括:
力敏电阻器材料,其部署在所述第二多个电极与所述第四多个电极之间。
4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的装置,其特征在于,所述第一多个电阻器形成于所述第一多个电极的第一实例上,其中所述第一多个电阻器不形成于所述第一多个电极的第二实例上,且其中所述第一多个电极的所述第二实例被配置为触摸传感器电极。
5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述触摸传感器电极被配置成检测所述第三多个电极与所述第一多个电极的所述第二实例之间的电容变化。
6. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述触摸传感器电极被配置成充当投射式电容性触摸传感器电极。
7. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,还包括:
基本透明弹性材料,其从所述第一多个电极的所述第二实例延伸至所述第二基板。
8. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述第一多个电极的所述第一实例被配置为手写传感器电极。
9. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述第一多个电极的所述第二实例被配置成检测由所述第三多个电极与所述第一多个电极的所述第二实例之间的距离变化引起的电容变化。
10. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述第一多个电极的所述第一实例被配置成检测由所述第三多个电极与所述第一多个电极的所述第一实例之间的距离变化引起的电阻变化。
11. 如权利要求 7 所述的装置,其特征在于,所述基本透明弹性材料不从所述第一多个电极的所述第一实例延伸至所述第二基板。
12. 如权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述第一多个电极的所述第二实例被配置成根据所检测到的电容变化来确定由所施加的力或压力造成的所述第二基本透明基板的位移的模拟变化。

13. 如权利要求 1 至 12 中任一项所述的装置,其特征在于,进一步包括:
显示器;
处理器,其被配置成与所述显示器通信,所述处理器被配置成处理图像数据;以及
存储器设备,其配置成与所述处理器通信。
14. 如权利要求 13 所述的装置,其特征在于,还包括:
驱动器电路,其配置成将至少一个信号发送给所述显示器;以及
控制器,其配置成将所述图像数据的至少一部分发送给所述驱动器电路。
15. 如权利要求 13 所述的装置,其特征在于,还包括:
图像源模块,其配置成将所述图像数据发送给所述处理器,其中所述图像源模块包括接收器、收发器和发射器中的至少一者。
16. 如权利要求 13 所述的装置,其特征在于,还包括:
输入设备,其配置成接收输入数据并将所述输入数据传达给所述处理器。
17. 一种设备,包括:
第一基本透明基板装置;
第一电极装置,其形成于所述第一基本透明基板装置的第一手写及触摸传感器区划中;
第二电极装置,其形成于所述第一基本透明基板装置的第一指纹传感器区划中,所述第二电极装置间隔得比所述第一电极装置更紧密;
第一电阻器装置,其形成于所述第一电极装置中的一些但不是全部电极装置上;
第二电阻器装置,其形成于所述第二电极装置上;
第二基本透明基板装置;
第三电极装置,其形成于所述第二基本透明基板装置的第二手写及触摸传感器区划中;
第四电极装置,其形成于所述第二基本透明基板装置的第二指纹传感器区划中,所述第四电极装置的间距与所述第二电极装置的间距基本相同,所述第四电极装置具有第一电极位置,所述第一电极位置对应于所述第二电极装置的第二电极位置。
18. 如权利要求 17 所述的设备,其特征在于,所述第一电阻器装置形成于所述第一电极装置的第一实例上,其中所述第一电阻器装置不形成于所述第一电极装置的第二实例上,且其中所述第一电极装置的所述第二实例被配置为触摸传感器电极装置。
19. 如权利要求 18 所述的设备,其特征在于,所述触摸传感器电极装置包括用于检测所述第三电极装置与所述第一电极装置的所述第二实例之间的电容变化的装置。
20. 如权利要求 18 所述的设备,其特征在于,所述触摸传感器电极装置包括投射式电容性触摸传感器电极装置。
21. 如权利要求 18 所述的设备,其特征在于,所述第一电极装置的所述第一实例包括手写传感器电极装置。
22. 如权利要求 18 所述的设备,其特征在于,所述第一电极装置的所述第二实例包括用于检测由所述第三电极装置与所述第一电极装置的所述第二实例之间的距离变化引起的电容变化的装置。
23. 如权利要求 18 所述的设备,其特征在于,所述第一电极装置的所述第一实例包括

用于检测由所述第三电极装置与所述第一电极装置的所述第一实例之间的距离变化引起的电阻变化的装置。

24. 一种装置,包括:

第一基本透明基板;

第一多个基本透明电极,其形成于所述第一基本透明基板的第一手写及触摸传感器区划中;

第二多个基本透明电极,其形成于所述第一基本透明基板的第一指纹传感器区划中,所述第二多个电极间隔得比所述第一多个电极更紧密;

第一多个电阻器,其形成于所述第一多个电极中的一些但不是全部电极上;

第二多个电阻器,其形成于所述第二多个电极上;

第二基本透明基板;

第三多个基本透明电极,其形成于所述第二基本透明基板的第二手写及触摸传感器区划中;

第四多个基本透明电极,其形成于所述第二基本透明基板的第二指纹传感器区划中,所述第四多个电极的间距与所述第二多个电极的间距基本相同,所述第四多个电极的电极位置对应于所述第二多个电极的第二电极位置;以及

传感器控制系统,其配置成用于与所述第二和第四多个基本透明电极通信,所述传感器控制系统进一步配置成用于根据从所述第二和第四多个基本透明电极接收到的电信号来处理指纹传感器数据。

25. 如权利要求 24 所述的装置,其特征在于,所述传感器控制系统进一步配置成用于与所述第一和第三多个基本透明电极通信,所述传感器控制系统进一步配置成用于根据从所述第一和第三多个基本透明电极接收到的电信号来处理手写及触摸传感器数据。

26. 如权利要求 24 或权利要求 25 所述的装置,其特征在于,还包括:

显示器;

处理器,其被配置成与所述显示器通信,所述处理器被配置成处理图像数据;以及存储器设备,其配置成与所述处理器通信。

27. 如权利要求 26 所述的装置,其特征在于,所述传感器控制系统包括所述处理器。

28. 如权利要求 26 所述的装置,其特征在于,所述传感器控制系统与所述处理器分开,但被配置成用于与所述处理器通信。

29. 如权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述处理器被配置成至少部分地根据从所述传感器控制系统接收到的信号来控制所述显示器。

30. 如权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述处理器被配置成至少部分地根据从所述传感器控制系统接收到的信号来控制对所述显示器的访问。

31. 如权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述处理器被配置成至少部分地根据从所述传感器控制系统接收到的用户输入信号来控制所述显示器。

组合触摸、手写及指纹传感器

[0001] 优先权要求

[0002] 本申请要求于 2010 年 10 月 18 日提交的题为“COMBINATION TOUCH, HANDWRITING AND FINGERPRINT SENSOR(组合触摸、手写及指纹传感器)”(代理人案卷号为 QUALP045P/102908P1) 的美国临时专利申请 No. 61/394,054 的优先权,其通过援引通用地纳入于此。本申请还要求于 2011 年 10 月 11 日提交的题为“COMBINATION TOUCH, HANDWRITING AND FINGERPRINT SENSOR(组合触摸、手写及指纹传感器)”(代理人案卷号为 QUALP045A/102908U1) 的美国专利申请 No. 13/271,049 的优先权,其通过援引通用地纳入于此。

技术领域

[0003] 本公开涉及显示设备,包括但不限于结合有多功能触摸屏的显示设备。

[0004] 相关技术描述

[0005] 机电系统 (EMS) 包括具有电气及机械元件、致动器、换能器、传感器、光学组件(包括镜子)以及电子器件的设备。机电系统可以在各种尺度上制造,包括但不限于微米尺度和纳米尺度。例如,微机电系统 (MEMS) 器件可包括具有范围从大约一微米到数百微米或以上的大小的结构。纳米机电系统 (NEMS) 器件可包括具有小于一微米的大小(包括,例如小于几百纳米的大小)的结构。机电元件可使用沉积、蚀刻、光刻和/或蚀刻掉基板和/或所沉积材料层的部分或添加层以形成电气及机电器件的其它微机械加工工艺来制作。

[0006] 一种类型的 EMS 器件被称为干涉测量 (interferometric) 调制器 (IMOD)。如本文所使用的,术语干涉测量调制器或干涉测量光调制器是指使用光学干涉原理来选择性地吸收和/或反射光的器件。在一些实现中,干涉测量调制器可包括一对导电板,这对导电板中的一者或两者可以是完全或部分透明的和/或反射性的,且能够在施加恰适电信号时进行相对运动。在一实现中,一块板可包括沉积在基板上的静止层,而另一块板可包括与该静止层相隔一间隙的反射膜。一块板相对于另一块板的位置可改变入射在该干涉测量调制器上的光的光学干涉。干涉测量调制器器件具有范围广泛的应用,且预期将用于改善现有产品以及创造新产品,尤其是具有显示能力的那些产品。

[0007] 增加触摸屏在手持设备中的使用会造成现在包括显示器、触摸面板和玻璃罩的模块的复杂性和成本增大。设备中的每一层都会增加厚度,并且需要用于附连至相邻基板的昂贵的玻璃至玻璃接合解决方案。对于反射式显示器,当还需要整合正面光时,这些问题可进一步加剧,从而增加模块的厚度和成本。

[0008] 概述

[0009] 本公开的系统、方法和设备各自具有若干个创新性方面,其中并不由任何单个方面全权负责本文中所公开的期望属性。本文所描述的一些实现提供了一种组合式传感器器件,其组合了电容性和电阻性技术的各方面以用于触摸感测、手写输入及指纹成像。一些此类实现提供了一种触摸传感器,其组合了电容性和电阻性技术以实现覆盖在显示器上的多特征用户输入传感器。

[0010] 在一些此类实现中,消费者设备(诸如蜂窝电话、电子阅读器或平板计算机)的玻璃罩装置附加地用作具有单点或多点触摸传感器、手写或指示笔输入设备和/或指纹传感器的组合式传感器器件的部分。玻璃罩装置可包括2层、3层或更多层。用于形成玻璃罩装置的基板可由各种合适的基本透明材料(诸如,实际玻璃、塑料、聚合物等)形成。具有触摸、手写和/或指纹检测能力的此类玻璃罩装置可例如覆盖在显示器上。

[0011] 本公开中所描述的主题内容的一个创新性方面可实现在包括第一基本透明基板的装置中。第一多个基本透明电极可形成于第一基本透明基板的第一手写及触摸传感器区划中,以及第二多个基本透明电极可形成于第一基本透明基板的第一指纹传感器区划中。第一多个电阻器可形成于该第一多个电极中的一些但不是全部电极上,以及第二多个电阻器可形成于该第二多个电极上。该装置的手写传感器区划可包括形成于该第二多个电极上的该第二多个电阻器。

[0012] 该装置可包括第二基本透明基板。第三多个基本透明电极可形成于第二基本透明基板的第二手写及触摸传感器区划中。第四多个基本透明电极可形成于第二基本透明基板的第二指纹传感器区划中。该第四多个电极的间距可与该第二多个电极的间距基本相同,并且该第四多个电极可具有第一电极位置,这些第一电极位置对应于该第二多个电极的第二电极位置。该装置可包括力敏电阻器材料,其部署在该第二多个电极与第四多个电极之间。

[0013] 该第一多个电阻器可形成于该第一多个电极的第一实例上。该第一多个电阻器可不形成于该第一多个电极的第二实例上。该第一多个电极的第二实例可被配置为触摸传感器电极。该触摸传感器电极可被配置成检测该第三多个电极与该第一多个电极的第二实例之间的电容变化。该触摸传感器电极可被配置成充当投射式电容性触摸传感器电极。

[0014] 该第一多个电极的第一实例可被配置为手写传感器电极。该第一多个电极的第二实例可被配置成检测由该第三多个电极与该第一多个电极的第二实例之间的距离变化引起的电容变化。该第一多个电极的第二实例可被配置成根据所检测到的电容变化来确定由所施加的力或压力造成的该第二基本透明基板的位移的模拟变化。该第一多个电极的第一实例被配置成检测由该第三多个电极与该第一多个电极的第一实例之间的距离变化引起的电阻变化。

[0015] 该装置还可包括基本透明弹性材料,其从该第一多个电极的第二实例延伸至该第二基板。在一些实现中,该基本透明弹性材料可以不从该第一多个电极的第一实例延伸至该第二基板。该装置可包括基本透明的力敏电阻器材料,其部署在该第一多个电极与第三多个电极之间。

[0016] 该装置可包括显示器以及配置成与该显示器通信的处理器。该处理器可配置成处理图像数据。该装置可包括配置成与该处理器通信的存储器设备。该装置可包括配置成将至少一个信号发送给该显示器的驱动器电路以及配置成将图像数据的至少一部分发送至该驱动器电路的控制器。该装置可包括图像源模块,其配置成将图像数据发送至该处理器。该图像源模块可包括接收器、收发器和发射器中的至少一者。该装置可包括配置成接收输入数据并将输入数据传达给处理器的输入设备。

[0017] 本公开中所描述的主题内容的另一个创新性方面可实现在包括第一基本透明基板的替换设备中。第一电极阵列可形成于第一基本透明基板的第一手写及触摸传感器区划

中。第二电极阵列可形成于第一基本透明基板的第一指纹传感器区划中。在一些实现中，第二电极阵列可间隔得比第一电极阵列更紧密。然而，在其它实现中，第二电极阵列可以间隔得不比第一电极阵列更紧密。

[0018] 第一电阻器可形成于第一电极阵列中的一些但不是全部电极上。第二电阻器可形成于该第二电极阵列上。

[0019] 该装置可包括第二基本透明基板。第三电极阵列可形成于第二基本透明基板的第二手写及触摸传感器区划中。第四电极阵列可形成于第二基本透明基板的第二指纹传感器区划中。第四电极阵列的间距可与第二电极阵列的间距基本相同。第四电极阵列可具有第一电极位置，这些第一电极位置对应于第二电极阵列的第二电极位置。

[0020] 这些第一电阻器可形成于第一电极阵列中的第一电极实例上。这些第一电阻器可以不形成于第一电极阵列中的第二电极实例上。这些第二电极实例可被配置为触摸传感器电极。该设备可被配置成用于检测第三电极阵列中的电极与这些第二电极实例之间的电容变化。该设备可被配置成用于投射式电容性触摸传感器操作。这些第一电极实例可包括手写传感器电极。该设备可被配置成用于检测由第三电极阵列中的电极与这些第二电极实例之间的距离变化引起的电容变化。该设备可被配置成用于检测由第三电极阵列中的电极与这些第一电极实例之间的距离变化引起的电阻变化。

[0021] 本公开所描述的主题内容的另一创新方面可实现在一种包括第一基本透明基板的替换装置中，该第一基本透明基板具有形成于第一手写及触摸传感器区划中的第一多个基本透明电极、以及形成于第一指纹传感器区划中的第二多个基本透明电极。取决于实现，该第二多个电极间隔得可能比或可能不比该第一多个电极更紧密。该装置可包括形成于该第一多个电极中的一些但不是全部电极上的第一多个电阻器、以及形成于该第二多个电极上的第二多个电阻器。

[0022] 该装置可包括第二基本透明基板，该第二基本透明基板具有形成于第二手写及触摸传感器区划中的第三多个基本透明电极、以及形成于第二指纹传感器区划中的第四多个基本透明电极。该第四多个电极的间距可与该第二多个电极的间距基本相同。该第四多个电极的电极位置可对应于该第二多个电极的电极位置。

[0023] 该装置可包括传感器控制系统，其配置成用于与该第二和第四多个基本透明电极通信。该传感器控制系统可进一步配置成用于根据从该第二和第四多个基本透明电极接收到的电信号来处理指纹传感器数据。

[0024] 该传感器控制系统可进一步配置成用于与该第一和第三多个基本透明电极通信。该传感器控制系统可进一步配置成用于根据从该第一和第三多个基本透明电极接收到的电信号来处理手写及触摸传感器数据。

[0025] 该装置可包括显示器以及配置成与该显示器通信的处理器。该处理器可配置成处理图像数据。该装置可包括配置成与该处理器通信的存储器设备。在一些实现中，该传感器控制系统包括该处理器。在替换实现中，该传感器控制系统与该处理器分开，但被配置成用于与该处理器通信。该处理器可被配置成至少部分地根据从该传感器控制系统接收到的信号来控制该显示器。该处理器可被配置成至少部分地根据从该传感器控制系统接收到的信号来控制对该显示器的访问。该处理器可被配置成至少部分地根据从该传感器控制系统接收到的用户输入信号来控制该显示器。

[0026] 本说明书中所描述的主题内容的一个或多个实现的详情在附图及以下描述中阐述。尽管本概述提供的示例主要是以基于 MEMS 的显示器的形式来描述的,但是本文提供的构思可适用于其他类型的显示器,诸如液晶显示器、有机发光二极管 (“OLED”) 显示器和场致发射显示器。其它特征、方面和优点将从该描述、附图和权利要求书中变得明了。注意,以下附图的相对尺寸可能并非按比例绘制。

[0027] 附图简述

[0028] 图 1 示出描绘了干涉测量调制器 (IMOD) 显示设备的一系列像素中的两个毗邻像素的等轴视图的示例。

[0029] 图 2 示出解说纳入了 3×3 干涉测量调制器显示器的电子设备的系统框图的示例。

[0030] 图 3 示出解说图 1 的干涉测量调制器的可移动反射层位置相对于所施加电压的图示的示例。

[0031] 图 4 示出解说在施加各种共用电压和分段电压时干涉测量调制器各种状态的表的示例。

[0032] 图 5A 示出解说图 2 的 3×3 干涉测量调制器显示器中的一帧显示数据的图示的示例。

[0033] 图 5B 示出可用于写图 5A 中所解说的该帧显示数据的共用信号和分段信号的时序图的示例。

[0034] 图 6A 示出图 1 的干涉测量调制器显示器的局部横截面的示例。

[0035] 图 6B-6E 示出干涉测量调制器的不同实现的横截面的示例。

[0036] 图 7 示出解说干涉测量调制器的制造过程的流程图的示例。

[0037] 图 8A-8E 示出制作干涉测量调制器的方法中的各个阶段的横截面示意图解的示例。

[0038] 图 9A 示出形成于玻璃罩上的传感器电极的示例。

[0039] 图 9B 示出形成于玻璃罩上的传感器电极的替换示例。

[0040] 图 10A 示出组合式传感器器件的横截面视图的示例。

[0041] 图 10B-10D 示出替换的组合式传感器器件的横截面视图的示例。

[0042] 图 11A-10D 示出具有高模数和低模数可压缩层的组合式传感器器件的横截面视图的示例。

[0043] 图 12 示出包括具有组合触摸、手写及指纹传感器的玻璃罩的设备的示例。

[0044] 图 13 示出力敏开关实现的俯视图的示例。

[0045] 图 14 示出穿过图 13 中所示的力敏开关实现的行的横截面的示例。

[0046] 图 15A 示出表示图 13 和 14 中所示的实现的组件的电路图的示例。

[0047] 图 15B 示出表示与图 13 和 14 相关的替换实现的组件的电路图的示例。

[0048] 图 16 示出解说组合式传感器器件的制造过程的流程图的示例。

[0049] 图 17A-17D 示出在图 16 的制造过程的各种阶段期间的部分形成的组合式传感器器件的示例。

[0050] 图 18A 示出解说组合式传感器器件的高级架构的框图的示例。

[0051] 图 18B 示出解说用于组合式传感器器件的控制系统的框图的示例。

[0052] 图 18C 示出用于组合式传感器器件中的感测件的物理组件及其电学等效的示例

表示。

[0053] 图 18D 示出组合式传感器器件的替换感测件的示例。

[0054] 图 18E 示出表示组合式传感器器件中的感测件的等效电路组件的示意图的示例。

[0055] 图 18F 示出可配置成用于手写或指示笔模式感测的组合式传感器器件的运算放大器电路的示例。

[0056] 图 18G 示出配置成用于触摸模式感测的图 18F 的运算放大器电路的示例。

[0057] 图 18H 示出包括箝位电路的用于组合式传感器器件的运算放大器电路的示例。

[0058] 图 18I 示出箝位电路传递函数的示例。

[0059] 图 18J 示出箝位电路的电路图的示例。

[0060] 图 19 示出替换的组合式传感器器件的部分的横截面的示例。

[0061] 图 20 示出用于组合式传感器器件的布线的俯视图的示例。

[0062] 图 21A 示出穿过图 20 中所示的组合式传感器器件的横截面视图的示例。

[0063] 图 21B 示出包裹式实现的横截面视图的示例。

[0064] 图 22 示出解说基于指纹的用户认证过程的流程图的示例。

[0065] 图 23A 示出可被配置成用于进行安全商业交易的移动设备的示例。

[0066] 图 23B 示出将指纹安全式移动设备用于物理进入应用的示例。

[0067] 图 24A 示出安全平板设备的示例。

[0068] 图 24B 示出替换的安全平板设备的示例。

[0069] 图 25A 和 25B 示出解说包括组合式传感器器件的显示设备的系统框图的示例。

[0070] 各个附图中相似的附图标记和命名指示相似要素。

[0071] 具体描述

[0072] 以下描述针对旨在用于描述本公开的创新性方面的某些实现。然而，本领域普通技术人员将容易认识到本文的教义可以多种不同方式来应用。所描述的实现可在可配置成显示图像的任何设备或系统中实现，无论该图像是运动的（例如，视频）还是不动的（例如，静止图像），且无论其是文本的、图形的还是画面的。更具体而言，构想了所描述的实现可被包括在各种各样的电子设备中或与各种各样的电子设备相关联，这些电子设备诸如但不限于：移动电话、具有因特网能力的多媒体蜂窝电话、移动电视接收机、无线设备、智能电话、蓝牙®设备、个人数据助理（PDA）、无线电子邮件接收器、手持式或便携式计算机、上网本、笔记本、智能本、平板电脑、打印机、复印机、扫描仪、传真设备、GPS 接收机 / 导航仪、相机、MP3 播放器、摄录像机、游戏控制台、手表、钟表、计算器、电视监视器、平板显示器、电子阅读设备（即，电子阅读器）、计算机监视器、汽车显示器（包括里程表和速度表显示器等）、驾驶座舱控件和 / 或显示器、相机取景显示器（诸如车辆中的后视相机的显示器）、电子照片、电子告示牌或招牌、投影仪、建筑结构、微波炉、冰箱、立体音响系统、卡式录音机或播放器、DVD 播放器、CD 播放器、VCR、无线电、便携式存储器芯片、洗衣机、烘干机、洗衣机 / 烘干机、停车计时器、封装（诸如在机电系统、微机电系统和非 MEMS 应用中）、美学结构（例如，关于一件珠宝的图像的显示）以及各种各样的 EMS 设备。本文中的教示还可用于在非显示器应用中，诸如但不限于：电子交换设备、射频滤波器、传感器、加速计、陀螺仪、运动感测设备、磁力计、用于消费者电子设备的惯性组件、消费者电子产品的部件、可变电抗器、液晶设备、电泳设备、驱动方案、制造工艺以及电子测试装备。因此，这些教示无意被局限于只

是在附图中描绘的实现,而是具有如本领域普通技术人员将容易明白的广泛应用性。

[0073] 本文所描述的一些实现组合了电容性和电阻性技术的新颖方面以用于触摸感测、对手写输入的指示笔检测、以及指纹成像。一些此类实现提供了一种组合式传感器器件,其至少一部分可被纳入玻璃罩装置中,该玻璃罩装置可覆盖在显示器上或以其它方式与显示器组合。玻璃罩装置可具有 2 层、3 层或更多层。在一些实现中,玻璃罩装置可包括基本透明且柔性的上基板、以及基本透明且相对较坚硬的下基板。在一些此类实现中,玻璃罩装置的下基板可覆盖在显示器基板上。在替换此类实现中,玻璃罩装置的下基板可以是显示器基板。例如,玻璃罩装置的下基板可以是其上制造有 IMOD 器件的同一透明基板,如下文所描述的。

[0074] 本文描述了此类传感器器件的各种实现。在一些实现中,显示设备的该玻璃罩用作单点或多点触摸传感器、用作手写(或笔记捕捉)输入设备、以及用作指纹传感器。传感器功能性和分辨率可被设计至玻璃罩上的特定位置。在一些此类实现中,指纹感测元件所在的区域可不仅提供指纹检测,而且还提供手写及触摸功能性。在一些其它实现中,该指纹传感器可被隔离在仅提供指纹功能性的分开的高分辨率区划中。在一些实现中,该传感器器件用作组合触摸及指示笔输入器件。本文描述了各种制造方法,以及用于使用包括组合式传感器器件的设备的方法。

[0075] 可实现本公开中所描述的主题内容的具体实现以达成以下潜在优点中的一项或更多项。本文所描述的一些实现组合了电容性和电阻性技术的各方面以用于触摸感测、手写输入、以及在一些情形中的指纹成像。一些此类实现提供了一种触摸传感器,其组合了电容性和电阻性技术以实现可覆盖在显示器上的多功能用户输入传感器。该组合式传感器器件的一些实现消除了在一些常规的基于投射式电容性触摸(PCT)的设备中部署在玻璃罩与显示器玻璃之间的中间触摸传感器层。相应地,一些此类实现可减轻或消除 PCT 和电阻性技术的至少一些缺点。

[0076] 混合 PCT 及数字电阻性触摸(DRT)实现允许例如用 DRT 方面来检测按压在显示器上的窄指示笔尖端,同时还允许使用 PCT 方面来检测用手指在显示器上的极轻的掠过或靠近的悬浮。该传感器器件能接受任何形式的指示笔或笔输入,不管其是导电的还是非导电的。一些或所有感测件(sense1)中可包括透明或有效透明的力敏电阻器以改善光学和电学性能。

[0077] 根据一些实现,该组合传感器可包括两个或更多图案化层,其中一些图案化层可在不同基板上。上(或外)基板可例如由塑料形成,诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚酰亚胺或类似材料。上基板也可以是基本透明的,并且具有图案化在其底侧上的基本透明导体,诸如氧化铟锡(ITO)。下基板可由基本透明的基板材料(诸如,玻璃)连同其它合适材料来形成。该基本透明基板的顶表面可以是基本透明的导体材料(诸如 ITO)的图案化层。在一些实现中,在上基板底侧和下基板上侧上的导体可被图案化成在这两个不同层中的每一层上连接为行或列的菱形电极。

[0078] 一些此类实现包括包裹式配置,其中该传感器器件的柔性上基板在延伸部分上具有图案化金属化物以允许信号线、电接地和功率的布线。此柔性上基板可包裹该玻璃罩装置的相对较坚硬的下基板的边缘。包括连接插口的一个或多个 IC 或无源组件可安装至柔性层上以降低成本和复杂性。寻址下基板上的传感器电极的信号线可被布线并连接至柔性

上基板底侧上的相应图案。此类实现具有消除对用于将上层的信号线电连接至集成电路和/或其它设备的柔性电缆的需要的潜在优点。该办法允许用于最终玻璃罩装置的一些版本的无边框配置。

[0079] 制造方法包括显著透明的基板和材料以提高底层显示器的光学性能。制造工艺可将柔性基板用于该传感器器件的至少一部分,且适于卷轴式加工以实现低成本。

[0080] 在该组合传感器的上下部分之间使用一致的弹性层可提高对来自指示笔的所施加压力或力的灵敏度,同时对于给定感测件节距提高了横向分辨率。该弹性材料可包括用于包含力敏电阻器的敞开区域。在仔细地选择弹性材料和 FSR 材料的情况下,可能伴随空气间隙的透射率损失得以最小化。

[0081] 力敏开关和局部电容器的阵列可被用于将局部电容器连接至相关联的 PCT 检测电路系统中,其中每个电容器形成有薄介电层以在通过按压指示笔或手指来闭合该力敏开关时达成高电容增大。因此,同一个 PCT 检测电路系统可用于检测在用手指触摸时的互电容变化(触摸模式)、以及在按压该力敏开关时的感测件电容变化(指示笔或指纹模式)。

[0082] 该组合式多功能传感器器件实现了单个触摸屏来执行诸如手写输入和指纹识别之类的附加功能。在一些实现中,这些多个特征允许通过用户认证得到增加的安全性,并且允许对手写的更好捕捉以及对于用户接口的更加交互式的办法。具有该传感器器件的手持式移动设备(诸如蜂窝电话)启用一系列应用,包括:将该移动设备作用于用户认证的网关以实现交易和物理进入;使用手写输入功能进行交易应用的签名识别和传输;以及使用手写输入特征来自动地捕捉学院环境中的学生或企业环境中的员工的笔记和其它文档。

[0083] 在一些此类实现中,分开的控制器可被配置成用于该传感器器件,或者该控制器可被包括作为应用处理器的部分。用于手写、触摸和指纹检测的软件可被包括在一个或多个控制器或应用处理器上。可用单个传感器器件通过扫描感测件的子集或通过聚集诸线或列而获得低、中等和高分辨率。可通过如下方式来降低功耗:使用控制器电学地聚集传感器像素(或者行或列),使得这些像素表现为低功率小阵列,直至需要具有较大阵列的较高分辨率。可通过关掉该传感器器件的部分或全部、关掉该控制器的部件、或采用降低的帧率上的第一级筛选来降低功耗。在一些此类实现中,组合 PCT 传感器和数字电阻性触摸(DRT)传感器具有无源电容器阵列(PCT)和无源电阻性开关阵列(DRT)。虽然触摸传感器和指示笔传感器系统通常使用不同的感测技术,但具有共同结构的整体办法节省了 PCB 部件计数,减小了 ASIC 实现的面积,降低了功率,以及消除了对触摸子系统与指示笔子系统之间的隔离的需要。

[0084] 可应用所描述实现的合适 EMS 或 MEMS 器件的一示例是反射式显示设备。反射式显示设备可纳入干涉测量调制器(IMOD)以使用光学干涉原理来选择性地吸收和/或反射入射到其上的光。IMOD 可包括吸收体、可相对于该吸收体移动的反射体、以及限定在该吸收体与该反射体之间的光学谐振腔。该反射体可被移至两个或多个不同位置,这可以改变光学谐振腔的大小并由此影响该干涉测量调制器的反射。IMOD 的反射谱可创建相当广的谱带,这些谱带可跨可见波长移位以产生不同颜色。谱带的位置可通过改变光学谐振腔的厚度来调节。改变光学谐振腔的一种方法是通过改变反射体的位置。

[0085] 图 1 示出描绘了干涉测量调制器(IMOD)显示设备的一系列像素中的两个毗邻像素的等轴视图的示例。该 IMOD 显示设备包括一个或多个干涉测量 MEMS 显示元件。在这些

设备中, MEMS 显示元件的像素可处于亮状态或暗状态。在亮(“松弛”、“打开”或“接通”)状态,显示元件将入射可见光的很大部分反射掉(例如,去往用户)。相反,在暗(“致动”、“关闭”或“关断”)状态,显示元件几乎不反射所入射的可见光。在一些实现中,可颠倒接通和关断状态的光反射性质。MEMS 像素可配置成主导性地在特定波长上发生反射,从而除了黑白以外还允许彩色显示。

[0086] IMOD 显示设备可包括 IMOD 的行/列阵列。每个 IMOD 可包括一对反射层,即,可移动反射层和固定的部分反射 (partially reflective) 层,这些反射层定位在彼此相距可变且可控的距离处以形成气隙(也称为光学间隙或腔)。可移动反射层可在至少两个位置之间移动。在第一位置(即,松弛位置),可移动反射层可定位在离该固定的部分反射层有相对较大距离处。在第二位置(即,致动位置),该可移动反射层可定位成更靠近该部分反射层。取决于可移动反射层的位置,从这两个层反射的入射光可相长地或相消地干涉,从而产生每个像素总体上的反射或非反射的状态。在一些实现中,IMOD 在未致动时可处于反射状态,此时反射可见谱内的光,并且在未致动时可处于暗状态,此时吸收和/或相消地干涉可见范围内的光。然而,在一些其它实现中,IMOD 可在未致动时处于暗状态,而在致动时处于反射状态。在一些实现中,所施加电压的引入可驱动像素改变状态。在一些其它实现中,所施加电荷可驱动像素改变状态。

[0087] 图 1 中所描绘的像素阵列部分包括两个毗邻的干涉测量调制器 12(即, IMOD 像素)。在左侧(如图所示)的 IMOD 12 中,可移动反射层 14 图解为处于离光学堆栈 16 有一距离(该距离可基于设计参数被预先确定)的松弛位置,光学堆栈 16 包括部分反射层。跨左侧的 IMOD 12 施加的电压 V_0 不足以引起对可移动反射层 14 的致动。在右侧的 IMOD 12 中,可移动反射层 14 图解为处于靠近、毗邻或触及光学堆栈 16 的致动位置。跨右侧的 IMOD 12 施加的电压 $V_{\text{偏置}}$ 足以移动可移动反射层 14 并可可将可移动反射层 14 维持在致动位置。

[0088] 在图 1 中,这些像素 12 的反射性质用指示入射在像素 12 上的光的箭头 13、以及从左侧的像素 12 反射的光的箭头 15 来一般化地解说。本领域普通技术人员将容易认识到入射在像素 12 上的光 13 可透射穿过透明基板 20 传向光学堆栈 16。入射在光学堆栈 16 上的光的一部分可透射穿过光学堆栈 16 的部分反射层,且一部分将被反射回去穿过透明基板 20。光 13 透射穿过光学堆栈 16 的那部分可在可移动反射层 14 处朝向透明基板 20 反射回去(并穿过透明基板 20)。从光学堆栈 16 的部分反射层反射的光与从可移动反射层 14 反射的光之间的干涉(相长的或相消的)将决定从像素 12 反射的光 15 的波长。

[0089] 光学堆栈 16 可包括单层或若干层。该(些)层可包括电极层、部分反射且部分透射层以及透明介电层中的一者或多者。在一些实现中,光学堆栈 16 是导电的、部分透明且部分反射的,并且可以例如通过将上述层中的一者或多者沉积在透明基板 20 上来制造。电极层可由各种各样的材料形成,诸如各种金属,例如氧化铟锡 (ITO)。部分反射层可由各种各样的部分反射的材料形成,诸如各种金属(诸如铬 (Cr))、半导体以及电介质。部分反射层可由一层或多层材料形成,且每一层可由单种材料或由材料组合形成。在一些实现中,光学堆栈 16 可包括单个半透明的金属或半导体厚层,其既用作光吸收体又用作电导体,而(例如,IMOD 的光学堆栈 16 或其它结构的)不同的、更导电的层或部分可用于在 IMOD 像素之间汇流信号。光学堆栈 16 还可包括覆盖一个或多个传导层或导电/光吸收层的一个或多个绝缘或介电层。

[0090] 在一些实现中,光学堆栈 16 的(诸)层可被图案化为平行条带,并且可如下文进一步描述地形成显示设备中的行电极。如本领域普通技术人员将理解的,术语“图案化”在本文中用于指掩模以及蚀刻工艺。在一些实现中,可将高传导且高反射的材料(诸如,铝(A1))用于可移动反射层 14,且这些条带可形成显示设备中的列电极。可移动反射层 14 可形成一个或数个沉积金属层的一系列平行条带(与光学堆栈 16 的行电极正交),以形成沉积在柱子 18 以及各个柱子 18 之间所沉积的居间牺牲材料顶上的列。当该牺牲材料被蚀刻掉时,便可在可移动反射层 14 与光学堆栈 16 之间形成限定的间隙 19 或即光学腔。在一些实现中,各个柱子 18 之间的间距可为近似 1-1000 μm ,而间隙 19 可近似小于 10,000 埃($\text{\AA}$)。

[0091] 在一些实现中,IMOD 的每个像素(无论处于致动状态还是松弛状态)实质上是由该固定反射层和移动反射层形成的电容器。在无电压被施加时,可移动反射层 14 保持在机械松弛状态,如由图 1 中左侧的像素 12 所解说的,其中在可移动反射层 14 与光学堆栈 16 之间存在间隙 19。然而,当将电位差(例如,电压)施加至所选行和列中的至少一者时,在对应像素处的该行电极和列电极的交叉处形成的电容器变为带电的,且静电力将这些电极拉向一起。若所施加电压超过阈值,则可移动反射层 14 可形变并且移动到靠近或靠倚光学堆栈 16。光学堆栈 16 内的介电层(未示出)可防止短路并控制层 14 与层 16 之间的分隔距离,如图 1 中右侧的致动像素 12 所解说的。不管所施加电位差的极性如何,行为都是相同的。虽然阵列中的一系列像素在一些实例中可被称为“行”或“列”,但本领域普通技术人员将容易理解,将一个方向称为“行”并将另一方向称为“列”是任意的。要重申的是,在一些取向中,行可被视为列,而列被视为行。此外,显示元件可均匀地排列成正交的行和列(“阵列”),或排列成非线性配置,例如关于彼此具有某些位置偏移(“马赛克”)。术语“阵列”和“马赛克”可以指任一种配置。因此,虽然将显示器称为包括“阵列”或“马赛克”,但在任何实例中,这些元件本身不一定要彼此正交地排列、或部署成均匀分布,而是可包括具有非对称形状以及不均匀分布的元件的布局。

[0092] 图 2 示出解说纳入了 3×3 干涉测量调制器显示器的电子设备的系统框图的示例。该电子设备包括处理器 21,其可配置成执行一个或多个软件模块。除了执行操作系统,处理器 21 还可配置成执行一个或多个软件应用,包括 web 浏览器、电话应用、电子邮件程序、或任何其它软件应用。

[0093] 处理器 21 可配置成与阵列驱动器 22 通信。阵列驱动器 22 可包括例如向显示阵列或面板 30 提供信号的行驱动器电路 24 和列驱动器电路 26。图 1 中所解说的 IMOD 显示设备的横截面由图 2 中的线 1-1 示出。尽管图 2 为清晰起见解说了 3×3 的 IMOD 阵列,但显示阵列 30 可包含很大数目的 IMOD,并且可在行中具有与列中不同的数目的 IMOD,以及反之。

[0094] 图 3 示出解说图 1 的干涉测量调制器的可移动反射层位置相对于所施加电压的图示的示例。对于 MEMS 干涉测量调制器,行/列(即,共用/分段)写规程可利用这些器件的如图 3 中所解说的滞后(hysteresis)性质。干涉测量调制器可能需要例如约 10 伏的电位差以使可移动反射层或镜从松弛状态改变为致动状态。当电压从该值减小时,可移动反射层随电压降回至例如 10 伏以下而维持其状态,然而,可移动反射层并不完全松弛,直至电压降至 2 伏以下。因此,如图 3 中所示,存在一电压范围(大约为 3 至 7 伏),在此电压范

围中有该器件要么稳定于松弛状态要么稳定于致动状态的所施加电压窗口。该窗口在本文中称为“滞后窗”或“稳定态窗”。对于具有图 3 的滞后特性的显示阵列 30, 行 / 列写规程可被设计成每次寻址一行或多行, 以使得在对给定行寻址期间, 被寻址行中要被致动的像素暴露于约 10 伏的电压差, 而要被松弛的像素暴露于接近 0 伏的电压差。在寻址之后, 这些像素暴露于约 5 伏的稳态或偏置电压差, 以使得它们保持在先前的闸选状态中。在该示例中, 在被寻址之后, 每个像素都经受落在约 3-7 伏的“稳定态窗”内的电位差。该滞后性质特征使得 (例如如图 1 中所解说的) 像素设计能够在相同的所施加电压条件下保持稳定在要么致动要么松弛的事先存在的状态中。由于每个 IMOD 像素 (无论是处于致动状态还是松弛状态) 实质上是由固定反射层和移动反射层形成的电容器, 因此该稳定状态在落在该滞后窗内的平稳电压下可得以保持, 而基本上不消耗或损失功率。此外, 若所施加电压电位保持基本上固定, 则实质上很少或没有电流流入 IMOD 像素中。

[0095] 在一些实现中, 可根据对给定行中像素的状态所期望的改变 (若有), 通过沿该组列电极施加“分段 (segment)”电压形式的数据信号来创建图像的帧。可轮流寻址该阵列的每一行, 以使得每次写该帧的一行。为了将期望数据写到第一行中的像素, 可在诸列电极上施加与该第一行中的像素的期望状态相对应的分段电压, 并且可向第一行电极施加特定的“共用 (common)”电压或信号形式的第一行脉冲。该组分段电压随后可被改变为对应于对第二行中像素的状态所期望的改变 (若有), 且可向第二行电极施加第二共用电压。在一些实现中, 第一行中的像素不受沿诸列电极施加的分段电压上的改变的影响, 而是保持于它们在第一共用电压行脉冲期间被设定的状态。可按顺序方式对整个行系列 (或替换地对整个列系列) 重复此过程以产生图像帧。通过以每秒某个期望数目的帧来不断地重复此过程, 便可用新图像数据来刷新和 / 或更新这些帧。

[0096] 跨每个像素施加的分段信号和共用信号的组合 (即, 跨每个像素的电位差) 决定每个像素结果所得的状态。图 4 示出解说在施加各种共用电压和分段电压时干涉测量调制器各种状态的表的示例。如本领域普通技术人员将容易理解的, 可将“分段”电压施加于列电极或行电极, 并且可将“共用”电压施加于列电极或行电极中的另一者。

[0097] 如图 4 中 (以及图 5B 中所示的时序图中) 所解说的, 当沿共用线施加有释放电压 V_{C_REL} 时, 沿该共用线的所有干涉测量调制器元件将被置于松弛状态, 替换地称为释放状态或未致动状态, 不管沿各分段线所施加的电压如何 (即, 高分段电压 V_{S_H} 和低分段电压 V_{S_L})。具体而言, 当沿共用线施加有释放电压 V_{C_REL} 时, 在沿该像素的对应分段线施加高分段电压 V_{S_H} 和低分段电压 V_{S_L} 这两种情况下, 跨该调制器的电位电压 (替换地称为像素电压) 皆落在松弛窗 (参见图 3, 也称为释放窗) 内。

[0098] 当在共用线上施加有保持电压时 (诸如高保持电压 $V_{C_HOLD_H}$ 或低保持电压 $V_{C_HOLD_L}$), 该干涉测量调制器的状态将保持恒定。例如, 松弛的 IMOD 将保持在松弛位置, 而致动的 IMOD 将保持在致动位置。保持电压可被选择成使得在沿对应的分段线施加高分段电压 V_{S_H} 和低分段电压 V_{S_L} 这两种情况下, 像素电压皆将保持落在稳定态窗内。因此, 分段电压摆幅 (即, 高分段电压 V_{S_H} 与低分段电压 V_{S_L} 之差) 小于正稳定态窗或负稳定态窗任一者的宽度。

[0099] 当在共用线上施加有寻址或即致动电压 (诸如高寻址电压 $V_{C_ADD_H}$ 或低寻址电压 $V_{C_ADD_L}$) 时, 通过沿各自相应的分段线施加分段电压, 就可选择性地将数据写到沿该线的各调制器。分段电压可被选择成使得致动是取决于所施加的分段电压。当沿共用线施加有寻

址电压时,施加一个分段电压将结果得到落在稳定态窗内的像素电压,从而使该像素保持未致动。相反,施加另一个分段电压将结果得到超出该稳定态窗的像素电压,从而导致该像素的致动。引起致动的特定分段电压可取决于使用了哪个寻址电压而变化。在一些实现中,当沿共用线施加有高寻址电压 VC_{ADD_H} 时,施加高分段电压 VS_H 可使调制器保持在其当前位置,而施加低分段电压 VS_L 可引起该调制器的致动。作为推论,当施加有低寻址电压 VC_{ADD_L} 时,分段电压的效果可以是相反的,其中高分段电压 VS_H 引起该调制器的致动,而低分段电压 VS_L 对该调制器的状态无影响(即,保持稳定)。

[0100] 在一些实现中,可使用总是产生相同极性的跨调制器电位差的保持电压、寻址电压和分段电压。在一些其它实现中,可使用使调制器的电位差的极性交变的信号。跨调制器极性的交变(即,写规程极性的交变)可减少或抑制在反复的单极性写操作之后可能发生的电荷累积。

[0101] 图 5A 示出解说图 2 的 3×3 干涉测量调制器显示器中的一帧显示数据的图示的示例。图 5B 示出可用于写图 5A 中所解说的该帧显示数据的共用信号和分段信号的时序图的示例。可将这些信号施加于例如图 2 的 3×3 阵列,这将最终结果导致图 5A 中所解说的线时间 60e 的显示布局。图 5A 中的致动调制器处于暗状态,即,其中所反射光的大体部分在可见谱之外,从而给例如观看者造成暗观感。在写图 5A 中所解说的帧之前,这些像素可处于任何状态,但图 5B 的时序图中所解说的写规程假设了在第一线时间 60a 之前,每个调制器皆已被释放且驻留在未致动状态中。

[0102] 在第一线时间 60a 期间:在共用线 1 上施加有释放电压 70;在共用线 2 上施加的电压始于高保持电压 72 且移向释放电压 70;并且沿共用线 3 施加有低保持电压 76。因此,沿共用线 1 的调制器(共用 1,分段 1)、(共用 1,分段 2)和(共用 1,分段 3)在第一线时间 60a 的历时里保持在松弛或即未致动状态,沿共用线 2 的调制器(2,1)、(2,2)和(2,3)将移至松弛状态,而沿共用线 3 的调制器(3,1)、(3,2)和(3,3)将保持在其先前状态中。参考图 4,沿分段线 1、2 和 3 施加的分段电压将对诸干涉测量调制器的状态没有影响,这是因为在线时间 60a 期间,共用线 1、2 或 3 皆不暴露于引起致动的电压水平(即, VC_{REL} - 松弛和 VC_{HOLD_L} - 稳定)。

[0103] 在第二线时间 60b 期间,共用线 1 上的电压移至高保持电压 72,并且由于没有寻址或即致动电压施加在共用线 1 上,因此沿共用线 1 的所有调制器皆保持在松弛状态中,不管所施加的分段电压如何。沿共用线 2 的诸调制器由于释放电压 70 的施加而保持在松弛状态中,而当沿共用线 3 的电压移至释放电压 70 时,沿共用线 3 的调制器(3,1)、(3,2)和(3,3)将松弛。

[0104] 在第三线时间 60c 期间,通过在共用线 1 上施加高寻址电压 74 来寻址共用线 1。由于在该寻址电压的施加期间沿分段线 1 和 2 施加了低分段电压 64,因此跨调制器(1,1)和(1,2)的像素电压大于这些调制器的正稳定态窗的高端(即,电压差分超过了预定义阈值),并且调制器(1,1)和(1,2)被致动。相反,由于沿分段线 3 施加了高分段电压 62,因此跨调制器(1,3)的像素电压小于调制器(1,1)和(1,2)的像素电压,并且保持在该调制器的正稳定态窗内;调制器(1,3)因此保持松弛。同样在线时间 60c 期间,沿共用线 2 的电压减小至低保持电压 76,且沿共用线 3 的电压保持在释放电压 70,从而使沿共用线 2 和 3 的调制器留在松弛位置。

[0105] 在第四线时间 60d 期间,共用线 1 上的电压返回至高保持电压 72,从而使沿共用线 1 的调制器留在其各自相应的被寻址状态中。共用线 2 上的电压减小至低寻址电压 78。由于沿分段线 2 施加了高分段电压 62,因此跨调制器 (2,2) 的像素电压低于该调制器的负稳定态窗的下端,从而导致调制器 (2,2) 致动。相反,由于沿分段线 1 和 3 施加了低分段电压 64,因此调制器 (2,1) 和 (2,3) 保持在松弛位置。共用线 3 上的电压增大至高保持电压 72,从而使沿共用线 3 的调制器留在松弛状态中。随后共用线 2 上的电压切换回到低保持电压 76。

[0106] 最终,在第五线时间 60e 期间,共用线 1 上的电压保持在高保持电压 72,且共用线 2 上的电压保持在低保持电压 76,从而使沿共用线 1 和 2 的调制器留在其各自相应的被寻址状态中。共用线 3 上的电压增大至高寻址电压 74 以寻址沿共用线 3 的调制器。由于在分段线 2 和 3 上施加了低分段电压 64,因此调制器 (3,2) 和 (3,3) 致动,而沿分段线 1 施加的高分段电压 62 使调制器 (3,1) 保持在松弛位置。因此,在第五线时间 60e 结束时,该 3×3 像素阵列处于图 5A 中所示的状态,且只要沿这些共用线施加有保持电压就将保持在该状态中,而不管在沿其它共用线(未示出)的调制器正被寻址时可能发生的分段电压变化如何。

[0107] 在图 5B 的时序图中,给定的写规程(即,线时间 60a-60e)可包括使用高保持和寻址电压或使用低保持和寻址电压。一旦针对给定的共用线已完成该写规程(且该共用电压被设为与致动电压具有相同极性的保持电压),该像素电压就保持在给定的稳定态窗内且不会穿越松弛窗,直至在该共用线上施加了释放电压。此外,由于每个调制器在被寻址之前作为该写规程的一部分被释放,因此可由调制器的致动时间而非释放时间来决定必需的线时间。具体地,在调制器的释放时间大于致动时间的实现中,释放电压的施加可长于单个线时间,如图 5B 中所描绘的。在一些其它实现中,沿共用线或分段线施加的电压可变化以计及不同调制器(诸如不同颜色的调制器)的致动电压和释放电压的差异。

[0108] 根据上文阐述的原理来操作的干涉测量调制器的结构细节可以广泛地变化。例如,图 6A-6E 示出包括可移动反射层 14 及其支承结构的干涉测量调制器的不同实现的横截面的示例。图 6A 示出图 1 的干涉测量调制器显示器的局部横截面的示例,其中金属材料条带(即,可移动反射层 14)沉积在从基板 20 正交延伸出的支承 18 上。在图 6B 中,每个 IMOD 的可移动反射层 14 为大致方形或矩形的形状,且在拐角处或拐角附近靠系带 32 附连至支承。在图 6C 中,可移动反射层 14 为大致方形或矩形的形状且悬挂于可形变层 34,可形变层 34 可包括柔性金属。可形变层 34 可围绕可移动反射层 14 的周界直接或间接连接至基板 20。这些连接在本文中称为支承柱。图 6C 中所示的实现具有源自可移动反射层 14 的光学功能与其机械功能(这由可形变层 34 实施)解耦的附加益处。这种解耦允许用于反射层 14 的结构设计和材料与用于可形变层 34 的结构设计和材料被彼此独立地优化。

[0109] 图 6D 示出 IMOD 的另一示例,其中可移动反射层 14 包括反射子层 14a。可移动反射层 14 支托在支承结构(诸如,支承柱 18)上。支承柱 18 提供了可移动反射层 14 与下静止电极(即,所解说 IMOD 中的光学堆栈 16 的部分)的分离,从而使得(例如当可移动反射层 14 处在松弛位置时)在可移动反射层 14 与光学堆栈 16 之间形成间隙 19。可移动反射层 14 还可包括传导层 14c 和支承层 14b,传导层 14c 可配置成用作电极。在此示例中,传导层 14c 部署在支承层 14b 的在基板 20 远端的一侧上,而反射子层 14a 部署在支承层 14b

的在基板 20 近端的另一侧上。在一些实现中,反射子层 14a 可以是传导性的并且可部署在支承层 14b 与光学堆栈 16 之间。支承层 14b 可包括一层或多层介电材料,例如氮氧化硅 (SiON) 或二氧化硅 (SiO_2)。在一些实现中,支承层 14b 可以是诸层的堆栈,诸如举例而言 $\text{SiO}_2/\text{SiON}/\text{SiO}_2$ 三层堆栈。反射子层 14a 和传导层 14c 中的任一者或这两者可包括例如具有约 0.5% 铜 (Cu) 的铝 (Al) 合金、或其它反射性金属材料。在介电支承层 14b 上方和下方采用传导层 14a、14c 可平衡应力并提供增强的传导性。在一些实现中,反射子层 14a 和传导层 14c 可由不同材料形成以用于各种各样的设计目的,诸如达成可移动反射层 14 内的特定应力分布。

[0110] 如图 6D 中所解说的,一些实现还可包括黑色掩模结构 23。黑色掩模结构 23 可形成于光学非活跃区域中(例如,在各像素之间或在柱子 18 下方)以吸收环境光或杂散光。黑色掩模结构 23 还可通过抑制光从显示器的非活跃部分反射或透射穿过显示器的非活跃部分以由此提高对比率来改善显示设备的光学性质。另外,黑色掩模结构 23 可以是传导性的并且配置成用作电汇流层。在一些实现中,行电极可连接至黑色掩模结构 23 以减小所连接的行电极的电阻。黑色掩模结构 23 可使用各种各样的方法来形成,包括沉积和图案化技术。黑色掩模结构 23 可包括一层或多层。例如,在一些实现中,黑色掩模结构 23 包括用作光学吸收体的钼铬 (MoCr) 层、 SiO_2 层、以及用作反射体和汇流层的铝合金,其厚度分别在约 30–80 Å、500–1000 Å 和 500–6000 Å 的范围内。这一层或多层可使用各种各样的技术来图案化,包括光刻和干法蚀刻,包括例如用于 MoCr 及 SiO_2 层的四氟化碳 (CF_4) 和 / 或氧气 (O_2),以及用于铝合金层的氯 (Cl_2) 和 / 或三氯化硼 (BCl_3)。在一些实现中,黑色掩模 23 可以是标准具 (etalon) 或干涉测量堆栈结构。在此类干涉测量堆栈黑色掩模结构 23 中,传导性的吸收体可用于在每行或每列的光学堆栈 16 中的下静止电极之间传送或汇流信号。在一些实现中,分隔层 35 可用于将吸收体层 16a 与黑色掩模 23 中的传导层大体上电隔离。

[0111] 图 6E 示出 IMOD 的另一示例,其中可移动反射层 14 是自支承的。不同于图 6D,图 6E 的实现不包括支承柱 18。作为代替,可移动反射层 14 在多个位置接触底下的光学堆栈 16,且可移动反射层 14 的曲度提供足够的支承以使得在跨该干涉测量调制器的电压不足以引起致动时,可移动反射层 14 返回至图 6E 的未致动位置。出于清晰起见,可包含多个(若干)不同层的光学堆栈 16 在此处被示为包括光学吸收体 16a 和电介质 16b。在一些实现中,光学吸收体 16a 既可用作固定电极又可用作部分反射层。

[0112] 在诸实现中,诸如图 6A–6E 中所示的那些实现中,IMOD 用作直视设备,其中是从透明基板 20 的前侧(即,与布置调制器的一侧相对的那侧)来观看图像。在这些实现中,可对该设备的背部(即,该显示设备的在可移动反射层 14 后面的任何部分,包括例如图 6C 中所解说的可形变层 34)进行配置和操作而不冲突或不利地影响该显示设备的图像质量,因为反射层 14 在光学上屏蔽了该设备的那些部分。例如,在一些实现中,在可移动反射层 14 后面可包括总线结构(未图解),这提供了将调制器的光学性质与该调制器的机电性质(诸如,电压寻址和由此类寻址所导致的移动)分离的能力。另外,图 6A–6E 的实现可简化处理(诸如,图案化)。

[0113] 图 7 示出解说干涉测量调制器的制造过程 80 的流程图的示例,并且图 8A–8E 示出此类制造过程 80 的相应阶段的横截面示意图解的示例。在一些实现中,可实现制造过程 80 加上图 7 中未示出的其它框以制造例如图 1 和 6 中所解说的一般类型的干涉测量调制器。

参考图 1、6 和 7,过程 80 在框 82 处开始以在基板 20 上方形成光学堆栈 16。图 8A 解说了在基板 20 上方形成的此类光学堆栈 16。基板 20 可以是透明基板(诸如,玻璃或塑料),其可以是柔性的或是相对坚硬且不易弯曲的,并且可能已经历了在先制备工艺(例如,清洗)以便于高效地形成光学堆栈 16。如上文所讨论的,光学堆栈 16 可以是导电的、部分透明且部分反射的,并且可以是例如通过将具有期望性质的一层或多层沉积在透明基板 20 上来制造的。在图 8A 中,光学堆栈 16 包括具有子层 16a 和 16b 的多层结构,但在一些其它实现中可包括更多或更少的子层。在一些实现中,子层 16a、16b 中的一者可配置成具有光学吸收和传导性质两者,诸如组合式导体/吸收体子层 16a。另外,子层 16a、16b 中的一者或多者可被图案化成平行条带,并且可形成显示设备中的行电极。此类图案化可通过掩模和蚀刻工艺或本领域已知的另一合适工艺来执行。在一些实现中,子层 16a、16b 中的一者可以是绝缘层或介电层,诸如沉积在一个或多个金属层(例如,一个或多个反射和/或传导层)上方的子层 16b。另外,光学堆栈 16 可被图案化成形成显示器的诸行的个体且平行的条带。

[0114] 过程 80 在框 84 处继续以在光学堆栈 16 上方形成牺牲层 25。牺牲层 25 稍后被移除(例如,在框 90 处)以形成腔 19,且因此在图 1 中所解说的结果所得的干涉测量调制器 12 中未示出牺牲层 25。图 8B 解说包括形成在光学堆栈 16 上方的牺牲层 25 的经部分制造的器件。在光学堆栈 16 上方形成牺牲层 25 可包括以所选厚度来沉积二氟化氙(XeF_2)可蚀刻材料(诸如,钼(Mo)或非晶硅(Si)),该厚度被选择成在后续移除之后提供具有期望设计大小的间隙或腔 19(也参见图 1 和 8E)。沉积牺牲材料可使用诸如物理汽相沉积(PVD,例如溅镀)、等离子体增强型化学汽相沉积(PECVD)、热化学汽相沉积(热CVD)、或旋涂等沉积技术来实施。

[0115] 过程 80 在框 86 处继续以形成支承结构(例如,图 1、6 和 8C 中所解说的柱子 18)。形成柱子 18 可包括:图案化牺牲层 25 以形成支承结构孔,然后使用沉积方法(诸如 PVD、PECVD、热 CVD 或旋涂)将材料(例如,聚合物或无机材料,例如氧化硅)沉积至该孔中以形成柱子 18。在一些实现中,在牺牲层中形成的支承结构孔可延伸穿过牺牲层 25 和光学堆栈 16 两者到达底下的基板 20,从而柱子 18 的下端接触基板 20,如图 6A 中所解说的。替换地,如图 8C 中所描绘的,在牺牲层 25 中形成的孔可延伸穿过牺牲层 25,但不穿过光学堆栈 16。例如,图 8E 解说了支承柱 18 的下端与光学堆栈 16 的上表面接触。可通过在牺牲层 25 上方沉积支承结构材料层并将该支承结构材料的位于远离牺牲层 25 中的孔的部分图案化来形成柱子 18 或其它支承结构。这些支承结构可位于这些孔内(如图 8C 中所解说的),但是也可至少部分地延伸在牺牲层 25 的一部分上方。如上所述,对牺牲层 25 和/或支承柱 18 的图案化可通过图案化和蚀刻工艺来执行,但也可通过替换的蚀刻方法来执行。

[0116] 过程 80 在框 88 处继续以形成可移动反射层或膜,诸如图 1、6 和 8D 中所解说的可移动反射层 14。可移动反射层 14 可通过采用一个或多个沉积步骤(例如,反射层(例如,铝、铝合金)沉积)连同一个或多个图案化、掩模和/或蚀刻步骤来形成。可移动反射层 14 可以是导电的,且被称为导电层。在一些实现中,可移动反射层 14 可包括如图 8D 中所示的多个子层 14a、14b、14c。在一些实现中,这些子层中的一者或多者(诸如子层 14a、14c)可包括为其光学性质所选择的高反射子层,且另一子层 14b 可包括为其机械性质所选择的机械子层。由于牺牲层 25 仍存在于在框 88 处形成的经部分制造的干涉测量调制器中,因此可移动反射层 14 在此阶段通常是不可移动的。包含牺牲层 25 的经部分制造的 IMOD 在本

文也可称为“未脱模”IMOD。如上文结合图 1 所描述的,可移动反射层 14 可被图案化形成显示器的诸列的个体且平行的条带。

[0117] 过程 80 在框 90 处继续以形成腔,例如图 1、6 和 8E 中所解说的腔 19。腔 19 可通过将(在框 84 处沉积的)牺牲材料 25 暴露于蚀刻剂来形成。例如,可蚀刻的牺牲材料(诸如 Mo 或非晶 Si)可通过干法化学蚀刻来移除,例如通过将牺牲层 25 暴露于气态或蒸气蚀刻剂(诸如,由固态 XeF_2 得到的蒸气)长达能有效地移除期望量的材料(通常是相对于围绕腔 19 的结构选择性地移除)的一段时间来移除。还可使用其他蚀刻方法,例如湿法蚀刻和/或等离子蚀刻。由于在框 90 期间移除了牺牲层 25,因此可移动反射层 14 在此阶段之后通常是可移动的。在移除牺牲材料 25 之后,结果所得的已完全或部分制造的 IMOD 在本文中可被称为“已脱模”IMOD。

[0118] 在本文描述的一些实现中,组合式传感器器件的至少一部分可被纳入玻璃罩装置中,该玻璃罩装置可覆盖在显示器上或以其它方式与显示器组合。玻璃罩装置可具有 2 层、3 层或更多层。在一些实现中,玻璃罩装置可包括基本透明且柔性的上基板、以及基本透明且相对较硬的下基板。玻璃罩可包括部署在基板上和/或基板之间的中间层,诸如电极、基本透明的弹性层和/或力敏电阻器材料。在一些此类实现中,玻璃罩装置的下基板可覆盖在显示器基板上。

[0119] 图 9A 示出在玻璃罩装置的基板上形成的传感器电极的示例。在图 9A 中所示的示例中,三行 915 菱形的电极被描绘在基本透明的上基板 905 上,且七列 920 基本透明的菱形电极位于基本透明的下基板 910 上。此处示出相对较少的行和列以用于解说目的,而在实际的传感器器件中,行和列的数目可从数十个延伸至数百个或甚至一千个或更多。可注意到,行和列在很大程度上是可互换的,并且此处不作限制。在一些实现中,组合式传感器器件 900 的上基板 905 可由相对柔性的材料(诸如,柔性聚合物)形成。在一些此类示例中,上基板 905 可以是由聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚酰亚胺或类似材料制成的明净塑料膜。在一些实现中,上基板 905 可具有在 0.5-5GPa 的范围中的弹性模数。下基板 910 可由玻璃、塑料、聚合物等形成。在一些实现中,下基板 910 可以是显示器基板。例如,在一些实现中,下基板 910 可以是与上文描述的透明基板 20 相同的基板。

[0120] 在此示例中,每隔一列电极 920 包括在交迭区域 925a 中直接位于行电极 915 的相应菱形下方的菱形电极。一些实现具有行电极 915 和列电极 920 的菱形的偏移,由此行电极 915 和列 920 中的菱形彼此部分覆盖。

[0121] 在一些实现中,行电极 915 和/或列电极 920 可被形成其它形状,诸如正方形、矩形、三角形、圆形、椭圆形等等,以及在形状中心包括显著敞开区域的形状(诸如,框架、环、或一系列连接的线段)。一些此类形状的描述包括于在 2010 年 12 月 21 日提交且题为“Capacitive Touch Sensing Devices and Methods of Manufacturing Thereof(电容式触摸感测设备及其制造方法)”的待审美国专利申请 No. 12/957,025 的各部分中(例如,参见图 11A-11J 及相应描述),该申请的内容由此全部通过援引纳入于此。此外,在替换实现中,行电极 915 可形成在下基板 910 上,并且列电极 920 可形成在上基板 905 上。在一些实现中,诸如下文参照图 10C 和 10D 描述的包括定位于行电极 915 与列电极 920 之间的可压缩材料 1025 的实现,可通过测量毗邻菱形之间的互电容变化来检测轻触摸(也称为投射电

容性触摸 (PCT))。在此类实现中,当上基板 905 被压下时,通过测量行电极 915 与列电极 920 之间的电容变化,可检测到用指示笔的接触。

[0122] 在行电极 915 与列电极 920 之间有图案化介电材料的实现中,可在相应的行电极 915 与列电极 920 之间形成间隙。在此类实现中,可用毗邻电极之间的 PCT 测量来检测轻触摸,以及可通过以下方式检测指示笔按压:行电极 915 与列电极 920 之间的有效平行板电容变化(参见图 10B),或通过测量在行电极 915 和列电极 920 进行直接机械和电接触时发生的电阻变化(参见图 10A),或通过测量在用手指、指示笔尖端、手指脊或类似物进行按压时定位于行电极 915 与列电极 920 之间的力敏电阻器的变化(参见图 10D)。力敏电阻器可被包括在手写及触摸传感器区划 1005 中、指纹传感器区划 1010 中或这两者中的行电极 915 与列电极 920 之间。在一些此类实现中,可在行电极 915 或列电极 920 上形成高电阻率层,以最小化在指示笔位置感测期间的寄生信号效应。

[0123] 图 9B 示出形成于玻璃罩上的传感器电极的替换示例。在图 9B 中所示的示例中,已从该设计中移除其中菱形位于行电极 915 的菱形下方的列电极 920。可在行电极 915 与列电极 920 之间的交叉部分处(在交迭区域 925b 中)形成组合式传感器器件 900 的欧姆膜开关、电阻性膜开关、具有力敏电阻性 (FSR) 材料的电阻性开关、具有固定串联电阻器的 FSR 开关或电容性膜,以用于检测指示笔接触、以及在一些情形中检测手指的指尖或指脊。此类实现可减少需要连接至外部处理电路系统的列电极 920 的数目(应注意,图 9B 中的列电极 920 和相关联的连接焊盘的数目少于图 9A 中的列电极 920 和连接焊盘),这是因为相同的列可用于通过 PCT 方法来检测轻触摸或通过电容变化方法或电阻变化方法来检测指示笔接触。

[0124] 例如,在触摸模式中,可能仅需要极轻的力来登记触摸。然而,在手写模式中,传感器可配置成接受许多形式的指示笔、笔或其它指针输入,而不管指针设备是导电的还是非导电的。本文所描述的一些实现提供能够区分大量同时的多点触摸事件(诸如当在指纹传感器模式中操作时在读取指纹时可能发生的)、或在手写传感器模式中操作时检测和拒绝无意中的手掌触摸的传感器。

[0125] 图 10A 示出组合式传感器器件的横截面视图的示例。尽管图 10A 中所示的传感器阵列被描绘为组合触摸、指示笔及指纹传感器,但是应注意,图 10A 的配置和下文描述的其它配置可仅用作触摸传感器、指示笔传感器、指纹传感器、或其组合。在图 10A 中所示的示例中,在被称为手写及触摸传感器区划 1005 的第一区域中示出两个重复单元。此类感测元件在本文中可被称为“感测件”。可任选的第二区域(被称为指纹传感器区划 1010)通常在各电极之间具有较细的节距以允许指纹检测往往所需要的较高分辨率。如本文其它地方所提及的,在一些实现中,指纹传感器以及手写及触摸传感器并非处于不同区划中。图 10B-10D 示出替换的组合式传感器器件的横截面视图的示例。图 10A-10D 如同本文提供的许多其它附图那样可能未按比例绘制。图 10A-10D 中示出了触摸、手写及指纹区划,但并非所有区划将通常同时启动。在一传感器器件中,也并非所有区划和操作模式都可用。使用一根或多根手指的单点触摸或多点触摸被描绘为在手写及触摸传感器区划 1005 中使用 PCT 来感测,在该手写及触摸传感器区划 1005 中可检测到特别轻的触摸以及中等及重触摸。在图 10A 中所示的示例中,手指 1047 接近会改变上电极 1015 与下电极 1030b 之间的电场 1050,从而产生互电容变化。此效应通过相关联的电路图 1055a 的可变电容器来示意

性地描绘。在一些实现中,上电极 1015 可以是行电极,且如上文所提及的,在一些其它实现中,上电极 1015 可以是列电极(参见图 9A 和 9B)。

[0126] 高力或高局部压力(诸如当指示笔(如笔、铅笔或指针)的尖端按压组合式传感器器件 900 的表面时引起的)可用欧姆或电阻性膜开关来检测。图 10A 中示出一个示例,其中可通过包括上电极 1015 和下电极 1030a 的机械开关来检测通过笔或指示笔 1042 产生的高局部压力。电阻器 1035(有时被称为固定电阻器)可定位于上电极 1015 与下电极 1030a 之间,以防止上电极 1015 与下电极 1030a 的直接短路。包括垂直或迂回型固定电阻器的开关在电路图 1055a 中示意性地表示。电阻器 1035 上可部署附加的金属层(未示出),以辅助电阻器 1035 与上电极 1015 之间的电接触。尽管此处限定的电阻性膜开关在每个感测件中至少包括固定电阻器(电阻性膜开关还可包括与该固定电阻器串联的或代替该固定电阻器的力敏电阻器),但欧姆膜开关不需要与上电极和下电极串联的附加的固定电阻器。在一些实现中,该固定电阻器可由欧姆材料形成。在一些其它实现中,该固定电阻器可以是非线性器件(诸如漏二极管),或是对电流提供相对高电阻的其它器件。该固定电阻器可包括用作导电接触表面的薄膜导电盖。尽管图 10A 中示出数字电阻性触摸(DRT)下电极 1030a 与 PCT 下电极 1030b 的一一对应关系,但是在一些配置中,PCT 下电极 1030b 可横跨一个或多个毗邻感测件。在一些配置中,PCT 下电极 1030b 比 DRT 下电极 1030a 更宽且更长。

[0127] 在一些实现中,上电极 1015 和下电极 1030a 可配置成形成可变形平行板电容器的两个板,而非上文所描述的机械开关。在一些实现中,电极 1015 和电极 1030a 可通过空气间隙来分离(如图 10B 的区域 1065 中所示),并且在正常未按压状态中可具有与基线电容相对应的间距。在施加力或压力之后,上电极 1015 移位并且电极 1015 与 1030a 更靠近。当电极 1015 与 1030a 之间的电极间距离减小时,电容变化(例如,增大),从而使得能感测位移的模拟变化且允许推断出存在所施加的力或压力。相应地,可经由上电极 1015 与下电极 1030a 之间的平行板电容变化来检测来自笔、指示笔等的高局部压力或力。由此类局部压力变化引起的电容变化通过电路图 1055b 的可变电容器 1056 示意性地表示。在所示配置中,固定电阻器 1035 与可变电容器 1056 串联。在其它配置中(未示出),可省掉固定电阻器 1035。

[0128] 在一些实现中,可通过在上下电极之间部署可压缩层 1025 来在上基板 905 与下基板 910 之间形成层间分隔 1032。在一些实现中,可压缩层 1025 可以是具有低弹性模数的可图案化的薄(例如,1 至 10 微米)聚合物,诸如弹性体。在一些此类实现中,可压缩层 1025 可允许在通过笔、指示笔、手指等的触摸来按压上基板 905 并且上电极 1015 与下电极 1030a 之间的距离变化时直接测量电容变化。可压缩层 1025 具有比上基板 905 低的弹性模数。例如,上基板 905 可以由 PET、PEN、聚酰亚胺或具有在 0.5-5GPa 的范围中的弹性模数的类似材料制成的明净塑料膜。可压缩层 1025 可具有显著较低的弹性模数,诸如在 0.5-50MPa 的范围内。

[0129] 在一些实现中,可压缩层 1025 可被图案化以在上基板 905 与下基板 910 之间包括空间或空隙(其在本文中也可被称为“空气间隙”)。一些实现(诸如图 10A 和 10B 中所示的那些实现)在区域 1065 中包括空隙,其中不在上电极 1015 与下电极 1030a 之间形成可压缩层 1025。然而,在这些示例中,可压缩层 1025 在区域 1070 中无空隙地在上基板 905 与下电极 1030b 之间延伸。根据一些此类实现,可压缩层 1025 可被图案化成使得在区域 1065

和 1080 中存在空气间隙。可压缩层 1025 区域的所指示厚度和间距是仅作为示例来指示的。本领域普通技术人员将容易领会,可根据力灵敏度、可靠性和 / 或光学性能的期望参数来选择区域 1065 和 1080 中的空气间隙的位置和横向尺寸。例如,层间分隔 1032 可以是一微米的分数至几微米。区域 1065 和 1080 中的空气间隙的厚度也可以是一微米的分数至几微米厚。手写及触摸传感器区划 1005 中的各毗邻上电极 1015 (毗邻感测件) 之间的节距或间距可在从十分之几毫米至超过五毫米的范围中 (其中下电极 1030a 与 1030b 之间的节距约为该范围的一半), 而指纹传感器区划 1010 中的各毗邻电极 1040 之间的节距或间距可小至 50 微米左右。

[0130] 可压缩层 1025 可辅助实现上基板 905 的可测量挠曲。在一些实现中,可压缩层 1025 也可形成于区域 1065 中,如图 10C 中所示并在下文描述的。在一些此类实现中,可压缩层 1025 可包括弹性材料 (或类似材料),其允许在通过笔、指示笔、手指等的触摸来按压上基板 905 并且上电极 1015 与下电极 1030a 之间的距离变化时直接测量电容变化。替换地,上电极 1015 与横向移位下的电极 1030b 之间的互电容也可变化以允许检测笔、指示笔、手指等。

[0131] 指纹传感器区划 1010 可被配置成用于指纹检测。在图 10A 中所示的实现中,上指纹电极 1020 和下指纹电极 1040 形成电阻性膜开关阵列,其中一个电阻性膜开关在电路图 1060a 中示意性地表示。在图 10A-10C 中所示的示例中,在区域 1080 中的上指纹电极 1020 与下指纹电极 1040 之间不形成可压缩层 1025。然而,在图 10D 中所描绘的实现中 (其将在下文更详细地描述),除了 FSR 材料 1085 所在的区域,在区域 1080 中形成可压缩层 1025。

[0132] 在图 10A-10D 中所示的示例中,各上指纹电极 1020 和下指纹电极 1040 的节距小于手写及触摸传感器区划 1005 中的各上电极 1015 和下电极 1030 的节距,以便在指纹传感器区划 1010 中提供相对较高的分辨率。然而,在一些替换实现中,各上指纹电极 1020 和下指纹电极 1040 的节距可与手写及触摸传感器区划 1005 中的各上电极 1015 和下电极 1030 的节距基本相同。

[0133] 可使用光刻和蚀刻技术 (或其它基于光刻的技术) 来图案化可压缩层 1025。在一些实现中,可压缩层 1025 可使区域 1065 和 1080 的欧姆或电阻性开关保持断开,直至合适的力被施加至该传感器的外表面 (其在此示例中为上基板 905 的顶表面)。由于可压缩层 1025 是将覆盖显示器的传感器的部分,因此可压缩层 1025 可以是基本透明的。

[0134] 在一些实现中,可压缩层 1025 可具有与下基板 910 和上基板 905 的折射率紧密匹配的折射率。在一些实现中,可压缩层 1025 的折射率可与下基板 910 和上基板 905 的折射率相差小于 5%、小于 10%、小于 20% 等等。例如,6% 或更小的折射率差异可引起通过材料堆栈的透射有小于 0.2% 的减小。此类实现可在可压缩层 1025 从上基板 905 延伸至下基板 910 的区域中提供良好的光学透射。然而,光学透射可在空气间隙区域中减小,这是由每一个空气 - 材料界面处的反射造成的。此类反射可大于例如 4%,如在式 1 中使用上基板 905 的折射率 (其可以是约 $n \sim 1.5$) 和空气的折射率 ($n_0=1$) 来计算的:

[0135] $(n-n_0)^2/(n+n_0)^2=R$, 其中 R 是反射率。(式 1)

[0136] 相应地,空气间隙具有最小横向尺寸的实现能提供更好的光学性能。然而,一些此类实现对于给定压力可引起较小挠曲,且可能因此对压力或所施加的力较不敏感。

[0137] 因此,一些实现提供折射率匹配的可压缩层 1025,其可改善光学性能。甚至在区域

1065 中具有空气间隙的一些实现中,由于使区域 1065 占据手写及触摸传感器区划 1005 的相对小的分数的架构,光学性能可能已经是相当好的。例如,具有空气间隙的区域 1065 可占据总面积的约 50% 以下,而在其它示例中,区域 1065 可占据总面积的约 10% 以下。在此类实现中,传感器面积的大部分将不具有空气间隙,且因此将在层 905/ 层 1025 以及层 1025/ 层 910 界面处展现显著减小的反射,即,使得两个界面的总反射可以 $\ll 1\%$,如按照式 1 所估计的。

[0138] 可通过使用低模数可压缩层 1025 来增大个体感测元件(不管它们是在电阻性开关模式中还是在可变形平行板电容器模式中使用)对来自笔、指示笔或手指的压力或力的灵敏度,如图 11A-11D 中所示。低模数可压缩层 1025 可移除较高模数材料可能强加的箝位边界条件。具有低模数可压缩层 1025 可有效地增大通过指示笔尖端 1105 挠曲的可压缩层 1025 的区域 1110 的直径,由此增大区域 1110 中的上基板 905 的挠曲。

[0139] 图 11A-10D 示出具有高模数和低模数可压缩层的组合式传感器器件的横截面视图的示例。图 11A 示出指示笔尖端 1105 接触简化的组合触摸、手写及指纹传感器的一部分的柔性上基板 905,其中可压缩层 1025a 是夹在上基板 905 与下基板 910 之间的图案化高模数材料。可压缩层 1025a 中的空气间隙 1115 允许该组合式传感器器件 900 的上基板 905 因所施加的力而变形,尽管所获得的挠曲区域 1110 部分地受到相对坚硬的可压缩层 1025a 中的较小空气间隙 1115 的限制。

[0140] 图 11B 示出低模数可压缩层 1025b 夹在相对较柔性的上基板 905 与相对较不柔性的下基板 910 之间。在此示例中,由于可压缩层 1025b 随着指示笔尖端 1105 按压上基板 905 的外表面而压缩和变形的能力,上基板 905 因指示笔力而挠曲的区域 1110 较大。在图 11C 中所示的示例中,指示笔 1105 已被足够猛力地按压以使柔性上基板 905 与下基板 910 进行(或几乎进行)物理接触。

[0141] 使用低模数弹性可压缩层 1025b 也可有效地增大来自所施加的压力或力的横向分辨率,而无需减小各行电极或列电极的节距,如图 11D 中解说的。甚至当指示笔尖端 1105 的尖端不是在可压缩层 1025 中的空气间隙 1115 正上方时,仍可发生上基板 905 的可感知挠曲,由此即使组合式传感器器件 900 在毗邻感测元件之间具有相对宽的间距也允许对指示笔尖端 1105 的检测。例如,即使毗邻行或列之间的节距为 0.5mm,通过对来自毗邻感测件的响应取平均,也可能以 0.2mm 的分辨率来解析手写。通过允许毗邻行或列之间的相对较大的节距,此类配置可使得对于给定分辨率能减少行电极和列电极的总数,由此减少手写传感器控制器上的 I/O 的数目。这种减少可减少引出线的数目并降低手写控制器的成本和复杂性。

[0142] 图 10C 中示出组合传感器的替换实现。与图 10A 和 10B 中所示的实现相比,已从手写及触摸传感器区划 1005 的区域 1065 中移除空气间隙。因此,手写及触摸传感器区划 1005 的光学性能可相对于图 10A 和 10B 中所示的组合式传感器器件 900 的实现而增强。图 10C 中所示的组合式传感器器件 900 的实现中的手写传感器充当可变平行板电容器,其中从平行板电容变化检测上一层的重触摸或挠曲。此功能性通过电路图 1055c 的可变电容器 1056 来表示。

[0143] 图 10D 解说替换实现的另一示例。在图 10D 中所示的示例中,已在指纹传感器区划 1010 的区域 1080 中移除空气间隙并用市售 FSR 材料 1085 来代替。FSR 材料 1085 在不

压缩时提供相对高的电阻值且在压缩时提供相对低的电阻值,由此充当开关,但无直接接触区域。此功能性通过电路图 1060b 的可变电阻器 1087 来表示。每个感测件中可包括与 FSR 材料 1085 串联的固定电阻器 1045,诸如垂直电阻器或迂回型电阻器。在一些实现中可使用包括透明粒子或低填充率的粒子的透明 FSR 材料 1085。非透明 FSR 材料 1085 可用在一些应用中,例如电阻器的直径或宽度足够小(在几微米至数十微米的数量级上)的应用,以避免对底层显示器的过度遮挡。

[0144] 图 12 示出包括具有组合触摸、手写及指纹传感器的玻璃罩的设备的示例。在此示例中,玻璃罩包括组合式传感器器件 900 的实现且覆盖在显示设备 40(诸如移动电话)的显示器上。下文参照图 25A 和 25B 来描述显示设备 40 的一些示例。组合式传感器器件 900 可用作单点触摸或多点触摸传感器、手写输入传感器、以及指纹图像传感器。在此示例中,指纹传感器区划 1010 在显示器上方的专用部分中。组合式传感器器件 900 的其余部分被配置为手写及触摸传感器区划 1005。在一些其它配置中,指纹传感器区划 1010 可定位于组合式传感器器件 900 中的任何位置。在又其它配置中,指纹传感器区划 1010 的位置是可软件编程的并且是可软件选择的。

[0145] 现在将参照图 10A 来描述触摸模式操作的示例。当用手指触摸手写及触摸传感器区划 1005 中的任何位置时,可在扫描序列期间寻址上基板 905 上的上电极 1015 和下基板 910 上的下电极 1030b 中的全部或所选子集。在一些实现中,可在行电极与列电极之间的每个交叉部分处(参见图 9A 和 9B)测量上电极 1015 与下电极 1030b 之间的电容。手指 1047 的导电表面干扰电场线 1050(如图 10A-10D 中所示),并且改变上电极 1015 与下电极 1030b 之间的电容。检测此电容变化允许读取手写及触摸传感器区划 1005 的哪些感测件在手指附近。在此示例中,在触摸模式期间所扫描的在上基板 905 和下基板 910 上的电极不必部署在彼此的正上方和正下方。在图 10A-10D 中所示的示例中,可在上基板 905 上的上电极 1015 与下基板 910 的毗邻下电极 1030b 之间检测电容变化。应注意,对于此 PCT 测量,极轻的触摸或甚至手指的接近可以是可检测的,因为电容变化不取决于正施加至上基板 905 的压力。

[0146] 当诸如指示笔(导电或不导电)之类的指针设备放在传感器表面上时,所得压力可显著高于与手指触摸相关联的压力,这是由于指示笔与表面之间的较小接触面积。此压力可比通过手指触摸施加的压力要大高达两个数量级(或更大)。在一些实现中,在手写模式中的读出过程期间,可激励与用于触摸模式的电极集合不同的电极集合(诸如图 10A 中描绘的上电极 1015 和下电极 1030a),并且可部署不同电路以用于测量。该不同电路可针对诸如图 10A 中所示的实现来感测开关的闭合,或针对诸如图 10B-10D 中所示的实现来感测平行板电容变化。

[0147] 在一些实现中,用于触摸模式、手写模式和/或指纹感测模式的寻址和/或测量电路系统可被包含在一个或多个控制器或驱动器专用集成电路(ASIC)芯片内。通过诸如使用焊料或各向异性导电膜之类的直接管芯附连、或者通过耦合至柔性带上的 IC 或外部印刷电路板的电缆或柔性带上的迹线的连接等方式,可将该或该些 ASIC 芯片直接附连至上基板 905 的下侧或电连接至上基板 905 和下基板 910 上的电极。

[0148] 在上文描述的一些实现中,在手写模式期间在上基板 905 和下基板 910 上所扫描的电极部署在彼此的正上方和正下方(例如,参见图 10A)。当指示笔尖端 1105(其可以是

如图 10A 或 10B 中所示的笔 1042 的尖端) 被施以足够的力时, 通过指示笔尖端 1105 施加的压力可造成上基板 905 和可压缩层 1025 挠曲(参见图 11C) 并且可造成上电极 1015 与下电极 1030a 上的电阻器 1035 进行物理接触, 从而引起膜开关的闭合(参见图 10A)。可通过包括固定电阻器 1035 来实现每个开关处的大电阻。此电阻可在很大程度上降低电流, 并且当一个或多个膜开关被同时按压时允许确定在手写、指纹或触摸模式中被按压的感测件位置。例如, 当手掌搁在组合式传感器器件 900 的表面上且指示笔也施加至该表面时, 可发生这种情形。电阻器 1035 可由制造成与下电极 1030a 串联的电阻层形成。替换地, 可从上电极 1015 与相应下电极 1030a 之间的平行板电容变化来测量用来自指示笔或手指在外表面上的力或压力造成的上基板 905 的位移。

[0149] 一些实现允许组合式传感器器件 900 在指纹获取模式中操作, 诸如在组合式传感器器件 900 的配置成启用此模式的特定区域中。图 10A-10D 的极右侧部分中以及图 12 的右下部分中示出指纹传感器区划 1010 的示例。在一些实现中, 可使用与用于制造组合式传感器器件 900 的其余部分的工艺流程和材料相同的工艺流程和材料来制造指纹传感器区划 1010。然而, 在一些实现中, 与手写及触摸传感器区划 1005 的上电极 1015 或下电极 1030 相比, 指纹传感器区划 1010、上指纹电极 1020 和下指纹电极 1040 以及下指纹电极 1040 的电阻器 1045 可用显著更近的节距或间距来安排。例如, 指纹传感器区划 1010 中的节距或间距可以在大约 10 微米至 100 微米的数量级上。此类配置可提供足够高分辨率的传感器以区分指纹的隆脊和凹谷。

[0150] 当手指向下按压在指纹传感器区划 1010 中的上基板 905 的表面上时, 上基板 905 的在指纹的隆脊正下方的某些区域可挠曲并使上指纹电极 1020 接触下指纹电极 1040 上的固定电阻器 1045。此开关闭合可通过电阻器(诸如大值电阻器) 进行, 此举可用于区分许多传感器元件中的哪些被按压以及哪些未被按压。扫描此类指纹传感器阵列的行或列可产生表示指纹隆脊或不存在指纹隆脊的数字输出。此类指纹传感器实现可使得能扫描指纹阵列以及获取指纹图像。

[0151] 使用数字电阻性技术进行手写和指纹识别可产生快速扫描速率。这部分是由于在扫描过程期间来自每个单元的输出“数字”本质, 这使得能实现指纹捕获和手写识别的高帧率。

[0152] 在一些实现中, 力敏膜开关可用于将额外的电容器局部地连接至 PCT 测量电路中, 由此在开关用来自例如手指或指示笔尖端的所施加压力而闭合时引起较大电容变化。开关可形成于传感器行与列的交叉部分附近。该额外的电容器可使用导电材料与该开关串联地形成以与行线和列线连接。在一些实现中, 相对于仅 PCT 配置的互电容变化, 此电容器可产生大电容变化。

[0153] 图 13 和 14 中描绘了一种此类实现。图 13 示出力敏开关实现的俯视图的示例。图 13 指示了此类组合式传感器器件 900 的两列和两行的部分, 其中列电极 1305 具有宽度 1310 以及间距或“节距”1315。通常使列电极和行电极的宽度较小(在几微米的数量级上), 以改善组合式传感器器件的总体透明度。该节距可在从约 10-50 微米(适于指纹检测)至约 5mm(用于较低分辨率设备)的范围内。替换实现可具有小于 50 微米或大于 5mm 的节距。图 14 示出穿过图 13 中所示的力敏开关实现的行的横截面的示例。

[0154] 在图 13 和 14 中所描绘的实现中, 在各行上在每个感测件中的行电极 1335 与电容

器顶部电极 1320 之间形成电容器 1317。可通过在行与列的交叉部分处的触点 1325 进行列电极 1305 与电容器 1317 之间的连接,其可包括与该触点串联的固定电阻器。此触点 1325 可电连接至电容器顶部电极 1320,从而形成可断开或闭合的开关的电极。在一些替换配置中,可能没有单独的触点 1325——可在列电极 1305 与电容器顶部电极 1320 之间直接进行物理接触。行电极 1335 可部署在基本透明的下基板 910 上,下基板 910 可由诸如玻璃、塑料等材料制成。在一些实现中,图 13 和 14 中所描绘的其它组件也可以是基本透明的。

[0155] 在此示例中,可压缩层 1025 部署在上基板 905 与电容器顶部电极 1320 之间。可压缩层 1025 可以是由具有足够低弹性模数的材料形成的绝缘体,其可容易地压缩且不会干扰对电容器的开关。此处,上基板 905 是部署在该传感器顶上以保护表面并且在被触摸时还局部地挠曲以致动开关的柔性膜。

[0156] 图 15A 示出表示图 13 和 14 中所示的实现的组件的电路图的示例。在电路 1500a 中,信号可施加于输入端 1505 并由模数转换器 (ADC) 1540 感测。当手指在柔性膜上或附近时,该信号可通过互电容 C_m 的变化来调制。 C_m 的此类变化通过可变电容器 1525 表示。行和列的自电容分别通过电容器 1530 和 1535 来表示。在行与列的交叉部分处的触点 (参见图 13 和 14) 被表示为开关 1510,其具有通过电阻器 1515 表示的电阻 R_1 以及通过串联电容器 1520 表示的电容 C_1 。电阻 R_1 也可包括相应的行电极或列电极的线电阻。当柔性上基板 905 上的力 (诸如触摸) 闭合开关 1510 时,电容 C_1 被添加至互电容 C_m 。在一些实现中, C_1 显著大于 C_m ,因为触摸通常可减小 C_m ,而闭合开关 1510 会增加电容:当开关闭合时,触摸的互电容性效应可通过 C_1 的值来遮蔽。

[0157] 在一个示例中,高分辨率传感器可形成具有 $5\mu\text{m}$ 的行和列宽度以及在行与列之间的 $50\mu\text{m}$ 的节距 (例如,参见图 13 和 14)。若例如电容器绝缘体 1330 为 $1000\text{ \AA}$ 厚且是由氮化硅 (SiN) 形成的,并且电容器顶部电极 1320 覆盖 $40\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 的面积 (参见图 14),则使用平行板电容器等式 $C = \epsilon_r \epsilon_0 A / d$ 可获得大于 60 毫微微法 (fF) 的调制,其中 ϵ_r 是该绝缘体的相对介电常数, ϵ_0 是自由空间的介电常数, A 是该顶部电极的面积,以及 d 是电介质的厚度。在一些实现中,此情况可被认为足够用于由 PCT 控制器电路系统进行的确定。减小电容器电极的长度或宽度将会减小电容值,而减小介电绝缘体的厚度将会增大电容。在一些实现中,通过用电容器顶部电极来横跨在行电极与列电极之间的感测件区域部分或通过增大行和列宽度,可使电容值明显较大。在一些实现中,可通过减小电极宽度或感测件节距来减小电容值。通过改变电容器电极的尺寸以及绝缘体的厚度,可获得在从小于约 10fF 至大于约 0.1pF 的范围中的电容值。

[0158] 图 15B 示出表示与图 13 和 14 相关的替换实现的组件的电路图的示例。电路 1500b 可用于考虑传感器 (诸如图 13 和 14 中所描绘的传感器) 的响应时间。此处,具有电阻 R_2 的漏电阻器 1545 已被添加至该电路,以便在开关 1510 断开时允许串联电容器 1520 放电。若例如 R_2 为 100 兆欧且 R_1 为 10 千欧,则如上文所描述的 $40\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 电容器的 C_1 值的频率响应 ($1/RC$) 对于开关 1510 的闭合至断开过渡将为最小值 150KHz,以及在开关 1510 闭合时将为最大值 1.5GHz 以通过串联电阻器 1515 对电容器充电。频率响应可有助于确定组合传感器的最小可获得帧率。在需要时,可通过减小电阻器值 R_1 或 R_2 或者减小电容以减小 RC 时间常数来增大频率响应和帧率。

[0159] 在一些实现中,电阻器 1515 表示触点 1325 的接触电阻 (例如,无固定电阻器且无

FSR)。在一些其它实现中,电阻器 1515 表示如图 14 中所示的直接在列电极 1305 与电容器顶部电极 1320 之间的接触电阻(例如,无固定电阻器、无 FSR,且无触点 1325)。在一些实现中,电阻器 1515 可包括定位于图 14 中的触点 1325 与电容器顶部电极 1320 之间的附加固定电阻器(诸如垂直或迂回型固定电阻器,未示出)的电阻。该固定电阻器可包括其上部部署的薄膜导电盖,该薄膜导电盖用作触点 1325 以辅助与列电极 1305 的电接触。电阻器 1515 可包括与固定电阻器串联或代替固定电阻器的力敏电阻器。电阻器 1515 可包括欧姆材料,诸如电阻性或金属薄膜。替换地,电阻器 1515 可包括非线性器件(诸如漏二极管)或其它器件。根据一些实现,电阻器 1515 可具有在从小于几欧至超过 100 兆欧的范围内的电阻。在一些实现中,漏电阻器 1545 可具有在 100 千欧或更大的数量级上的值。

[0160] 关于图 13 至 15B 所描述的开关电容器配置涵盖了可被称为数字电容性触摸 (DCT) 的配置,因为靠近 DCT 传感器阵列的行与列的交叉部分的局部电容器可以数字地接通或断开,这取决于交叉部分处的力致动开关是断开还是闭合。在一些配置中,DCT 阵列可在没有相应的 PCT 阵列的情况下用作指纹传感器、指示笔或手写传感器、触摸传感器,或其组合。在一些其它配置中,DCT 阵列可与 PCT 阵列组合。在一种此类配置中,靠近阵列中的交迭行与列之间的每个交叉部分被电连接的一个或多个电容性电极环绕位于每个交叉部分处的力致动电容性开关(例如,参见图 9B)。组合式传感器阵列可使用力敏电容性开关进行指示笔检测以及使用 PCT 阵列进行轻触摸或接近性感测。如上文所提及,同一 PCT 检测电路系统可在 DCT 方面中用于检测来自指示笔、笔或手指按压的力或压力施加,以及在 PCT 方面中用于检测来自手指或指示笔的轻触摸。如早先所提及的,关于行和列的命名、交迭的方式、各种纵横比以及其它特征旨在是解说性的而非限制性的。例如,行和列可以互换,列电极可穿过行电极之上或之下,以及节距或分辨率可改变而不失一般性。

[0161] 图 16 示出解说组合式传感器器件的制造过程的流程图的示例。图 17A-17D 示出在图 16 的制造过程的各种阶段期间的部分形成的组合式传感器器件的示例。根据一些实现,过程 1600 的框 1605 涉及在基本透明的上基板和下基板上沉积基本透明的导体(诸如 ITO)。在此示例中,下基板 910 是玻璃基板。然而,在替换实现中,下基板 910 可由塑料或类似材料形成。一些此类实现可适于卷轴式制造工艺。

[0162] 框 1605 还可涉及使用光刻及蚀刻工艺或诸如电镀、丝网印刷等的其它“添加性”工艺来将基本透明的导电材料图案化成电极。在一些实现中,此图案化工艺导致在上基板 905 和下基板 910 上图案化的列或行内彼此连接的菱形电极形状(或恰适的其它形状)。

[0163] 随后,可将电阻性材料沉积(例如,通过溅镀沉积)在下基板 910 的至少一些电极上以及在图案化电极上或连接至图案化电极,如框 1610 中所示。在替换实现中,可在上基板 905 的至少一些电极上沉积电阻性材料。该电阻性材料可被图案化以与电极上的感测位置中的全部或子集串联。根据一些实现,所得电阻器可具有在 1 兆欧的数量级上的电阻;其它实现可产生具有较小或较大电阻(诸如在 100 千欧与 10 兆欧之间)的电阻器。

[0164] 这些电极和电阻器可用至少两种通用方式来图案化,如图 17A 和 17B 中所示。第一选项(图 17A 中解说的俯视图)是通过将沉积在下基板 910 上的下电极材料或其它电阻性材料图案化成在膜平面中导电的一个或多个经连接片段的薄窄序列以达成足够高电阻来形成迂回型电阻器 1035。可在电阻器 1035 的末端包括从下电极材料或其它合适材料形成的导电接触区域 1036。第二选项(图 17B 中解说的侧视图)是直接在下电极 1030 的顶

上图案化垂直电阻器 1035,在这种情形中,导电路径是在基本垂直于膜平面的方向上通过该电阻器。在一些实现中,在垂直电阻器 1035 上方可包括薄金属接触区域 1037。

[0165] 过程 1600 的框 1615 可涉及在下基板 910 上沉积或以其它方式布置可压缩层 1025。在一些实现中,可压缩层 1025 可以是具有低弹性模数的可图案化的薄(例如,1 至 10 微米)聚合物,诸如弹性体。在可压缩层 1025 中包括间隙的一些实现中(诸如上文参照图 10A-10C 所讨论的),可压缩层 1025 可被图案化成使得在电阻器 1035 上方的区域是敞开的。图 17C 提供了根据一个此类示例的已部分制造的组合式传感器器件 900 的部分的横截面视图。在一些其它实现中,在电阻器 1035 上方的敞开区域可填充有力敏电阻器材料(未示出)。在具有或无 FSR 材料的一些其它实现中,垂直或迂回型电阻器 1035 的上表面可覆盖有薄金属层。

[0166] 在过程 1600 的此阶段,可压缩层 1025 已被图案化以曝露其上已形成电阻器 1035 的下电极 1030。在过程 1600 的一些实现中,可将 FSR 材料形成于下基板 910 的指纹传感器电极(参见可任选框 1620)、下基板 910 的手写及触摸传感器电极、或这两者上。图 10D 提供了形成于下指纹电极 1040 上的力敏电阻器材料 1085 的示例。力敏材料可通过诸如施配、网筛、沉积或图案化等方法而形成于电极上。在下基板 910 的手写及触摸传感器电极上也可包括力敏电阻器材料(未示出)

[0167] 在可压缩层 1025 的图案化和固化(若需要)之后,可将附加的薄黏合剂层 1705(诸如~1-5 微米)涂覆于可压缩层 1025 的表面上(参见可任选框 1625)以改善黏合,注意不要将黏合剂涂覆于电阻器 1035 的顶表面上。用于涂覆黏合剂的方法包括光刻、丝网印刷、刮浆及施配。在图 17D 中可看到此类黏合剂层 1705 的示例。

[0168] 图 17D 描绘在上基板 905 已接合至可压缩层 1025 之后的装置。上基板 905 可由基本透明的材料形成,并且可具有在底侧图案化成的基本透明的上电极 1015。上基板 905 可例如由塑料膜形成,诸如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚酰亚胺或类似材料。在此示例中,上电极 1015 由已形成至在图 17D 的平面中连续的行的 ITO 制成。在替换实现中,上电极 1015 以及下电极 1030 可被图案化成被连接为行或列的相似形状的焊盘。在一些实现中,可通过使上基板 905 与下基板 910 对准并经由已涂覆于可压缩层 1025 之上的黏合剂 1705 附接各层来接合两个基板。可使用其它技术,诸如将两个层热压在一起、机械夹持基板的周边、或无黏合剂方法。

[0169] 诸如图 17C 和 17D 中所描绘的实现在可压缩层 1025 中其上已形成电阻器的电极周围包括空气间隙。图 17D 的区域 1065 中描绘了此类空气间隙。空气间隙可导致从空气-基板界面的较高水平的非期望反射。上文参考式 1 描述了细节。相应地,在一些实现中,可在空间上限制空气间隙区域,使得空气间隙不会本质上影响堆栈的总体光学透射。例如,空气间隙区域的面积可限于在传感器的总面积的 1-5% 的范围中。替换地,空气间隙可限于仅指纹成像区域的区域(其可以是较低光学透射的有限区域),且因此可处于玻璃罩上,但不处于显示区域正上方。

[0170] 在替换实现中,诸如参照图 10C 和 10D 所描述的示例,可压缩层 1025 也可沉积于其上已形成电阻器 1035 的下电极 1030 中的至少一些上。在一些此类实现中,在手写及触摸传感器区划 1005 中不存在空气间隙。然而,其上已形成电阻器的其它电极(诸如在指纹传感器区划 1010 中)上可能沉积有或没有可压缩层 1025。然而,在再其它实现中,指纹传

感器区划 1010 可能不包括空气间隙。如图 10D 中所示,此类实现可在指纹传感器区划 1010 中包括 FSR 材料 1085。在一些其它实现中,在具有或无固定垂直或迂回型电阻器 1035 的情况下,在手写及触摸传感器区划 1005 中的下电极 1030 上方也可包括 FSR 材料 1085。

[0171] 过程 1600 的一些实现涉及具有相对少的掩模步骤的工艺流程。一些此类实现涉及用于在下基板 910 上沉积材料的两个掩模步骤,以及用于在上基板 905 上沉积材料的单个掩模步骤。可使用卷轴式制造工艺来至少在上基板 905 上形成结构。对于其中下基板 910 是塑料或类似材料的实现,卷轴式制造工艺可用于在下基板 910 上沉积材料。在此类实现中,下基板 910 可厚于上基板 905。在一些示例中,上基板 905 可层压至下基板 910 上以形成上文所描述的传感器堆栈。所得组合式传感器器件 900 可以是便宜的、轻、薄的,且高度适于移动和其它手持式电子设备。在一些实现中,上塑料层和下塑料层的此层压结构可被进一步层压至或以其他方式附连至基本透明且相对较坚硬的基板(诸如玻璃基板)上。在一些实现中,该基本透明的基板可以是显示器基板,诸如上文所描述的透明基板 20。

[0172] 在此实现中,框 1635 涉及加工及封装。框 1635 可涉及通过切割、分裂、锯切或其它合适方法从较大基板(诸如其上形成有多个组合式传感器器件 900 的大玻璃板或长卷塑料)单体化个体组合式传感器器件 900。从较大基板单体化传感器器件可在框 1635 之前执行,诸如在附连上基板(参见框 1630)之前或在将黏合剂涂覆至可压缩材料(参见框 1625)之前。框 1635 可涉及将组合式传感器器件 900 配置成用于与一个或多个传感器控制器(诸如下文参照图 25B 所描述的组合式传感器控制器 77)进行电通信。框 1635 可涉及将组合式传感器器件 900 附连至显示设备 40(诸如本文别处所描述的)。框 1635 可涉及包装个体组合式传感器器件 900 以用于装运或存储。

[0173] 图 18A 示出解说组合式传感器器件的高级架构的框图的示例。在此示例中,多点触摸传感器 1801、高分辨率手写传感器 1803 以及指纹传感器 1805 被整合在组合式传感器器件 900 中。随组合式传感器器件 900 一起包括的玻璃罩可覆盖在许多显示器上,包括但不限于 LCD、OLED 以及反射式显示器。取决于实现,一些此类显示器可以是适于移动设备的显示器,而一些显示器可适于其它设备(诸如消费者电子设备)。多点触摸传感器 1801(诸如 PCT 传感器)以及高分辨率手写传感器 1803(诸如平行板电容性位移传感器或 DRT 传感器)可在如上文关于图 9A 和 9B 以及图 10A-10D 所描述的可寻址传感器器件的行和列的交叉部分处交错。具有甚至更高分辨率的指纹传感器 1805 可被包括于显示区域的一部分上方的预选区域中,诸如在图 12 中所示的示例中那样。替换地,当该组合式传感器器件具有足够分辨率时,多点触摸传感器 1801 以及高分辨率手写传感器 1803 可用作显示区域上方任何位置的指纹传感器 1805。

[0174] 在图 18A 中所示的示例中,控制系统 1807 包括至少一个微控制器 1809 以及至少一个应用处理器 1810。在一些实现中,用于组合式传感器器件 900 的所有传感器的硬件、软件和/或固件可集成在单个微控制器 1809 上,而在其它实现中,单独的各微控制器 1809 可用于触摸感测、手写感测以及指纹感测功能性。用于所有传感器的应用可集成在单个应用处理器 1810 上或多个应用处理器 1810 上。这些处理器可驻留在例如显示设备内或移动设备内。

[0175] 此处,组合式传感器器件 900 中的传感器与微控制器 1809 通信,微控制器 1809 又与应用处理器 1810 通信。这些设备之间的通信可在两个方向上进行。在一些实现中,微控

制器 1809 驱动组合式传感器器件 900 的传感器并且从这些传感器接收感测数据。应用处理器 1810 可配置成既监视微控制器 1809 的输出,又将命令发送至微控制器 1809。微控制器 1809 可例如位于下基板 910 上、附连的柔性电缆上,或电连接的印刷电路板上。在一些实现中,微控制器 1809 还可配置成控制显示器和 / 或执行其它功能。

[0176] 一些实现可经由存储在一个或多个有形机器可读介质中的应用软件来提供。此类介质可以是应用处理器 1810 的部分,或者可以是可被应用处理器 1810 访问的单独的介质。应用软件可包括用于控制一个或多个设备执行各种功能的指令。例如,应用软件可包括用于仅在需要指纹感测时才激活指纹传感器区划 1010 以进行指纹感测的指令。否则,取决于实现,指纹传感器区划 1010 可被禁用或被激活以用于多点触摸和 / 或手写功能性。

[0177] 替换地或补充地,应用软件可包括用于通过关掉传感器、关掉微控制器 1809 的部分和 / 或在激活耗电的较高分辨率传感器之前在低分辨率传感器上采用降低的帧率上的第一级筛选来减少功耗的指令。例如,应用软件可包括用于通过以下操作来减少功耗的指令:使用微控制器 1809 电学地聚集感测件(或聚集组合式传感器器件 900 的行或列),使得组合式传感器器件 900 以较低分辨率执行并且可消耗较少功率并提供较高信号,直至需要更高分辨率。

[0178] 在一些实现中,组合式传感器器件 900 可被配置成在触摸模式或手写模式(其在本文中也可被称为指示笔模式)中起作用,而非配置成同时在两种模式中起作用。不使组合式传感器器件 900 同时在两种模式中起作用可能是有利的。例如,当用户正用指示笔在组合式传感器器件 900 上书写时,可能优选避免感测也可能搁在该设备上的用户手掌或手指。操作组合式传感器器件 900 以充当手写传感器可能影响和 / 或干扰组合式传感器器件 900 作为触摸传感器的功能性,反之亦然。相应地,一些实现提供用于触摸和手写模式功能性的分开的驱动和 / 或感测子系统。一些实现提供可在触摸模式功能性与手写模式功能性之间快速切换的驱动和 / 或感测子系统。

[0179] 图 18B 示出解说用于组合式传感器器件的控制系统的框图的示例。在此示例中,控制系统 1807 包括指示笔驱动电路 1811 和触摸驱动电路 1813。当组合式传感器器件 900 在触摸模式中操作时,指示笔驱动电路 1811 将一个或多个驱动信号 1814 发送至手写及触摸传感器区划 1005。当组合式传感器器件 900 在触摸模式中操作时,触摸驱动电路 1813 将驱动信号 1814 发送至于写及触摸传感器区划 1005。然而,在一些替换实现中,无论组合式传感器器件 900 是在手写模式中还是在触摸模式中操作,驱动信号 1814 是基本相同的。

[0180] 在此示例中,控制系统 1807 包括指示笔感测电路 1815 和触摸感测电路 1817。当组合式传感器器件 900 在触摸模式中操作时,指示笔感测电路 1815 处理来自手写及触摸传感器区划 1005 的一个或多个感测信号 1818。当组合式传感器器件 900 在触摸模式中操作时,触摸感测电路 1817 处理来自手写及触摸传感器区划 1005 的感测信号 1818。在一些实现中,控制系统 1807 可包括可从触摸配置切换至手写配置的单个电路。下文描述一些示例。

[0181] 图 18B 还示出表示手写及触摸传感器区划 1005 中的感测件 1819 的组件的电路图的示例。在感测件 1819 的此放大视图中,示意性地描绘了开关 1823 的电阻,以及感测件 1819 的相关联电极之间的互电容 1824。

[0182] 图 18C 示出用于组合式传感器器件中的感测件的物理组件及其电学等效的示例

表示。在此示例中,感测件 1819 包括形成于驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间的交迭区域中的开关 1823。开关 1823 由位于驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间的开关电容 1826 和漏电阻 1828 表示,漏电阻 1828 计及了在该开关断开时可能流过开关 1823 的小量漏电流。漏电阻器 1828 可具有在 1 兆欧或更大的数量级上的值。固定电阻器 1822 可位于驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间,并与感测件开关 1823 的触点电学串联。固定电阻器 1822 可以是迂回型电阻器、垂直电阻器、高电阻率膜、漏二极管、或其它线性或非线性电阻性元件。固定电阻器 1822 可在 100 千欧至 10 兆欧或更大的范围中。在此示例中,开关 1823 包括迂回型固定电阻器 1822,其可类似于图 17A 中所描绘的配置。

[0183] 当手指 1047、指示笔等按压在开关 1823 上时,使驱动电极 1820 的部分更靠近感测电极 1821,从而增大驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间的并联电容 1832。足够高的所施加压力或力将闭合开关 1823。手指 1047、导电指示笔等的接近也可引起毗邻驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间的电极间互电容 1824 变化。

[0184] 图 18D 示出组合式传感器器件的替换感测件的示例。图 18D 中所示的配置类似于上文所描述的图 9B 的配置。在此示例中,驱动电极 1820 和感测电极 1821 包括菱形区段 1825 以及窄部分 1827。在此示例中,开关 1823 形成于交迭区域 925b 中(同时参见图 9B)。

[0185] 并联电容 1832 在交迭区域 925b 中形成于驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间。感测件 1819 的总互电容等于毗邻驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间的各个电极间互电容 1824 中每一者的总和。在此示例中,总互电容是电极间互电容的约四倍。驱动电极 1820 的每个菱形区段 1825 具有感测件驱动电阻 1853,并且感测电极 1821 的每个菱形区段 1825 具有感测件感测电阻 1854。

[0186] 图 18E 示出表示组合式传感器器件中的感测件的等效电路组件的示意图的示例。轴 1829 表示各种电平的所施加驱动信号,诸如来自指示笔驱动电路 1811 或触摸驱动电路 1813 的驱动信号 1814(例如,参见图 18B)。轴 1831 表示各种电平的响应感测信号,例如,至图 18B 的指示笔感测电路 1815 或触摸感测电路 1817 的感测信号 1818。

[0187] 互电容组件 1833 可表示驱动电极 1820 与感测电极 1821 之间的互电容、以及由手指 1047 的接近引起的变化,如图 18C 中所示。寄生电容组件 1835 表示电极(诸如图 18C 的感测电极 1821)的自电容、以及由手指 1047 或另一导电体的接近引起的变化。并联电容组件 1836 表示平行板电容以及变化,诸如由手指 1047、指示笔等的压力引起的变化,从而使得驱动电极 1820 移动得更靠近图 18C 的感测电极 1821。开关 1823 的位置表示开关 1823 的闭合或非闭合。在一个示例中,互电容组件 1833 具有约 0.5pF 的值;寄生电容组件 1835 具有介于约 0.5pF 与 20pF 之间的值;并联电容组件 1836 具有约 0.5pF 的值;以及开关 1823 在断开时具有约 10 千兆欧的值且在闭合时具有约 1 千欧的值。本领域普通技术人员将易于理解,取决于期望实现,其它电容和电阻值也是可能的。在一些替换实现中,开关 1823 在闭合时将具有小于 100 欧的值(诸如当省掉固定电阻器时)。在一些其它实现中,开关 1823 在闭合时将具有有效地等于固定电阻器的值。

[0188] 本文所描述的一些实现提供可在触摸模式配置与手写模式配置之间切换的单个电路。例如,单个电路可配置成执行图 18B 的指示笔感测电路 1815 和触摸感测电路 1817 的功能。

[0189] 图 18F 示出可配置成用于手写或指示笔模式感测的组合式传感器器件的运算放

大器电路的示例。当在手写模式中操作时,电路 1837 配置成充当具有复位能力的积分器。电路 1837 可配置成在一个或多个开关 1823 闭合时从源自于组合式传感器器件 900 的手写感测的相对小输入电流产生相对大输出电压。

[0190] 在此示例中,电路 1837 包括运算放大器 1839、反馈电容器 1841 和反馈电阻器 1843、以及开关 1842 和 1844。在一个示例中,反馈电容器 1841 具有介于约 6pF 与 20pF 之间的值,且反馈电阻器 1843 具有约 5 兆欧或更高的值。然而,电路 1837 可实现成具有其它电容和电阻值,并且具有提供类似功能性的其它配置。例如,替换实现可包括代替反馈电阻器 1843 在截止状态中操作的晶体管(诸如金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET))。代替开关 1842,一些实现可包括有损器件,诸如高值电阻器或具有已知电阻的 NMOS 或 PMOS 晶体管。此外,一些实现可包括与开关 1842 串联的附加电阻器。

[0191] 当在指示笔模式中操作时,开关 1844 可保持断开,而开关 1842 可断开和闭合。图形 1845、1847 和 1849 示出稳态输入电流操作的示例。图形 1845 指示随时间推移的输入电流。在此示例中,电流保持恒定在稳态值 I_{ss} 。在时间 t_1 ,开关 1842 断开。参照图形 1847 可以看出,为了断开开关 1842,向开关 1842 施加的电压改变为开关断开电压 1848。开关断开电压 1848 可根据特定实现而变化。在一些实现中,开关断开电压 1848 可以是 1.8V,而在其它实现中,开关断开电压 1848 可以是 3.3V、5V、10V、20V 或某个其它电压。

[0192] 图形 1849 指示因断开开关 1842 引起的输出电压。在此示例中,由于输入电流是恒定的,因此输出电压 1850a 在开关 1842 断开的的时间 t_1 与开关 1842 再次闭合的时间 t_2 之间线性地增大。其间开关 1842 断开的的时间区间 $(t_2 - t_1)$ 可以是例如在 0.1 至 10 μs 的数量级上,或甚至更小。在此示例中,输出电压 1850a 达到最大输出电压 1851。此处,最大输出电压 1851 的符号与开关断开电压 1848 的符号相反,且具有低于开关断开电压 1848 的绝对值。当开关 1842 闭合时(在时间 t_2),电容器 1841 可放电并且输出电压 1850a 复位。

[0193] 图 18G 示出配置成用于触摸模式感测的图 18F 的运算放大器电路的示例。在此配置中,开关 1844 闭合,这允许电路 1837 充当电荷放大器以用于检测毗邻驱动电极 1820 与感测电极 1821(例如,参见图 18C 和 18D)之间的互电容 C_m 变化。在此示例中,驱动信号 1852 是具有电压 V_{drv} 的方波。

[0194] 图 18G 中示出所得输出电压 1850b 的示例。输出电压 1850b 不是像输出电压 1850a 那样的线性响应,而是对驱动信号 1852 的前沿和后沿的反相非线性响应。此响应遵循进入电容器的电流之间的基本关系 $I = C \, dV/dt$,其中 I 是电流, C 是电容器的电容,以及 dV/dt 是电压关于时间的导数。

[0195] 当例如用手指或指示笔来按压感测件且感测件开关闭合时,PCT 传感器可展现短路的感测件。此状况具有创建可使电路 1837 的运算放大器 1839 饱和的大于正常信号的信号的潜在可能性。虽然饱和状态可被感测和识别,但饱和和恢复时间对于阵列感测系统而言可能是成问题的。放大器恢复时间通常不会以高置信度知晓,其通常是在测试设施中表征的。若运算放大器 1839 保持饱和,则后续感测件测量可能被破坏。因此,恢复时间可对传感器阵列的可达成扫描速率具有显著影响。

[0196] 另外,电路 1837 可具有时间常数较大的反馈组件,这也可能促成长恢复周期。在一些实现中,电路 1837 可包括大反馈电阻器(诸如电阻器 1843)以提供 DC 反馈来使电路 1837 稳定。与电容器 1841 并联的大反馈电阻器可创建会抑制传感器扫描速率的较大时间

常数。

[0197] 相应地,电路 1837 的一些实现被配置成抑制或防止运算放大器 1839 的饱和。一些此类实现提供低阻抗路径以泄放电容器 1841 的电荷,从而允许电路 1837 的快速复位和/或从运算放大器 1839 的饱和状态的快速恢复。

[0198] 图 18H 示出包括箝位电路的用于组合式传感器器件的运算放大器电路的示例。箝位电路 1855 可被配置成通过限制电路 1837 的输出电压来抑制或防止运算放大器 1839 的饱和。在此示例中,箝位电路 1855 部署成与电路 1837 的其它组件并联。

[0199] 图 18I 示出箝位电路传递函数的示例。函数 1857 是理想箝位电路传递函数,而函数 1859 是实际箝位电路传递函数的示例。当箝位电路 1855 在箝位电压范围 ($V_{c-} < V_o < V_{c+}$) 内操作时,函数 1857 和 1859 两者都指示了极高阻抗。箝位电路 1855 可被配置成具有箝位电压 V_{c-} 和 V_{c+} ,其绝对值小于相应饱和 (sat) 电压 V_{sat-} 和 V_{sat+} 的绝对值。

[0200] 在箝位电压范围内,电路 1837 可在触摸模式中操作而只有很少或没有来自箝位电路 1855 的影响。当运算放大器被“箝位”时(当 $V_{输出}$ 达到或超过 V_{c+} 或 V_{c-} 时),箝位电路 1859 的阻抗极低,如通过 $I_{输出}$ 的绝对值的显著增大所示的。若使箝位电路 1855 的阻抗极低,这实质上使电路 1837 的反馈组件短路,由此允许反馈电容器 1841 放电(参见图 18H)。

[0201] 图 18J 示出箝位电路的电路图的示例。在图 18J 中所描绘的配置中,箝位电路 1855 包括串联地排列且具有第一正向方向的 n 个二极管 1861。这些二极管 1861 部署成与二极管 1863 并联。在此示例中,存在串联地排列且具有与二极管 1861 的正向方向相反的第二正向方向的 n 个二极管 1863。在一些实现中,二极管 1861 和 1863 中的每一个的正向电压可在 1V 或更小的数量级上,例如,0.2V、0.3V 或 0.6V。 n 的值以及二极管 1861 和 1863 的正向电压可根据实现而变化。具有相对较大数目的二极管(各自具有相对较低的正向电压)的箝位电路 1855 的箝位电路传递函数将比具有相对较小数目的二极管(各自具有相对较高的正向电压)的箝位电路 1855 更紧密地近似理想箝位电路传递函数。

[0202] 然而,箝位电路 1855 可用各种其它方式来配置。在一些替换实现中,二极管 1861 和 1863 中的至少一个可以是齐纳(Zener)二极管。在一些此类实现中,二极管 1861 中的一个为具有第一正向方向的齐纳二极管,并且二极管 1863 中的一个为具有第二且相反的正向方向的齐纳二极管。在一些此类实现中,每个齐纳二极管可与具有相反的正向方向的肖特基(Schottky)二极管串联成对。在一些实现中,肖特基二极管可具有约 0.2V 或 0.3V 的正向电压降。相应的齐纳二极管的齐纳击穿电压可基本上较高。例如,在 $\pm 5V$ 模拟系统中,齐纳击穿电压在一种实现中可以是 4.2V。

[0203] 在本文所描述的一些实现中,下基板可形成显示设备的玻璃罩装置的至少一部分。在一些此类实现中,信号线可形成于玻璃罩的上表面上,而非玻璃罩之下。此类配置对阵列中的感测元件的设计是有意义的,因为这些元件可在该阵列外部布线并被附连至配置成寻址和感测来自阵列中的各种感测元件的信号集成电路(IC)。

[0204] 前面的办法(诸如覆盖这些布线寻线或者将 IC 附连在玻璃罩的顶侧上并用黑色边界环氧树脂来覆盖它们)可能并非最佳的。一个原因在于环氧树脂可能在触摸表面上产生用户可能感觉到的地形。

[0205] 相应地,本文所描述的一些实现提供新颖的布线配置。一些实现涉及使用组合式传感器器件 900 的柔性上基板 905 作为用于直接附连一个或多个 IC(包括但不限于 ASIC)

的平台。柔性上基板 905 可包裹下基板 910 的边缘（玻璃基板或另一此类基本透明基板的边缘）。一些此类实现涉及包裹感测导线和布线引线，并以使得玻璃罩能够一直延伸至移动显示设备（诸如智能电话设备）的边缘的方式将 IC 附连至这些引线。该（诸）IC 可直接附连至上基板 905 的包裹部分，由此实现该设备上的最小边缘边界、消除或最小化对边框的需要、以及通过整合覆盖层与柔性印刷电路来减小成本。一些此类实现可能不会产生用户能感觉到的地形。

[0206] 现在将参照图 19 至 21B 来描述一些示例。图 19 示出替换的组合式传感器器件的部分的横截面的示例。在此实现中，下基板 910 由玻璃形成，而上基板 905 由柔性且基本透明的材料（诸如明净聚酰亚胺）形成。此处，导电材料（在此示例中为金属化物）已被图案化成上基板 905 上的上电极 1015。上基板 905 底侧上的上电极 1015 可用于布线该传感器的信号线。上基板 905 的部分 1910（其未按比例绘制）可被配置成在一些实现（诸如图 21B 所示的实现）中包裹下基板 910 的边缘。在图 19 所示的示例中，下基板 910 上的下电极 1030 可使用各向异性导电膜（ACF）1905 或类似连接方案来电接合至上基板 905 上的上电极 1015 或其它电迹线或电路系统。

[0207] 图 20 示出用于组合式传感器器件的布线的俯视图的示例。图 20 所解说的组合式传感器器件 900 包括玻璃上柔性件（FOG）配置 2005 和柔性件上芯片（COF）配置 2010a 两者。图 20 还指示了组合式传感器器件 900 的手写及触摸传感器区划 1005 和指纹传感器区划 1010。围绕该手写、触摸及指纹传感器区划 1005 和 1010 的部分可包括接地环 2015，以隔离来自系统的噪声耦合以及最小化虚假触摸。尽管指纹传感器区划 1010 被示为物理上相异于手写及触摸传感器区划 1005，但在手写及触摸区划中具有足够高分辨率的一些实现中，这两个区划合并，并且是不可区分的。可使用软件来分配组合式传感器器件 900 的部分以用于指纹检测。当与底层显示设备组合时，可使用软件来显示框或其它合适指示符以提示用户在何处（以及在何时）将手指放在传感器器件上。

[0208] 图 21A 示出穿过图 20 中所示的组合式传感器器件的该器件的横截面视图的示例。在此示例中，上基板 905 用黏合剂层 1705 接合至下基板 910。在组合式传感器器件 900 的此视图中可看到附加的 COF2010b。诸如无源器件（未示出）以及用于信号、功率、接地以及外部连接器的连接迹线之类的附加组件可连同控制器或其它集成电路（诸如 COF2010a 和 2010b）一起被包括在上基板 905 的延伸部分上。柔性上基板 905 中可包括电通孔或连接通孔（未示出）以辅助任何电和电子组件的连通性。诸如 **Kapton®** 带的加强件 2120 可附连至上基板 905 的延伸部分。

[0209] 图 21B 示出包裹式实现的横截面视图的示例。在图 21B 所解说的组合式传感器器件 900 中，柔性上基板 905 包裹下基板 910 的边缘。图 21B 描绘了 IC2105（其在此示例中为 ASIC）连接至上基板 905 内部（下侧）上的上电极 1015。IC2105 可例如被配置成用于控制组合式传感器器件 900 以提供触摸传感器、手写传感器和 / 或指纹传感器功能性。在此示例中，电连接器 2110 附连至上电极 1015 或附连至上基板 905 的一侧或两侧上的其它迹线。图 21B 中示出边框 2115。然而，其它实现可能不包括边框 2115。

[0210] 此处，寻址下基板 910 上的电极的信号线被布线并连接至柔性上基板 905 底侧上的相应上电极 1015。根据一些此类实现，通过整合柔性上基板 905 的功能性与柔性印刷电路的功能性，可降低组合式传感器器件 900 的成本和复杂性两者。

[0211] 使用诸如上文所描述的设备,可实现应用阵列。一些此类实现涉及使用移动手持式设备作为基于用户认证的安全网关以启用交易和 / 或物理进入。一些实现涉及使用指纹传感器作为用户认证系统的部分,诸如用于商业或银行交易。在一些实现中,手写输入功能可用于签名识别和相关应用。替换地或补充地,一些实现涉及使用手写输入特征来自动捕捉来自企业中的人员(诸如教育环境中的学生、公司环境中的员工、等等)的笔记和指示笔输入。

[0212] 例如,存在使得能以类似于使用信用卡的方式来使用移动设备进行商业交易的增长趋势。在此使用模型中,用户可简单地将 PN 号输入至装备有通信接口(诸如配置成与支付终端通信的近场通信(NFC))的蜂窝电话中。

[0213] 此模型的一个挑战是用户认证。PIN和密码可能无法有效地防止未经授权的访问。失窃的移动设备或蜂窝电话可能导致将该设备或电话不正当地用于信用或借贷交易。

[0214] 本文所提供的一些实现涉及使用内置指纹传感器(诸如组合式传感器器件 900 的指纹传感器)来实现本地用户认证。图 22 示出解说基于指纹的用户认证过程的流程图的示例。过程 2200 可涉及使用蜂窝电话作为基于指纹的用户认证系统以实现交易和 / 或物理进入。

[0215] 根据一些此类实现,用户可通过提供一个或多个指纹而在移动设备(诸如蜂窝电话)上注册。在一些此类实现中,移动设备包括组合式传感器器件 900。替换地或补充地,用户可提供手写数据。指纹和 / 或手写数据可被加密且安全地存储在该移动设备内。然而,一些替换实现提供由远程设备(诸如服务器)进行的认证。此类实现可涉及将指纹和 / 或手写数据存储于远程设备中。此外,一些实现涉及从一个以上人员获取指纹和 / 或手写数据,使得一个以上人员可使用该相同移动设备来认证。

[0216] 在认证过程期间,用户诸如通过整合在该移动设备的玻璃罩装置中的一个或多个传感器将指纹和 / 或手写数据提供给移动设备(框 2205)。例如,当用户希望使用该移动设备进行商业交易时,用户可这样做。可在移动设备内或经由远程设备(诸如认证服务器)安全地处理所获得的指纹和 / 或手写数据,并将其与先前注册并存储的指纹和 / 或手写数据作比较(框 2210)。在框 2210 中,该移动设备或认证服务器确定所获得的指纹和 / 或手写数据与所存储的指纹和 / 或手写数据之间是否存在匹配。

[0217] 当且仅当存在匹配时,才将准许交易。若在框 2215 中未发现匹配,则过程 2200 可允许用户再次尝试(例如达有限次数)(框 2220)。若用户不能在该次数内提供匹配的指纹和 / 或手写数据,则该过程可结束(框 2230)。在一些实现中,若接收到不适确数据,则移动设备或认证服务器可例如向金融机构和 / 或当地政府机构发送通知。在此示例中,若准许交易,则移动设备或认证服务器被配置成将授权信号发送至另一设备(框 2225)。此类设备的示例包括图 23A 中所示的移动设备 40 和支付终端 2310。

[0218] 图 23A 示出可被配置成用于进行商业交易的移动设备的示例。在此示例中,移动设备是被配置成用于(诸如经由 NFC)与支付终端 2310 进行无线通信的指纹安全式蜂窝电话。该蜂窝电话是本文别处所描述的显示设备 40 的实例,且可包括诸如上文所描述的组合式传感器器件 900。替换地,蜂窝电话可包括不是组合式传感器器件 900 的部分的指纹传感器区划 1010。

[0219] 根据一些实现,用户可根据诸如上文参照图 22 所描述的过程将指纹数据提供给

移动设备。若在所存储的指纹数据与新近提供的指纹数据之间存在匹配,则可准许交易。例如,图 23A 的支付终端 2310 可将指示应授权支付的信号发送至金融机构的相应设备。该金融机构可能批准或可能不批准该支付,取决于诸如资金或信用的可用性之类的因素。图 23A 示出用于授权物理地邻近电话的支付终端处的支付的移动设备。在一些其它实现中,移动设备可用于授权在远程进行的支付(诸如经由在移动设备上运行的 web 浏览器或其它应用所进行的电子商业交易),或授权通过分开的系统所进行的支付(诸如在用户控制下经由在个人计算机上运行的 web 浏览器或其它应用所进行的电子商业交易)。参照图 22 和 23A,框 2225 的授权信号可被用于控制在移动设备自身上的数据(诸如用于授权支付或信用卡信息至支付终端 2310 的传输的控制位)的发布。在另一实现中,框 2225 的指示应授权支付的授权信号可被发送至另一设备或过程服务器(诸如金融机构的设备或服务器)。

[0220] 公司及政府位置中的许多物理设施被电子地保全,且要使用在特定无线频率(诸如 128kHz)上操作的无线射频识别(RFID)卡、钥匙坠等来进入。这些是通过从位于门附近的读卡器或类似设备电感地耦合电力来汲取能量的近程设备。若 RFID 卡或钥匙坠落入错误的人手里,则这些进入点的安全性可能被损害。

[0221] 代替使用分开的 RFID 卡或钥匙坠,一些实现涉及使用指纹安全式移动设备(诸如指纹安全式蜂窝电话)以获取对此类物理设施的进入。图 23B 示出将指纹安全式移动设备用于物理进入应用的示例。移动设备是本文别处所描述的显示设备 40 的实例,并且可包括组合式传感器器件 900。

[0222] 在一些此类实现中,指纹安全式移动设备可被用于打开可被电子锁定的启用 NFC 的进入点 2320,诸如建筑物、汽车、橱柜、保险箱等的门 2315。在一些实现中,该进入点可被配置成用于经由网络与其它设备(诸如认证服务器)通信。在移动设备 40 发起其与进入点 2320 的通信之前,移动设备 40 的指纹传感器区划 1010 可被用于实现(至少部分地)对该用户的认证过程。该认证过程可类似于上文针对安全支付网关所描述的过程;然而,所实现的应用是物理进入而非交易。

[0223] 移动设备正变为用于文件、音乐、视频以及其它数字资产的存储、传输以及回放的普及装置。为了保留数字及其它权利,以及为了防止此类数字资产的未经授权访问、分发和复制,一些实现涉及使用将与所讨论的资产“绑定”的指纹传感器和/或手写传感器。以此方式,仅被授权访问数字资产的(诸)人员可通过使用指纹传感器和/或手写传感器(其可以是本文所描述的组合式传感器器件 900 的传感器)来访问该资产。

[0224] 在许多企业中(包括公司、政府、教育及其它环境),在移动设备的屏幕上具有个人书写笔记可能是有益的。诸如具有大屏幕的平板计算机之类的设备可代替作为便条,从而允许自动捕捉会议笔记、同事之间的交互式讨论以及其它重要发现。图 24A 中描绘了一个此类设备。

[0225] 图 24A 示出安全平板设备的示例。图 24A 的平板设备 2400a 可被配置成用于与网络(诸如由企业所维护的网络)进行无线通信。平板设备 2400a 可包括组合式传感器器件 900,诸如本文别处所描述的。此类网络通信可促进将通过平板设备 2400a 捕捉的信息存储在企业的文件数据库上。由于这些设备内包含的信息的常常机密且私有的本质,对此类平板计算机和电话的访问应仅限于(诸)经授权用户。否则,此类设备的丢失可能导致对其所包含的数据的未经授权使用以及损害。

[0226] 一些此类实现根据手写识别过程和 / 或指纹识别过程来提供访问控制。可根据平板设备 2400a 上的用户手写的分析和 / 或根据从设在玻璃罩装置上的指纹传感器接收的指纹数据来控制对平板设备 2400a 的访问,如上文所描述的。在图 24A 所描绘的示例中,指示笔尖端 1105 可被用于经由平板设备 2400a 来提供手写数据 2410。此数据可用于类似于上文参照图 22 所描述的认证过程。

[0227] 图 24B 示出替换的安全平板设备的示例。图 24B 所解说的平板设备 2400b 的屏幕可充当手写输入设备或记事本。平板设备 2400b 可包括组合式传感器器件 900,诸如本文别处所描述的。如图 24B 中所示,可根据手写认证规程来控制对平板设备 2400b 的访问:此处,指示笔尖端 1105 可被用于提供手写数据 2410。替换地或补充地,可使用经由指纹传感器区划 1010 获取的指纹数据根据指纹认证规程来控制对平板设备 2400b 的访问。取决于特定实现,平板设备 2400b 可能被配置成或可能不被配置成用于手指触摸感测。可在屏幕上自动地捕捉信息,并且在一些实现中,该信息可与企业的数据库无线地同步。替换地或补充地,可在本地存储此类数据。一些此类数据可在随后(诸如经由有线或无线接口)与企业的数据库同步。

[0228] 图 25A 和 25B 示出解说包括组合式传感器器件的显示设备的系统框图的示例。显示设备 40 可以是例如智能电话、蜂窝电话、或移动电话。然而,显示设备 40 的相同组件或其稍有变动的变体也解说诸如电视、平板电脑、电子阅读器、手持式设备和便携式媒体播放器等各种类型的显示设备。

[0229] 显示设备 40 包括外壳 41、显示器 30、组合式传感器器件 900、天线 43、扬声器 45、输入设备 48、以及话筒 46。外壳 41 可由各种各样的制造工艺(包括注模和真空成形)中的任何制造工艺来形成。另外,外壳 41 可由各种各样的材料中的任何材料制成,包括但不限于:塑料、金属、玻璃、橡胶、和陶瓷、或其组合。外壳 41 可包括可拆卸部分(未示出),其可与具有不同颜色、或包含不同徽标、图片或符号的其它可拆卸部分互换。

[0230] 显示器 30 可以是各种各样的显示器中的任何显示器,包括双稳态显示器或模拟显示器,如本文中所描述的。显示器 30 也可配置成包括平板显示器(诸如,等离子体、EL、OLED、STN LCD 或 TFT LCD)、或非平板显示器(诸如,CRT 或其它电子管设备)。另外,显示器 30 可包括干涉测量调制器显示器,如本文中所描述的。组合式传感器器件 900 可以是基本上如本文描述的器件。

[0231] 在图 25B 中示意性地解说显示设备 40 的组件。显示设备 40 包括外壳 41,并且可包括被至少部分地包封于其中的附加组件。例如,显示设备 40 包括网络接口 27,该网络接口 27 包括耦合至收发器 47 的天线 43。网络接口 27 可以是可显示在显示设备 40 上的图像数据的源。相应地,网络接口 27 是图像源模块的一个示例。收发器 47 连接至处理器 21,该处理器 21 连接至调理硬件 52。调理硬件 52 可配置成调理信号(例如,对信号滤波)。调理硬件 52 连接至扬声器 45 和话筒 46。处理器 21 还连接至输入设备 48 和驱动器控制器 29。驱动器控制器 29 耦合至帧缓冲器 28 并且耦合至阵列驱动器 22,该阵列驱动器 22 进而耦合至显示阵列 30。在一些实现中,电源 50 可向特定显示设备 40 设计中的几乎所有组件提供电力。

[0232] 在此示例中,显示设备 40 还包括组合式传感器控制器 77。组合式传感器控制器 77 可被配置成用于与组合式传感器器件 900 通信和 / 或被配置成用于控制组合式传感器器

件 900。组合式传感器控制器 77 可被配置成确定邻近组合式传感器器件 900 的手指、导电或非导电指示笔等的触摸位置。组合式传感器控制器 77 可被配置成至少部分地基于在触摸位置附近所检测到的电容变化来作出此类确定。组合式传感器控制器 77 还可被配置成充当手写传感器控制器和 / 或指纹传感器控制器。组合式传感器控制器 77 可被配置成将触摸传感器、手写传感器、指纹传感器和 / 或用户输入信号供应至处理器 21。

[0233] 尽管组合式传感器控制器 77 在图 25B 中被描绘为单个设备,但组合式传感器控制器 77 可实现在一个或多个设备中。在一些实现中,分开的传感器控制器可被配置成提供触摸、手写和指纹感测功能性。此类传感器控制器可例如实现在分开的集成电路中。在一些此类实现中,用于触摸模式、手写模式和 / 或指纹感测模式的寻址和 / 或测量电路系统可被包含在一个或多个控制器或驱动器 ASIC 芯片内。然而,在一些替换实现中,处理器 21 (或另一此类设备) 可被配置成提供一些或所有此传感器控制器功能性。

[0234] 网络接口 27 包括天线 43 和收发器 47,从而显示设备 40 可经由网络与一个或多个设备通信。网络接口 27 也可具有一些处理能力以减轻例如对处理器 21 的数据处理要求。天线 43 可发射和接收信号。在一些实现中,天线 43 根据 IEEE16.11 标准 (包括 IEEE16.11(a)、(b) 或 (g)) 或 IEEE802.11 标准 (包括 IEEE802.11a、b、g、n) 及其进一步实现来发射和接收 RF 信号。在一些其它实现中,天线 43 根据蓝牙标准来发射和接收 RF 信号。在蜂窝电话的情形中,天线 43 设计成接收码分多址 (CDMA)、频分多址 (FDMA)、时分多址 (TDMA)、全球移动通信系统 (GSM)、GSM/ 通用分组无线电服务 (GPRS)、增强型数据 GSM 环境 (EDGE)、地面集群无线电 (TETRA)、宽带 CDMA (W-CDMA)、演进数据优化 (EV-DO)、1xEV-DO、EV-DO 修订版 A、EV-DO 修订版 B、高速分组接入 (HSPA)、高速下行链路分组接入 (HSDPA)、高速上行链路分组接入 (HSUPA)、演进高速分组接入 (HSPA+)、长期演进 (LTE)、AMPS、或用于在无线网络 (诸如,利用 3G 或 4G 技术的系统) 内通信的其它已知信号。收发器 47 可预处理从天线 43 接收的信号,以使得这些信号可由处理器 21 接收并进一步操纵。收发器 47 也可处理从处理器 21 接收的信号,以使得可从显示设备 40 经由天线 43 发射这些信号。

[0235] 在一些实现中,收发器 47 可由接收器代替。另外,在一些实现中,网络接口 27 可由图像源代替,该图像源可存储或生成要发送给处理器 21 的图像数据。处理器 21 可控制显示设备 40 的整体操作。处理器 21 接收数据 (诸如来自网络接口 27 或图像源的经压缩图像数据),并将该数据处理成原始图像数据或处理成容易被处理成原始图像数据的格式。处理器 21 可将经处理数据发送给驱动器控制器 29 或发送给帧缓冲器 28 以进行存储。原始数据通常是指标识图像内每个位置处的图像特性的信息。例如,此类图像特性可包括色彩、饱和度和灰度级。

[0236] 处理器 21 可包括微控制器、CPU、或用于控制显示设备 40 的操作的逻辑单元。调理硬件 52 可包括用于将信号传送至扬声器 45 以及用于从话筒 46 接收信号的放大器和滤波器。调理硬件 52 可以是显示设备 40 内的分立组件,或者可被纳入在处理器 21 或其它组件内。

[0237] 驱动器控制器 29 可直接从处理器 21 或者可从帧缓冲器 28 取由处理器 21 生成的原始图像数据,并且可适当地重新格式化该原始图像数据以用于向阵列驱动器 22 高速传输。在一些实现中,驱动器控制器 29 可将原始图像数据重新格式化成具有类光栅格式的数据流,以使得其具有适合跨显示阵列 30 进行扫描的时间次序。然后,驱动器控制器 29 将经

格式化的信息发送至阵列驱动器 22。虽然驱动器控制器 29 (诸如, LCD 控制器) 往往作为自立的集成电路 (IC) 来与系统处理器 21 相关联, 但此类控制器可用许多方式来实现。例如, 控制器可作为硬件嵌入在处理器 21 中、作为软件嵌入在处理器 21 中、或以硬件形式完全与阵列驱动器 22 集成在一起。

[0238] 阵列驱动器 22 可从驱动器控制器 29 接收经格式化的信息并且可将视频数据重新格式化成一组并行波形, 这些波形被每秒许多次地施加至来自显示器的 x-y 像素矩阵的数百条且有时是数千条 (或更多) 引线。

[0239] 在一些实现中, 驱动器控制器 29、阵列驱动器 22、以及显示阵列 30 适用于本文中所述的任何类型的显示器。例如, 驱动器控制器 29 可以是常规显示器控制器或双稳态显示器控制器 (诸如, IMOD 控制器)。另外, 阵列驱动器 22 可以是常规驱动器或双稳态显示器驱动器 (诸如, IMOD 显示器驱动器)。此外, 显示阵列 30 可以是常规显示阵列或双稳态显示阵列 (诸如, 包括 IMOD 阵列的显示器)。在一些实现中, 驱动器控制器 29 可与阵列驱动器 22 集成在一起。此类实现在高度集成的系统中可能是有用的, 这些系统例如有移动电话、便携式电子设备、手表或其他小面积显示器。

[0240] 在一些实现中, 输入设备 48 可配置成允许例如用户控制显示设备 40 的操作。输入设备 48 可包括按键板 (诸如, QWERTY 键盘或电话按键板)、按钮、开关、摇杆、触敏屏幕、与显示阵列 30 相集成的触敏屏幕、或者压敏或热敏膜。话筒 46 可配置成作为显示设备 40 的输入设备。在一些实现中, 可使用通过话筒 46 的语音命令来控制显示设备 40 的操作。

[0241] 电源 50 可包括各种能量存储设备。例如, 电源 50 可包括可再充电电池, 诸如镍镉电池或锂离子电池。在使用可再充电电池的实现中, 该可再充电电池可以是可使用例如来自光致电压设备或阵列的墙壁插座的电力来充电的。替换地, 该可再充电电池可以是可无线地充电的。电源 50 也可以是可再生能源、电容器或太阳能电池, 包括塑料太阳能电池或太阳能电池涂料。电源 50 也可配置成从墙上插座接收功率。

[0242] 在一些实现中, 控制可编程性驻留在驱动器控制器 29 中, 驱动器控制器 29 可位于电子显示系统中的若干个地方。在一些其它实现中, 控制可编程性驻留在阵列驱动器 22 中。上述优化可以用任何数目的硬件和 / 或软件组件并在各种配置中实现。结合本文中所公开的实现来描述的各种解说性逻辑、逻辑块、模块、电路和算法步骤可实现为电子硬件、计算机软件、或这两者的组合。硬件与软件的这种可互换性已以其功能性的形式作了一般化描述, 并在上文描述的各种解说性组件、框、模块、电路、和步骤中作了解说。此类功能性是以硬件还是软件来实现取决于具体应用和加诸于整体系统的设计约束。

[0243] 用于实现结合本文中所公开的方面描述的各种解说性逻辑、逻辑块、模块和电路的硬件和数据处理装置可用通用单芯片或多芯片处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其他可编程逻辑器件、分立的门或晶体管逻辑、分立的硬件组件、或其设计成执行本文中描述的功能的任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器, 或者是任何常规的处理器、控制器、微控制器、或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合, 诸如 DSP 与微处理器的组合、多个微处理器、与 DSP 核心协作的一个或多个微处理器、或任何其他此类配置。在一些实现中, 特定步骤和方法可由专门针对给定功能的电路系统来执行。

[0244] 在一个或多个方面, 所描述的功能可以用硬件、数字电子电路系统、计算机软件、

固件（包括本说明书中所公开的结构及其结构等效物）或其任何组合来实现。本说明书中所描述的主题内容的实现也可实现为一个或多个计算机程序，即，编码在计算机存储介质上以供数据处理装置执行或用于控制数据处理装置的操作的计算机程序指令的一个或多个模块。

[0245] 如果在软件中实现，则各功能可以作为一条或更多条指令或代码存储在计算机可读介质上或藉其进行传送。本文中所公开的方法或算法的步骤可在可驻留在计算机可读介质上的处理器可执行软件模块中实现。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者，其包括可被赋予将计算机程序从一地转移到另一地的能力的任何介质。存储介质可以是能被计算机访问的任何可用介质。作为示例而非限定，此类计算机可读介质可包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁存储设备、或能被用来存储指令或数据结构形式的期望程序代码且能被计算机访问的任何其它介质。任何连接也可适当地称为计算机可读介质。如本文中所使用的盘和碟包括压缩碟（CD）、激光碟、光碟、数字通用碟（DVD）、软盘和蓝光碟，其中盘（disk）往往以磁的方式再现数据而碟（disc）利用激光以光学方式再现数据。上述的组合也可被包括在计算机可读介质的范围内。另外，方法或算法的操作可作为代码和指令之一或者代码和指令的任何组合或集合而驻留在可被纳入计算机程序产品中的机器可读介质和计算机可读介质上。

[0246] 对本公开中描述的实现的的各种改动对于本领域技术人员可能是明显的，并且本文中所定义的普适原理可应用于其他实现而不会脱离本公开的精神或范围。由此，权利要求并非旨在被限定于本文中示出的实现，而是应被授予与本公开、本文中所公开的原理和新颖性特征一致的最广义的范围。本文中专门使用词语“示例性”来表示“用作示例、实例或解说”。本文中描述为“示例性”的任何实现不必然被解释为优于或胜过其他可能性或实现。另外，本领域普通技术人员将容易领会，术语“上”和“下/低”有时是为了便于描述附图而使用的，且指示与取向正确的页面上的附图取向相对应的相对位置，且可能并不反映如所实现的 IMOD 的真正取向。

[0247] 本说明书中在分开实现的上下文中描述的某些特征也可组合地实现在单个实现中。相反，在单个实现的上下文中描述的各种特征也可分开地或以任何合适的子组合实现在多个实现中。此外，虽然诸特征在上文可能被描述为以某些组合的方式起作用且甚至最初是如此要求保护的，但来自所要求保护的组合的一个或多个特征在一些情形中可从该组合被切除，且所要求保护的组合可以针对子组合、或子组合的变体。

[0248] 类似地，虽然在附图中以特定次序描绘了诸操作，但本领域普通技术人员将容易认识到此类操作无需以所示的特定次序或按顺序次序来执行、也无需要执行所有所解说的操作才能达成期望的结果。此外，附图可能以流程图的形式示意性地描绘一个或多个示例过程。然而，未描绘的其它操作可被纳入示意性地解说的示例过程中。例如，可在任何所解说操作之前、之后、同时或之间执行一个或多个附加操作。在某些环境中，多任务处理和并行处理可能是有利的。此外，上文所描述的实现中的各种系统组件的分开不应被理解为在所有实现中都要求此类分开，并且应当理解，所描述的程序组件和系统一般可以一起整合在单个软件产品中或封装成多个软件产品。另外，其它实现也落在所附权利要求书的范围内。在一些情形中，权利要求中叙述的动作可按不同次序来执行并且仍达成期望的结果。

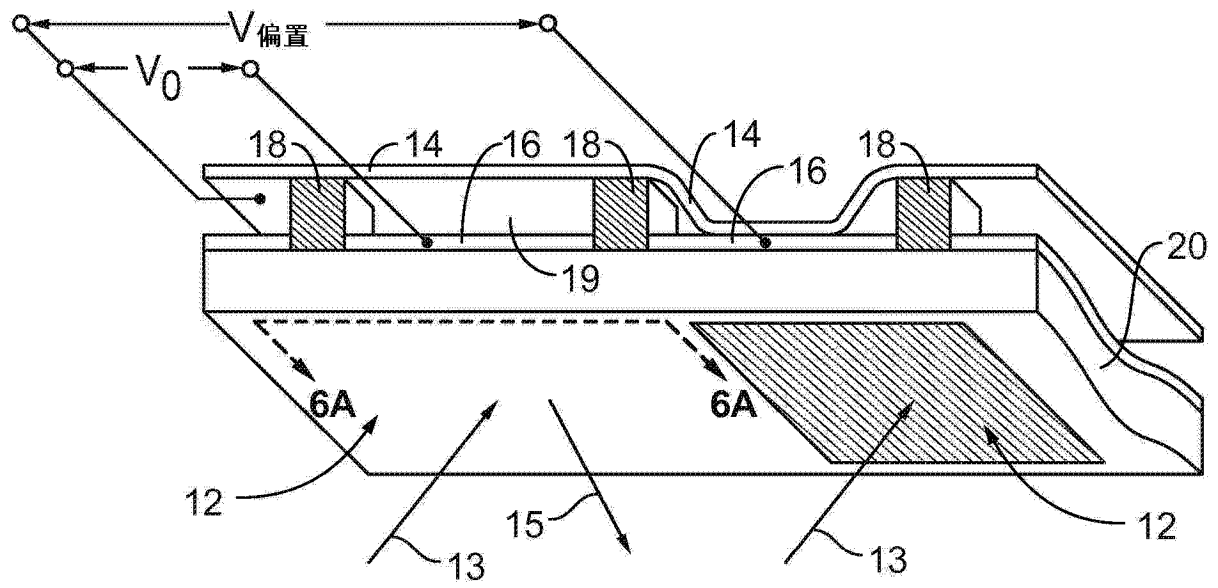


图 1

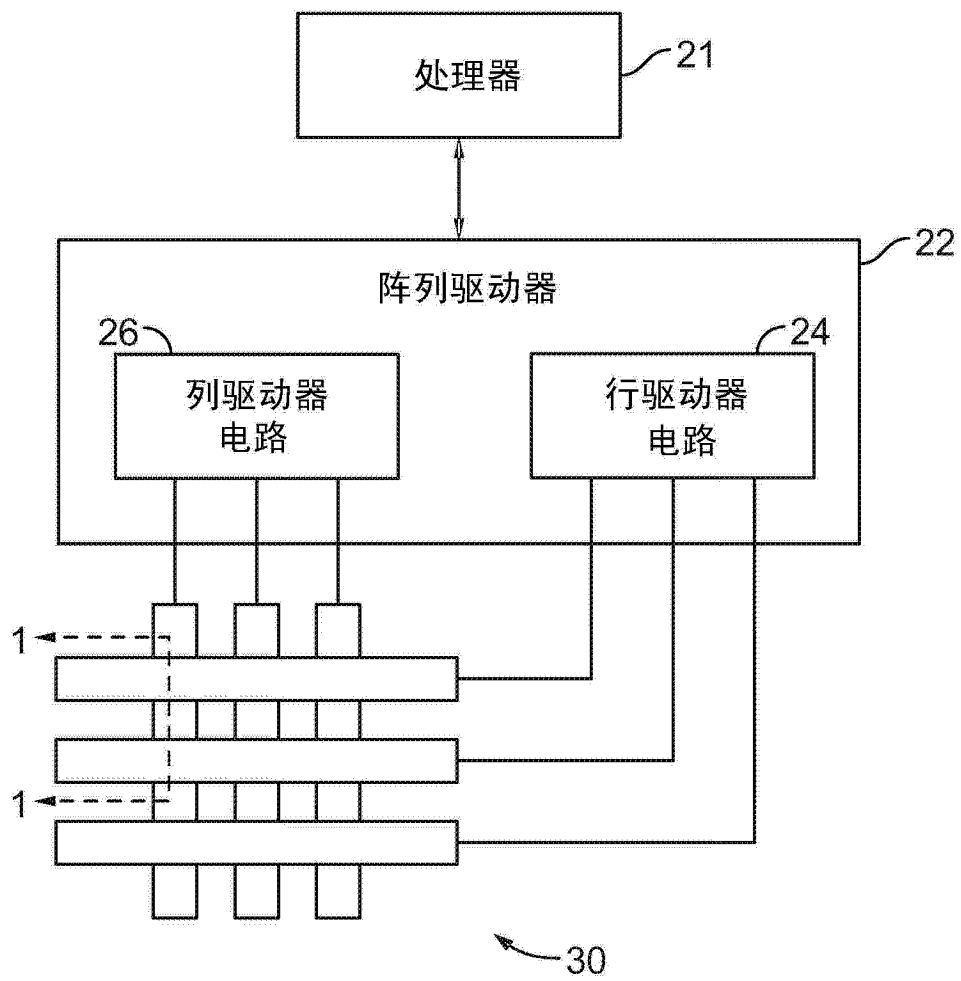


图 2

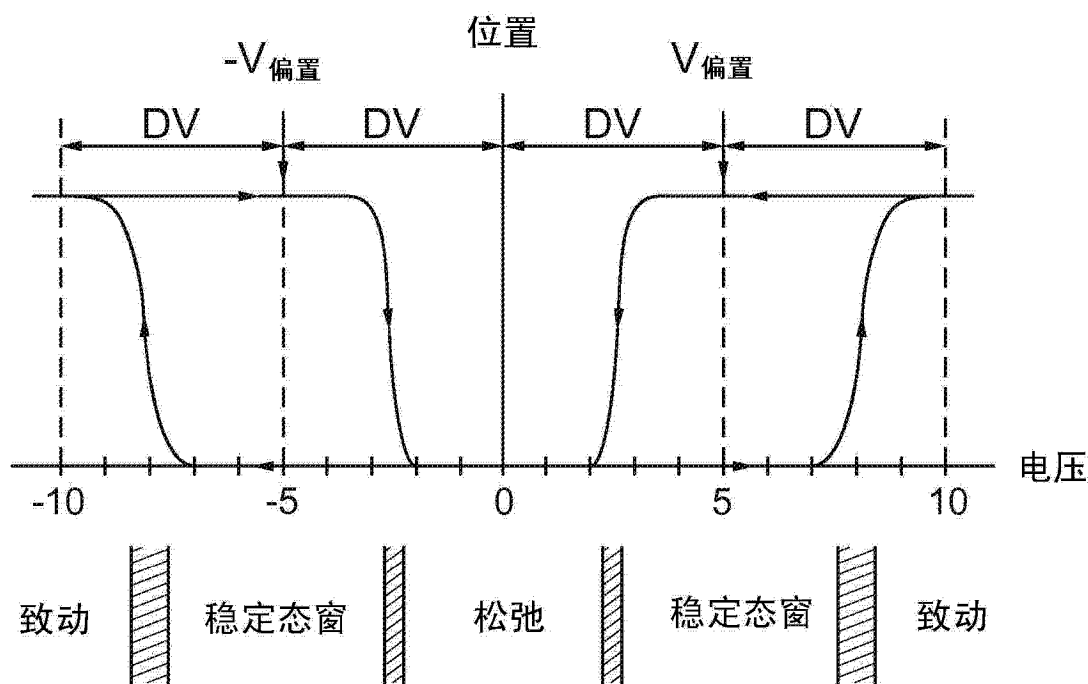


图 3

共用电压						
		$VC_{\text{ADD_H}}$	$VC_{\text{HOLD_H}}$	VC_{REL}	$VC_{\text{HOLD_L}}$	$VC_{\text{ADD_L}}$
分段电压	VS_{H}	稳定	稳定	松弛	稳定	致动
	VS_{L}	致动	稳定	松弛	稳定	稳定

图 4

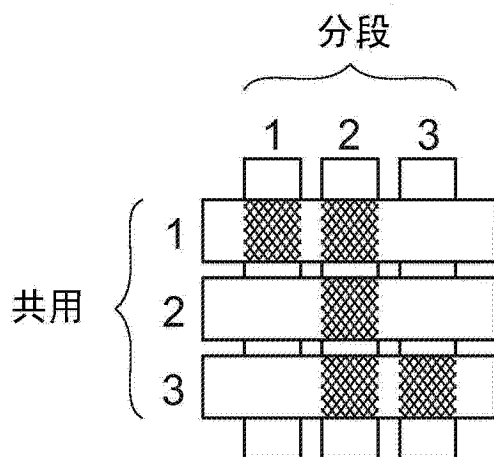


图 5A

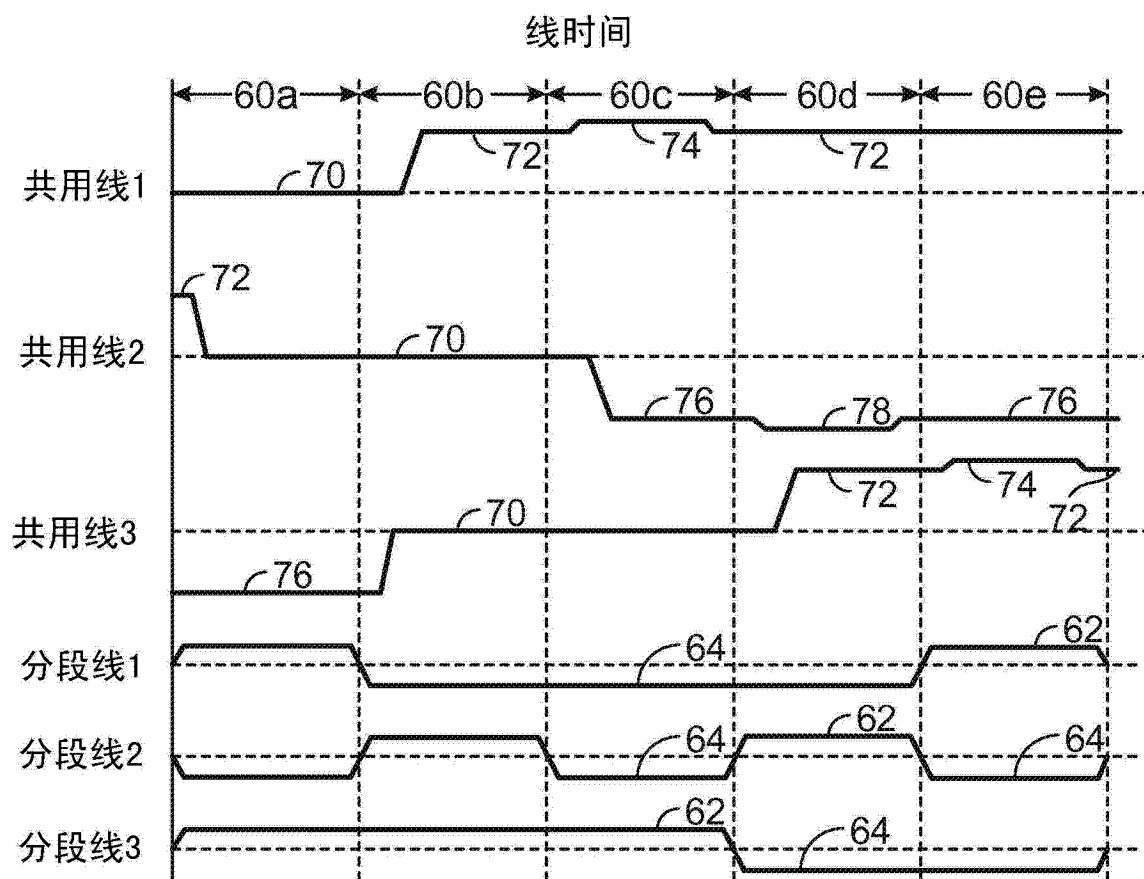


图 5B

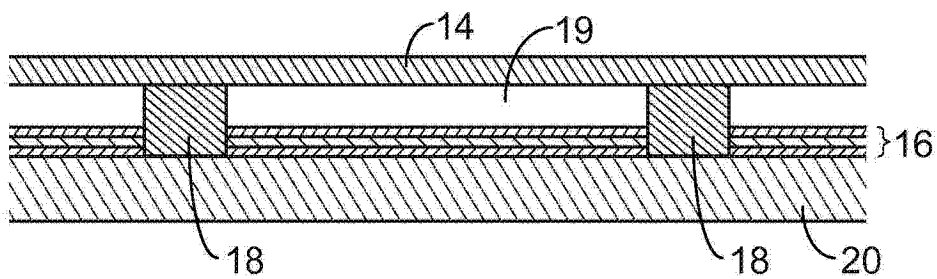


图 6A

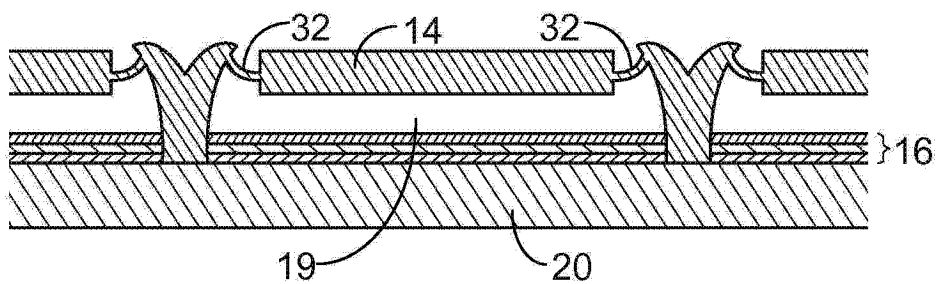


图 6B

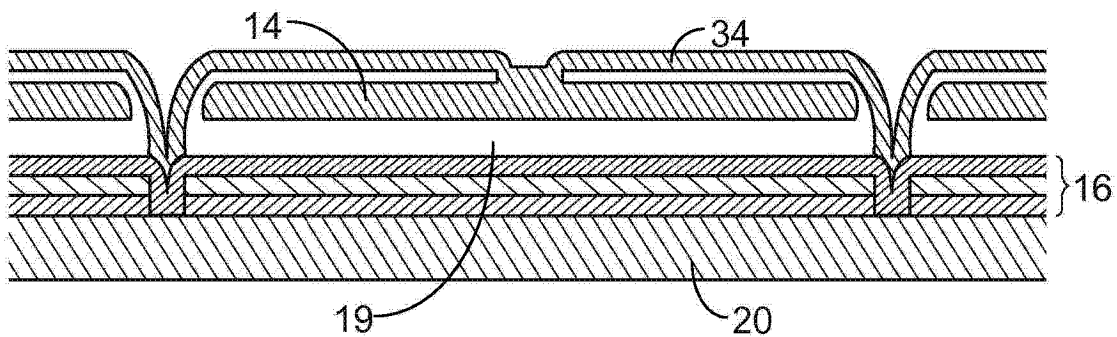


图 6C

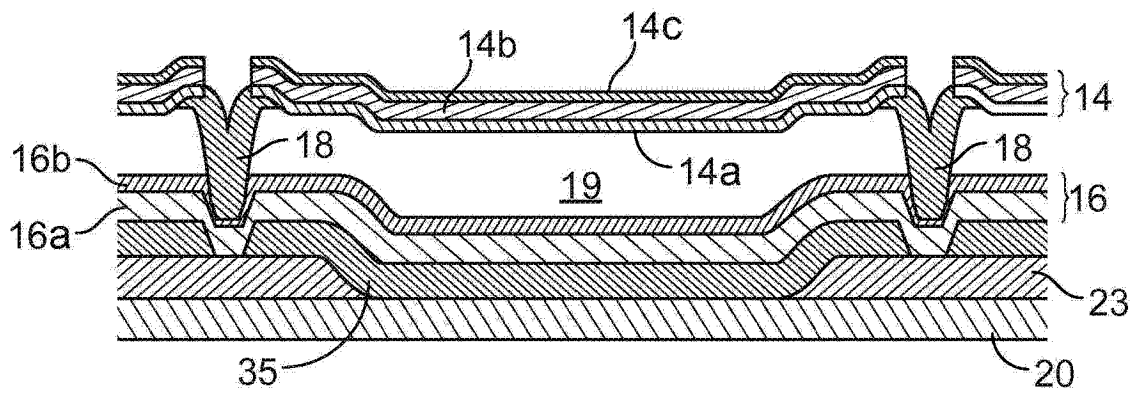


图 6D

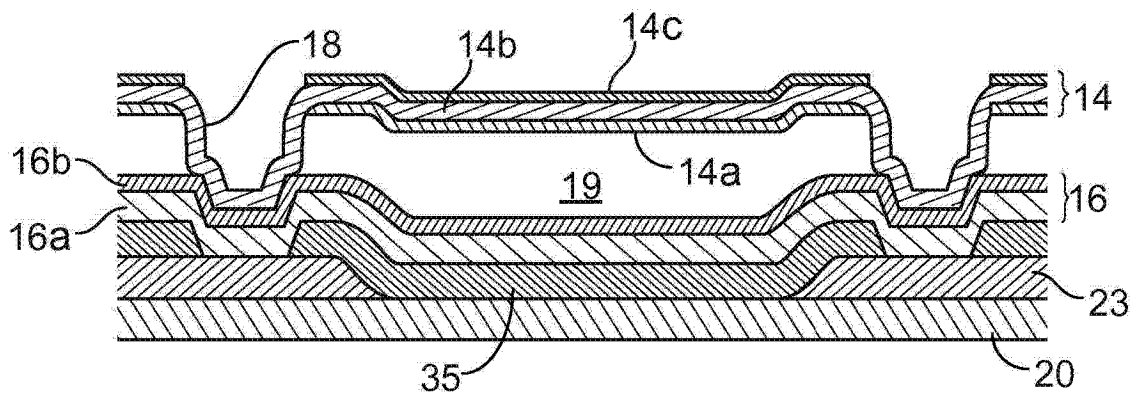


图 6E

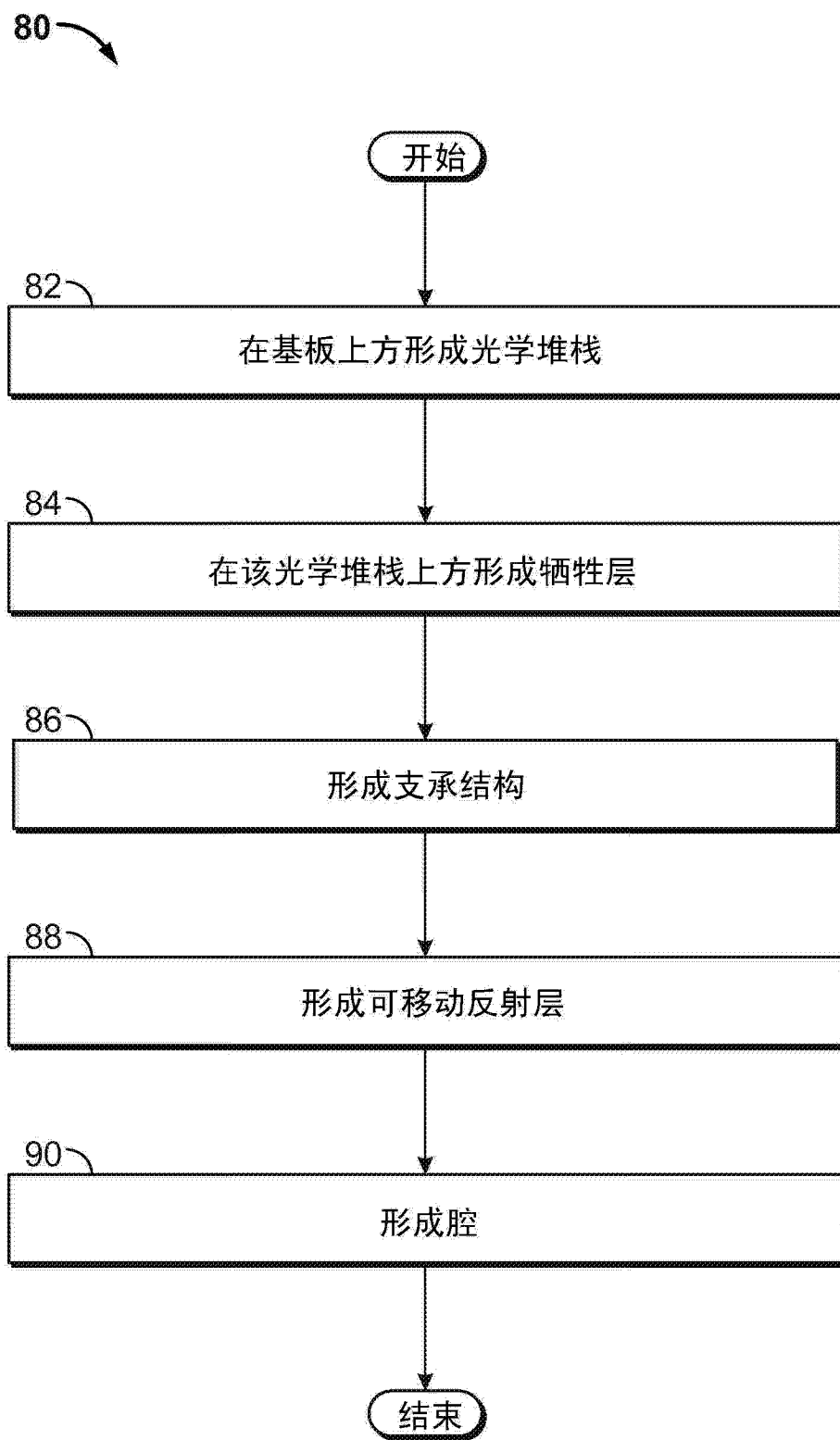


图 7

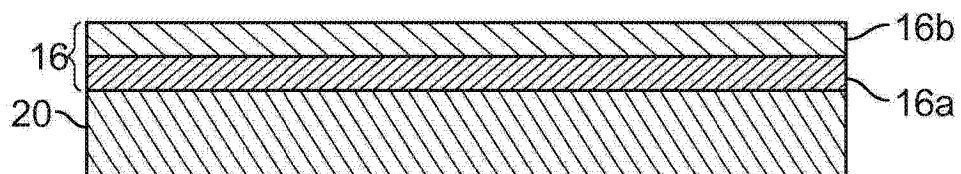


图 8A

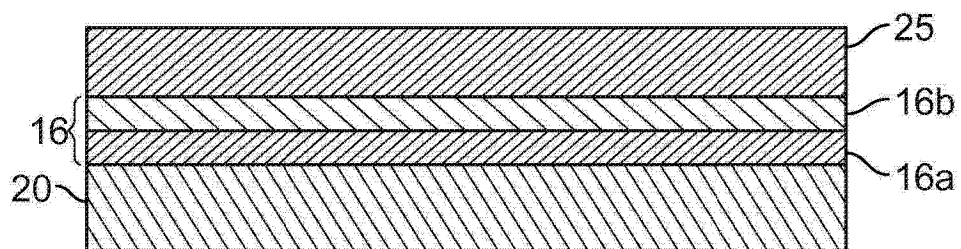


图 8B

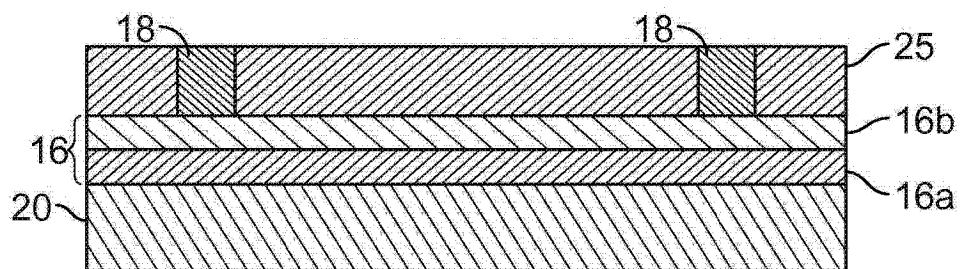


图 8C

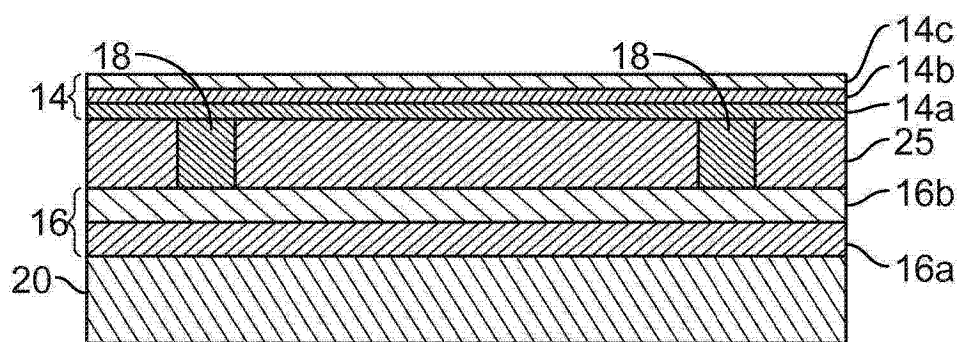


图 8D

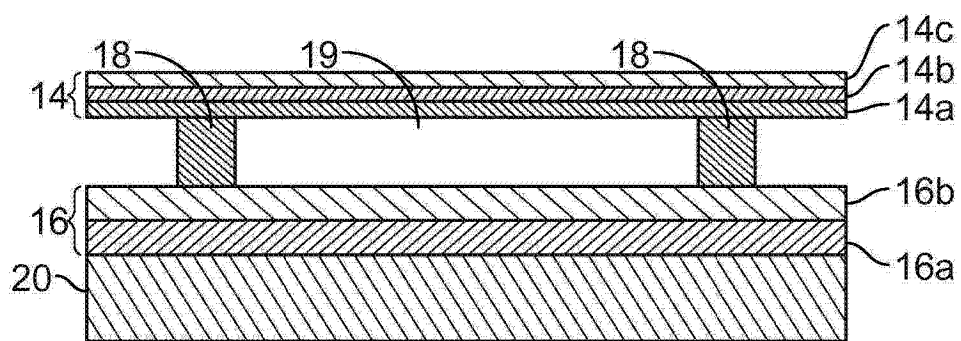


图 8E

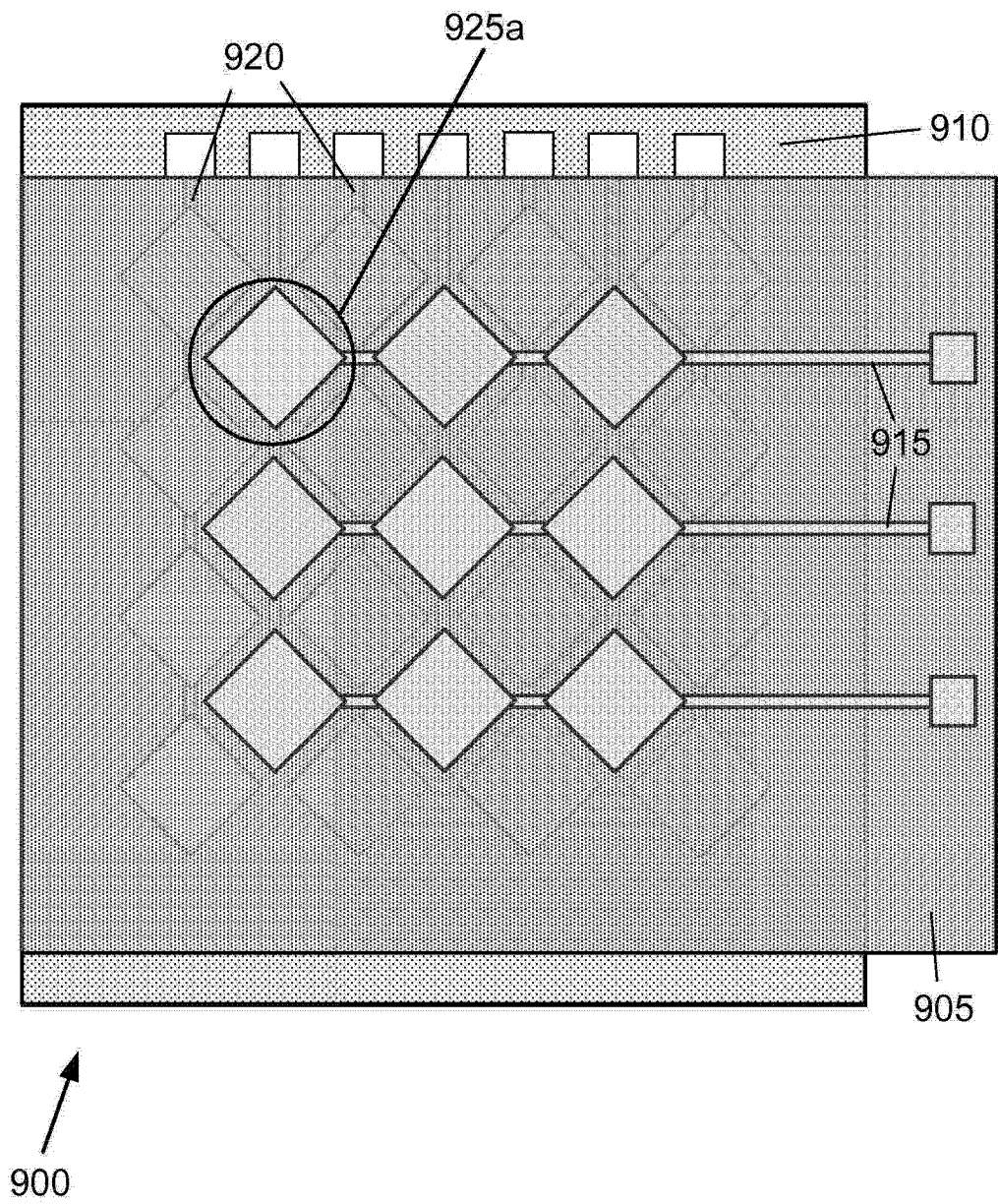


图 9A

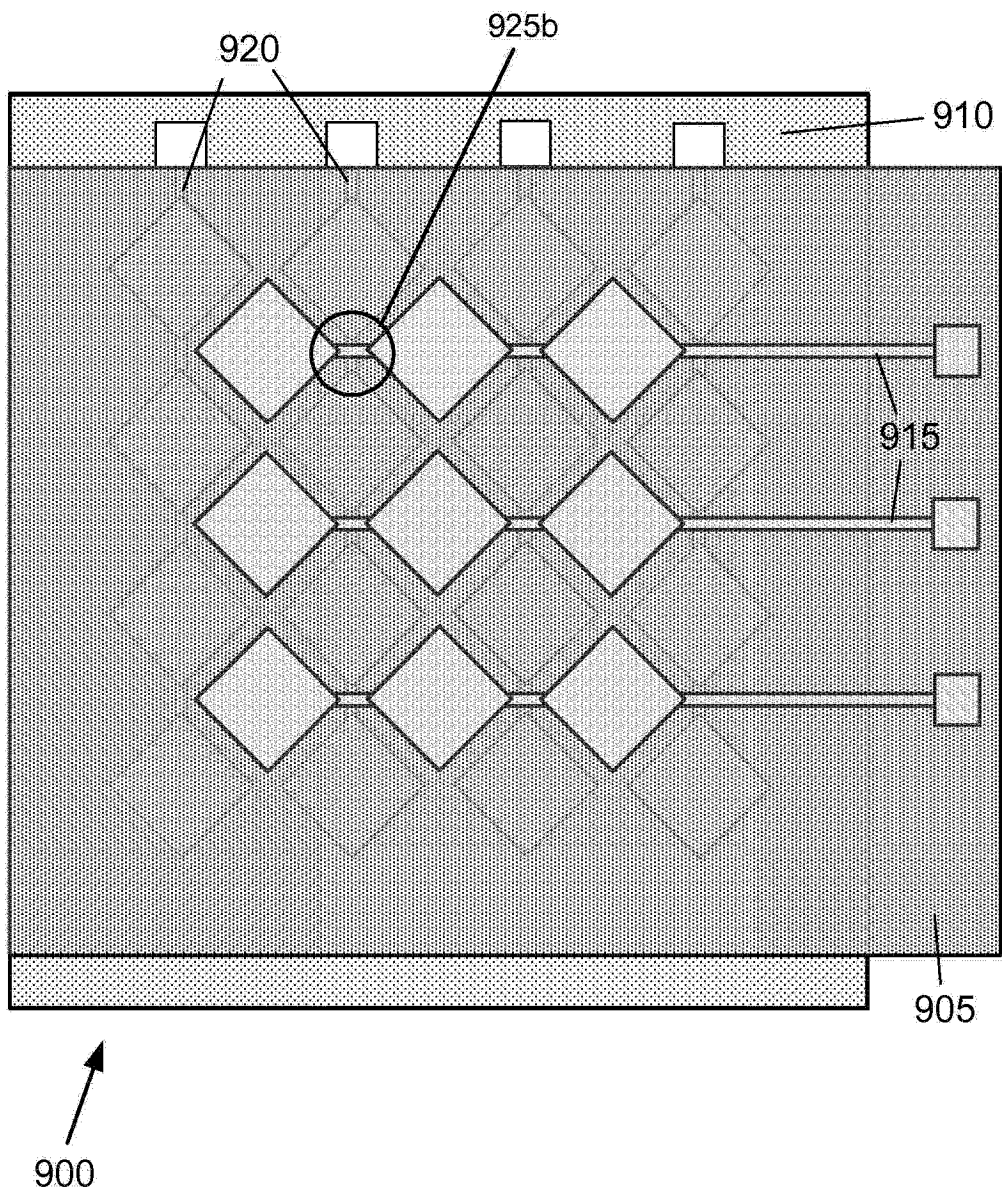


图 9B

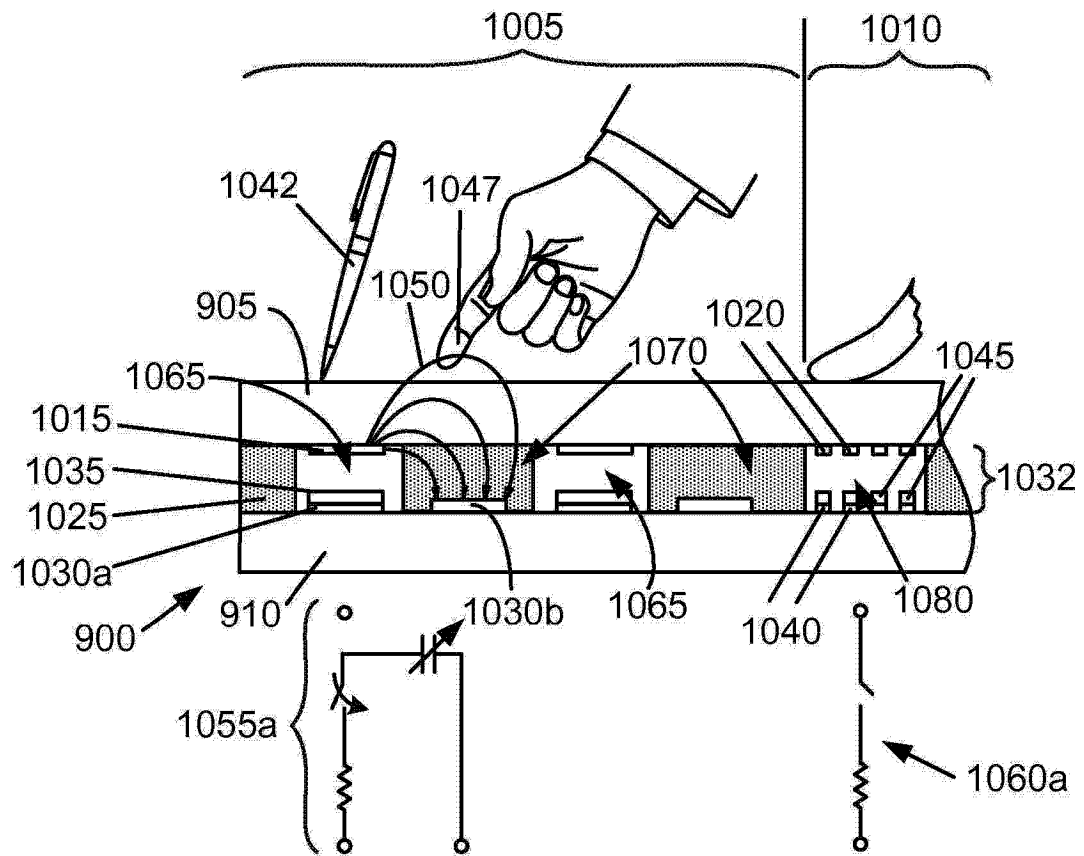


图 10A

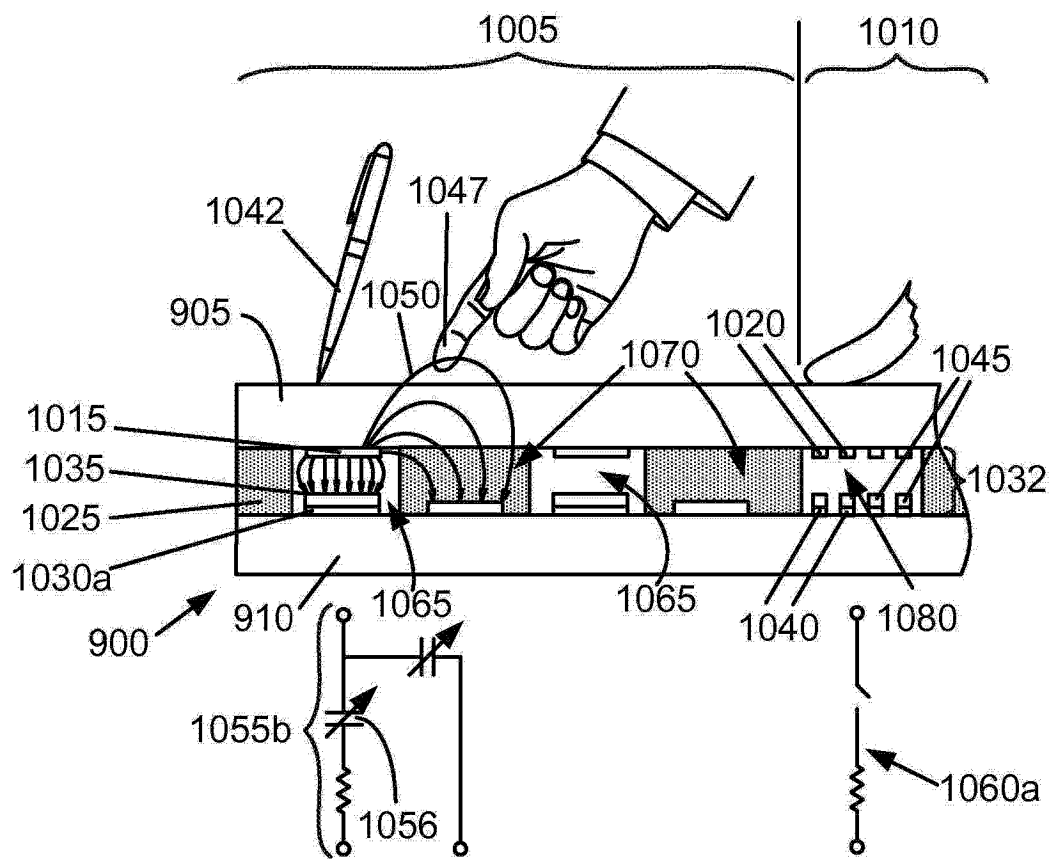


图 10B

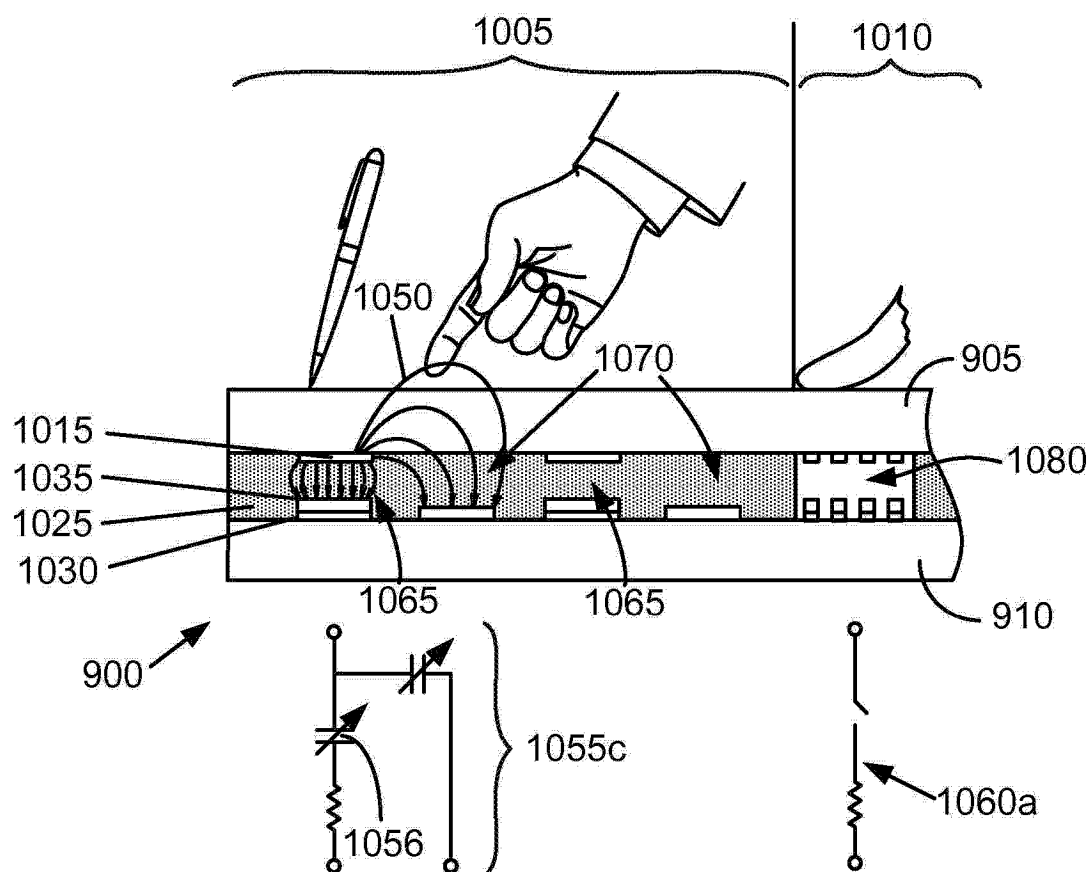


图 10c

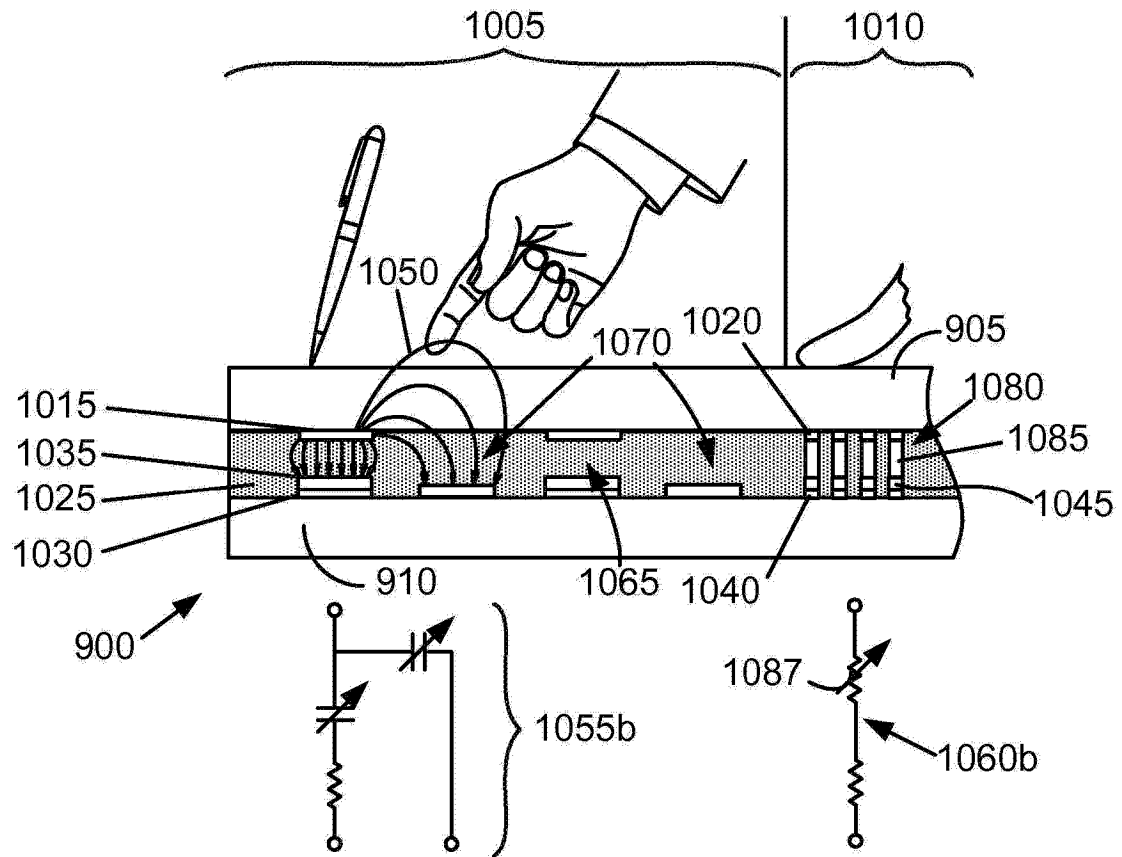


图 10D

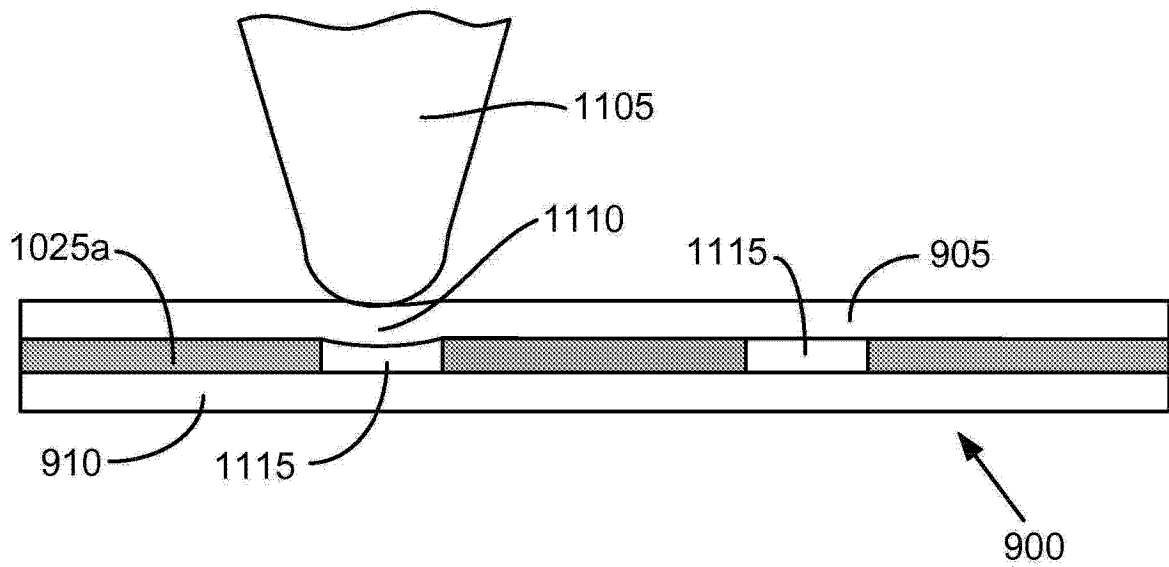


图 11A

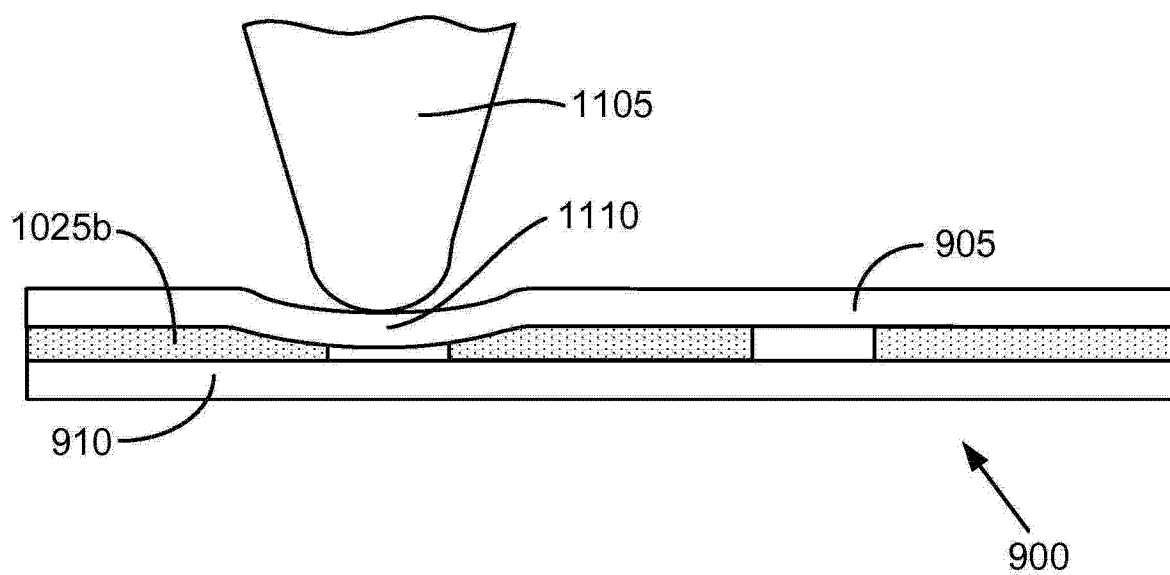


图 11B

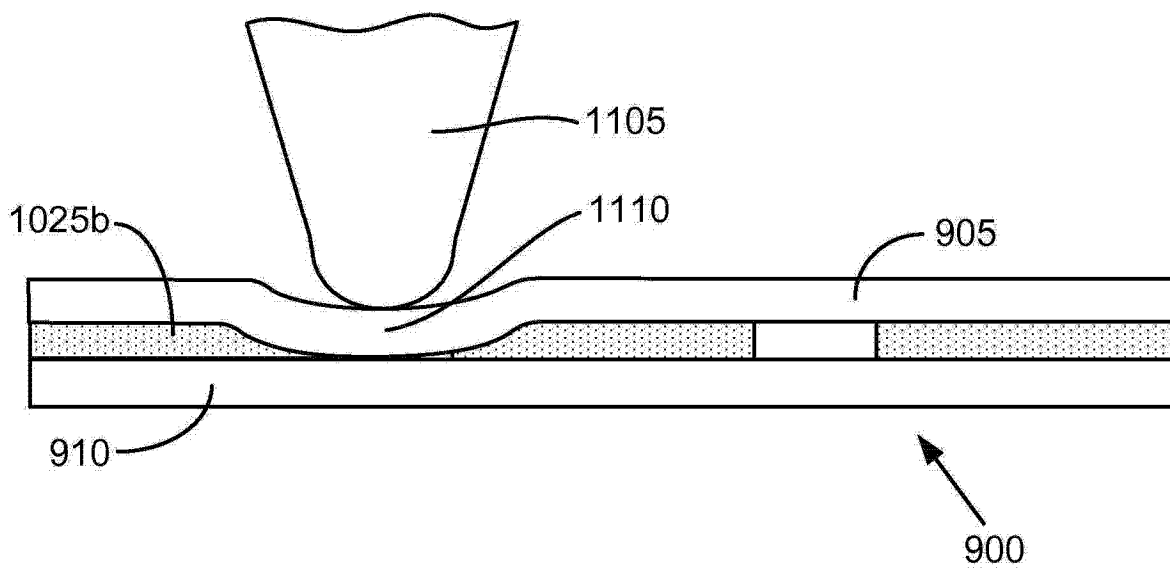


图 11C

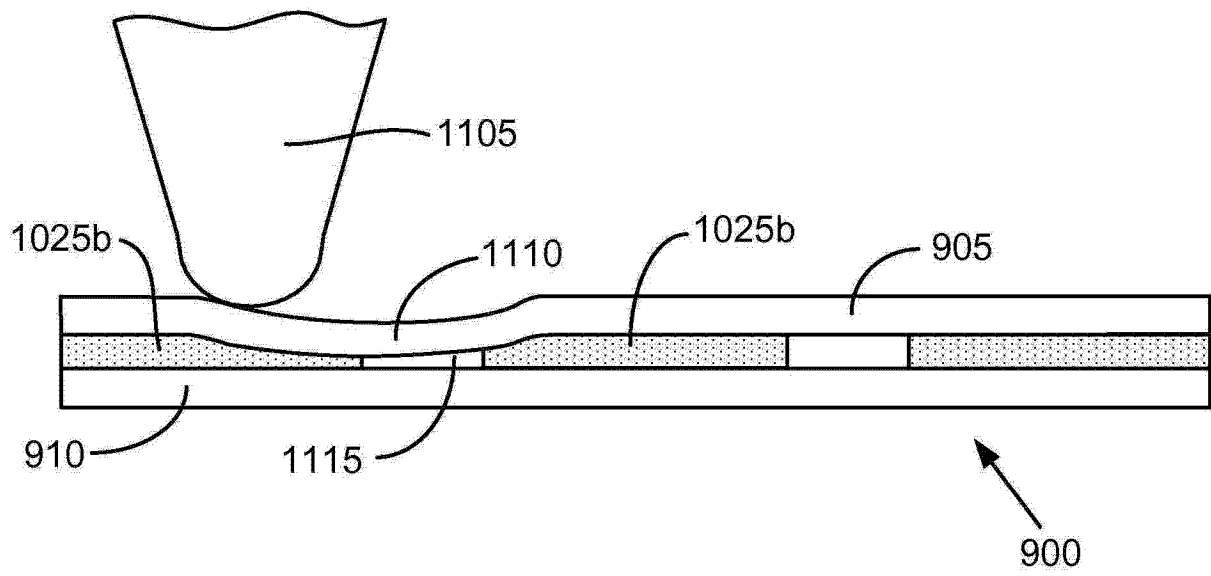


图 11D

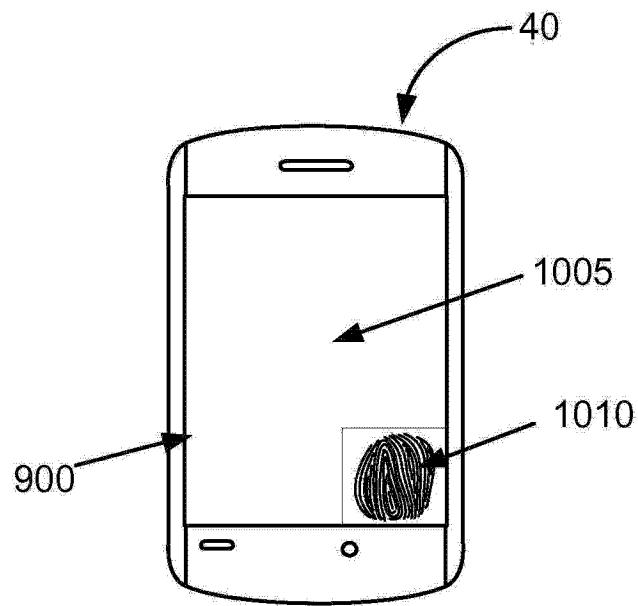


图 12

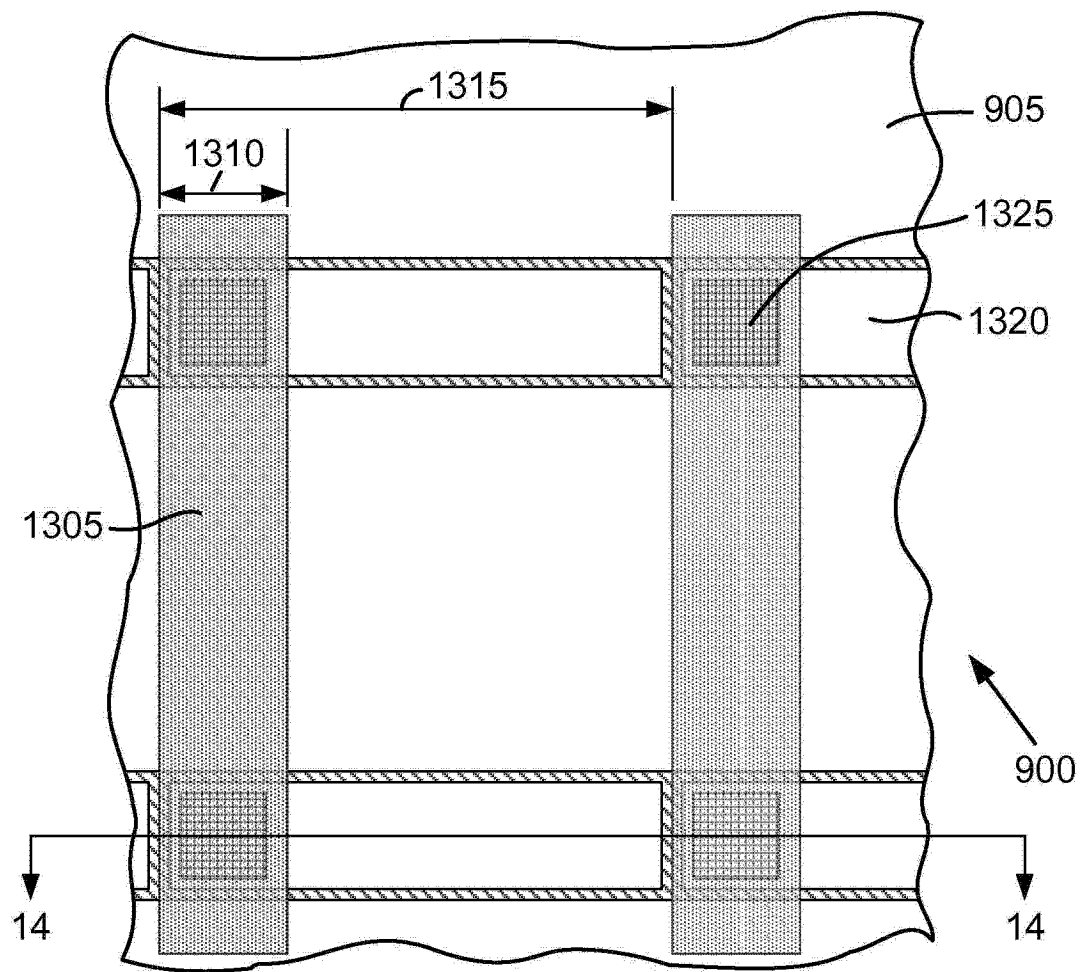


图 13

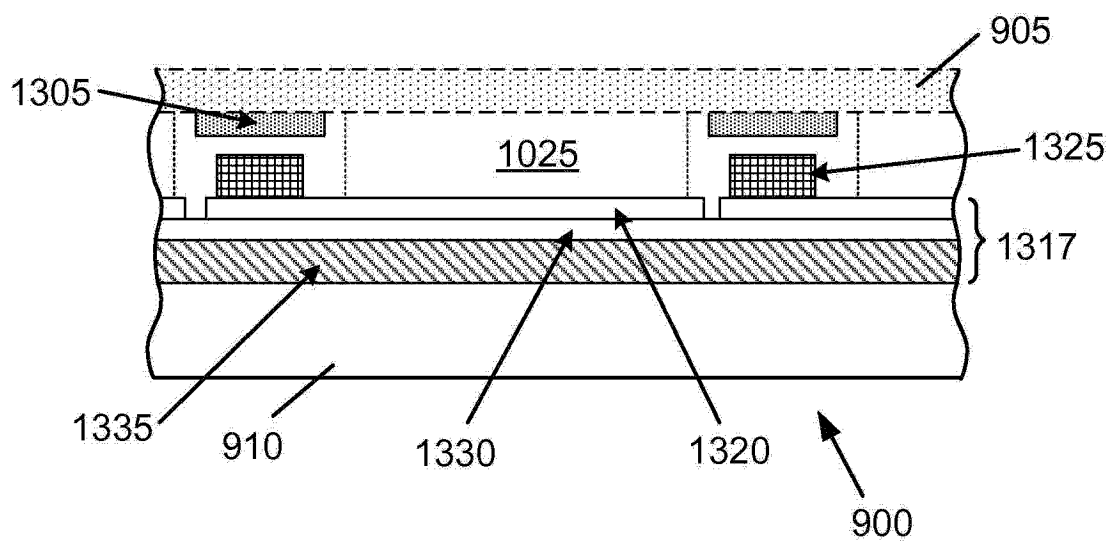


图 14

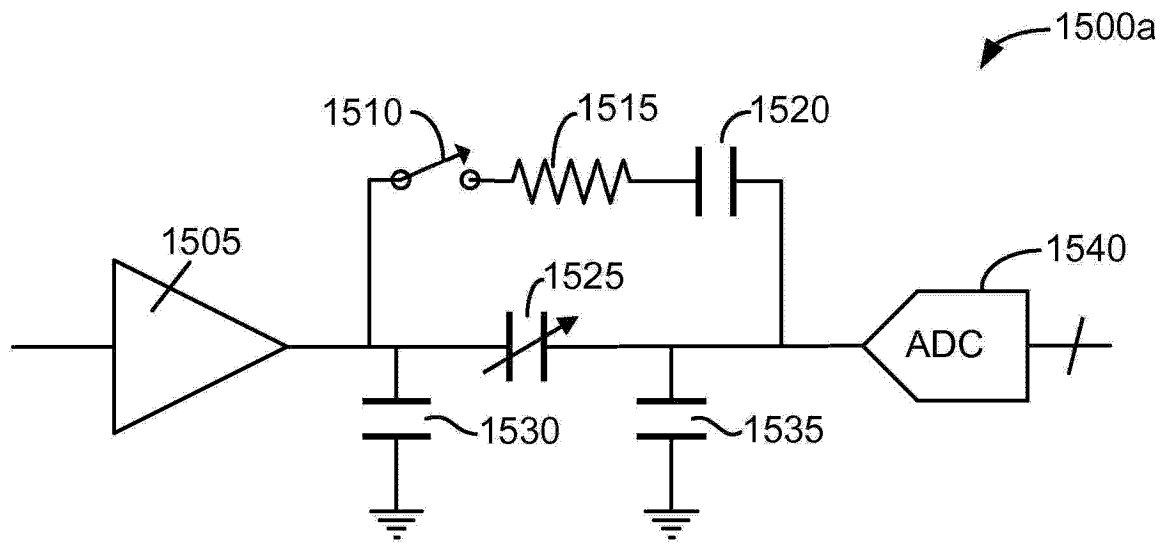


图 15A

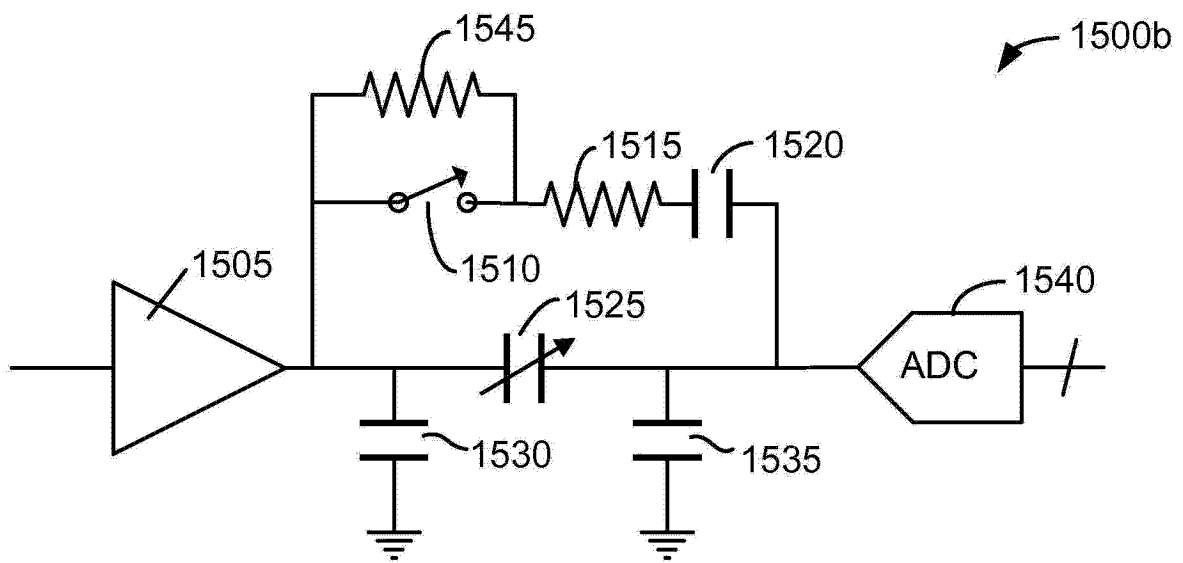


图 15B

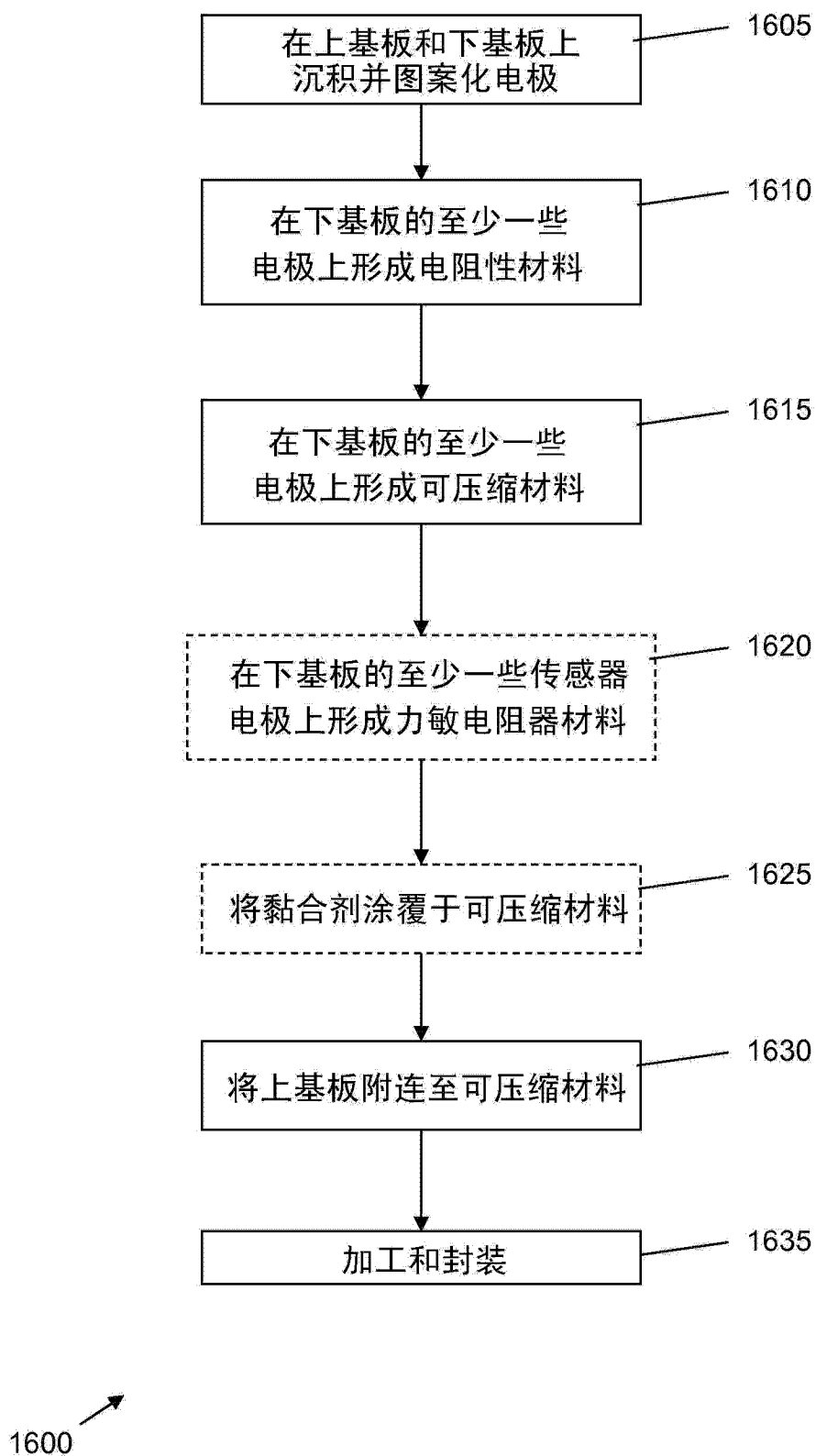


图 16

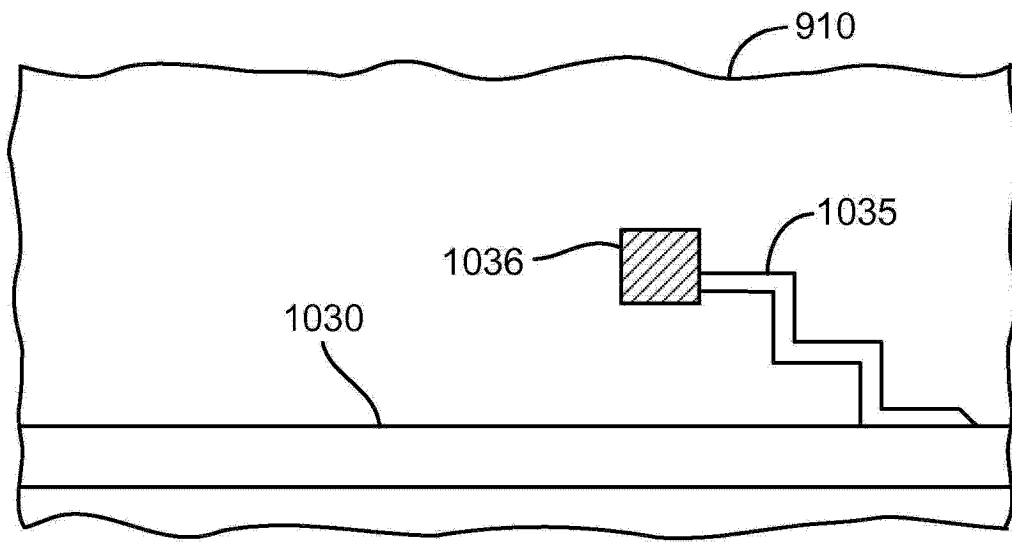


图 17A

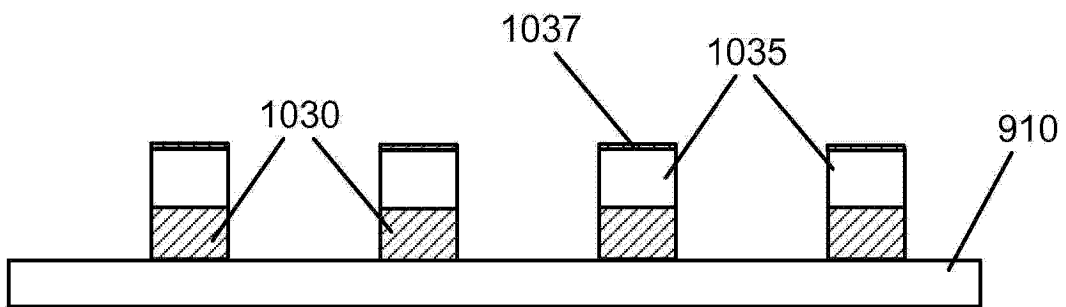


图 17B

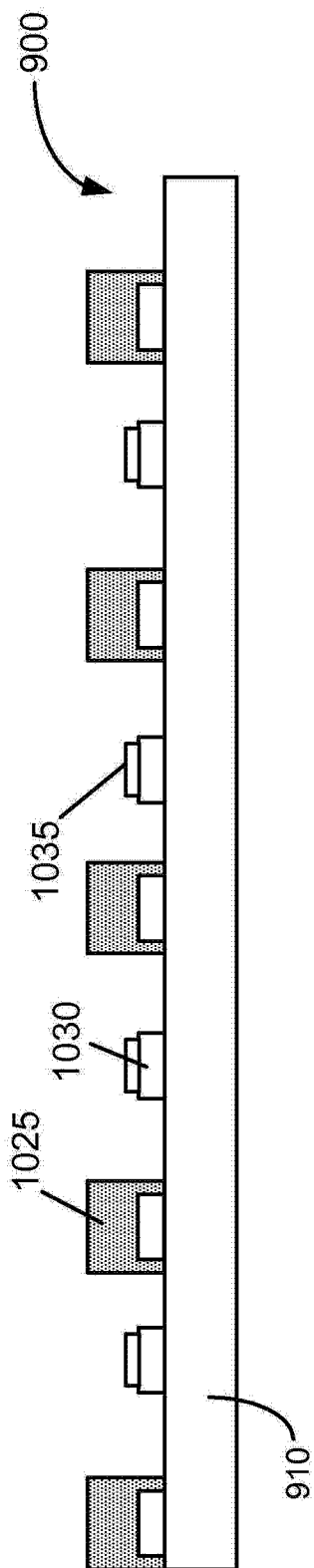


图 17C

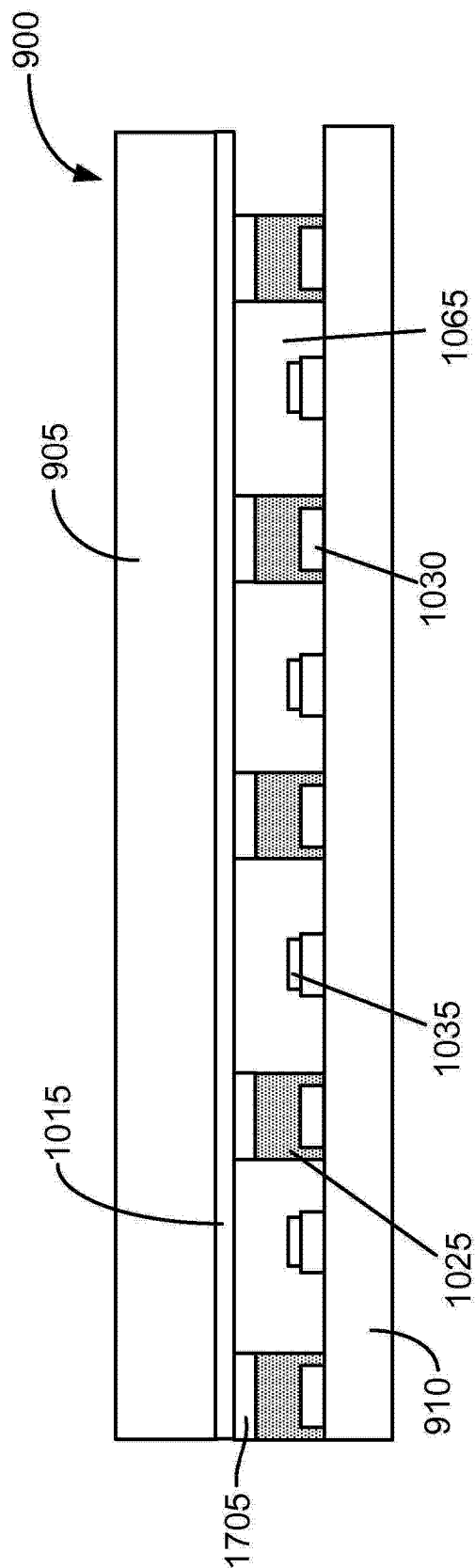


图 17D

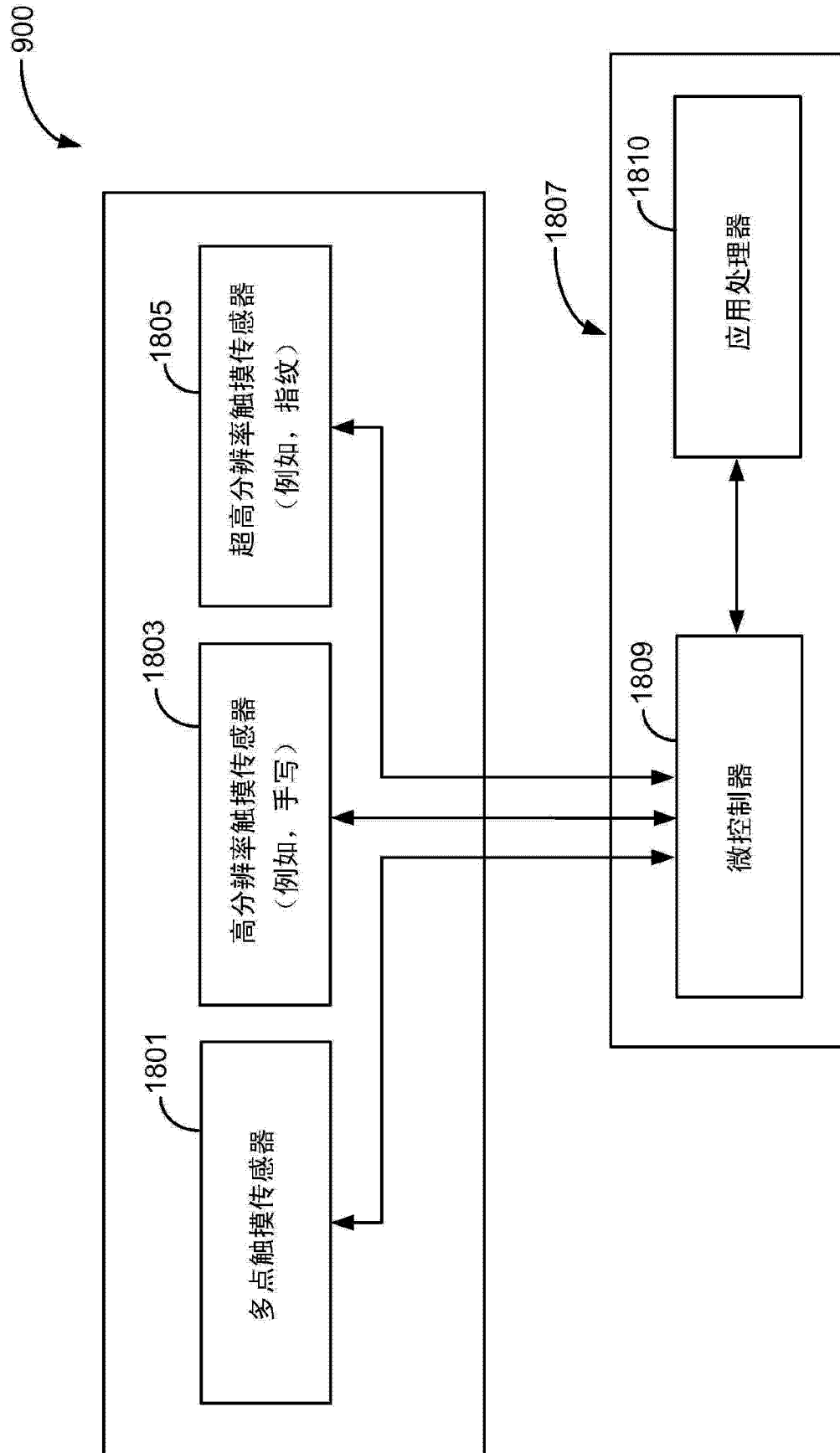


图 18A

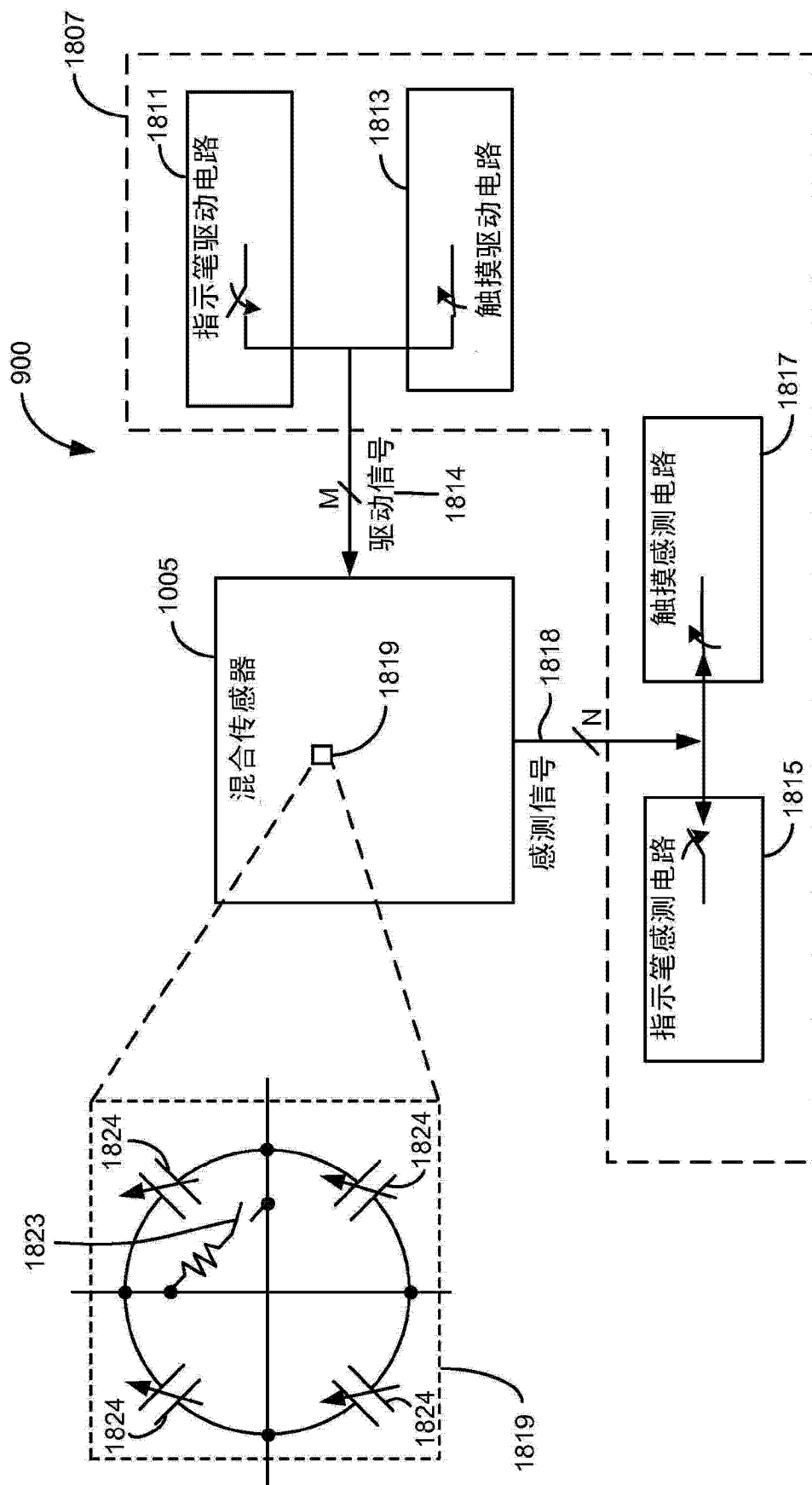


图 18B

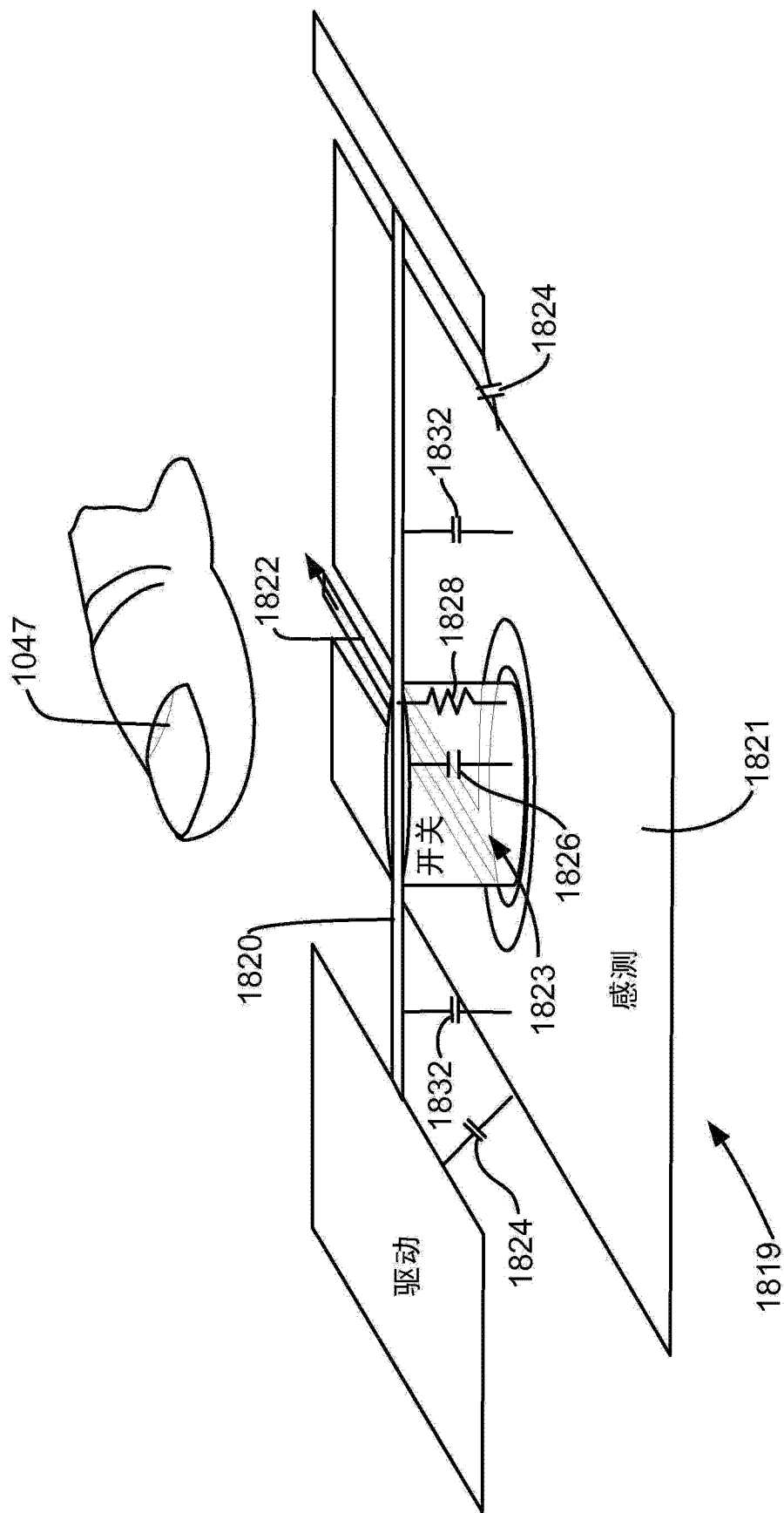


图 18C

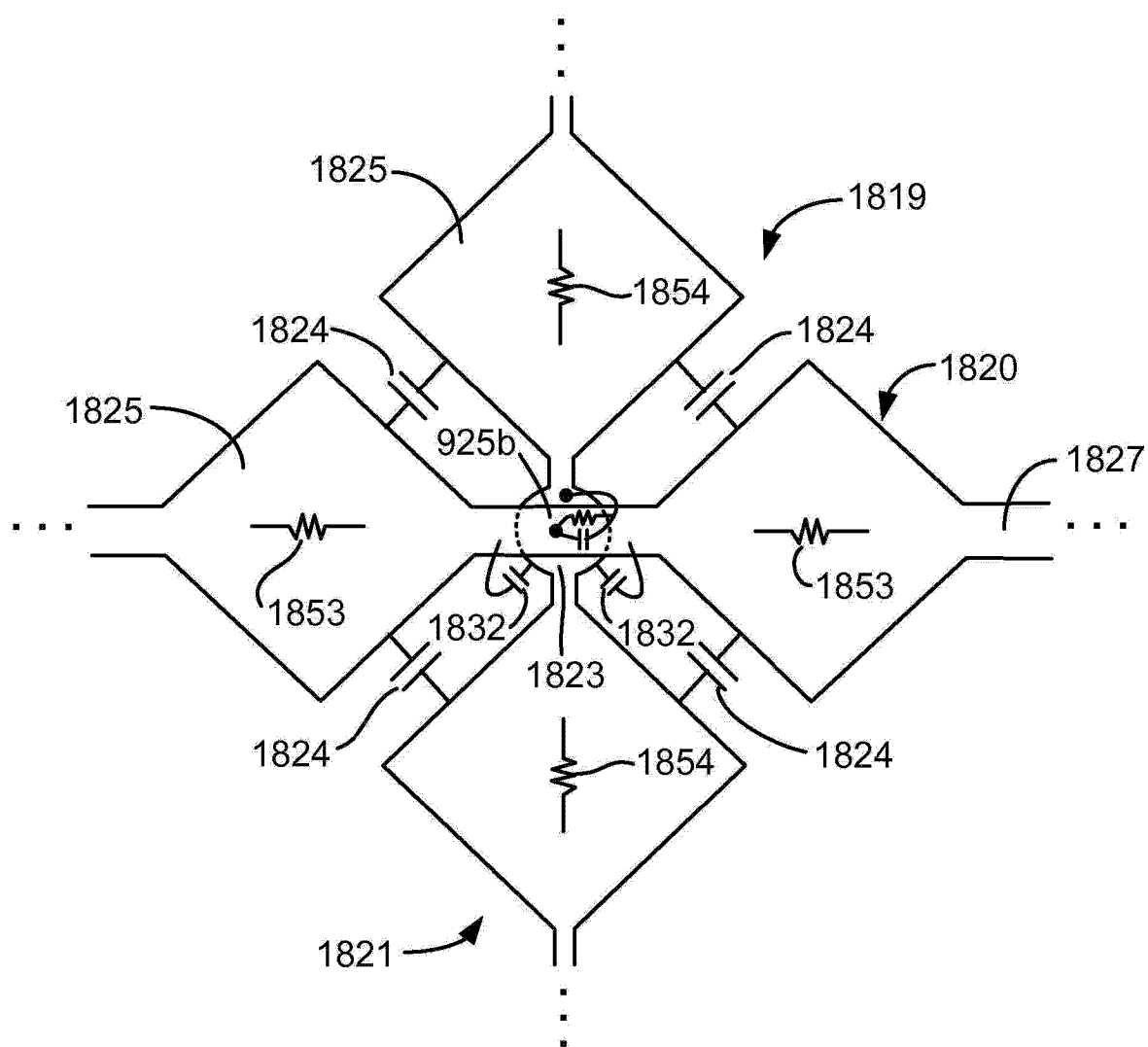


图 18D

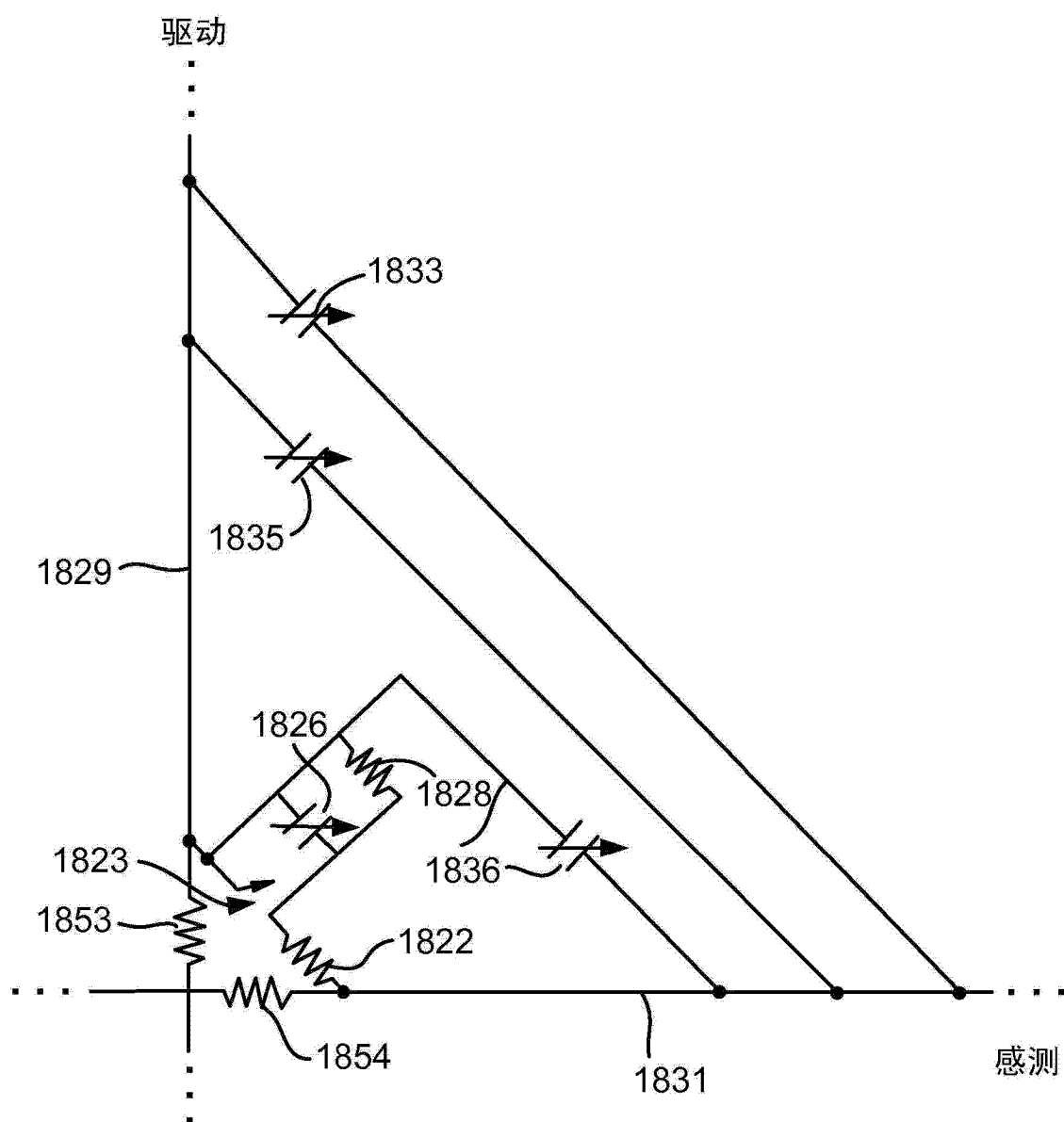


图 18E

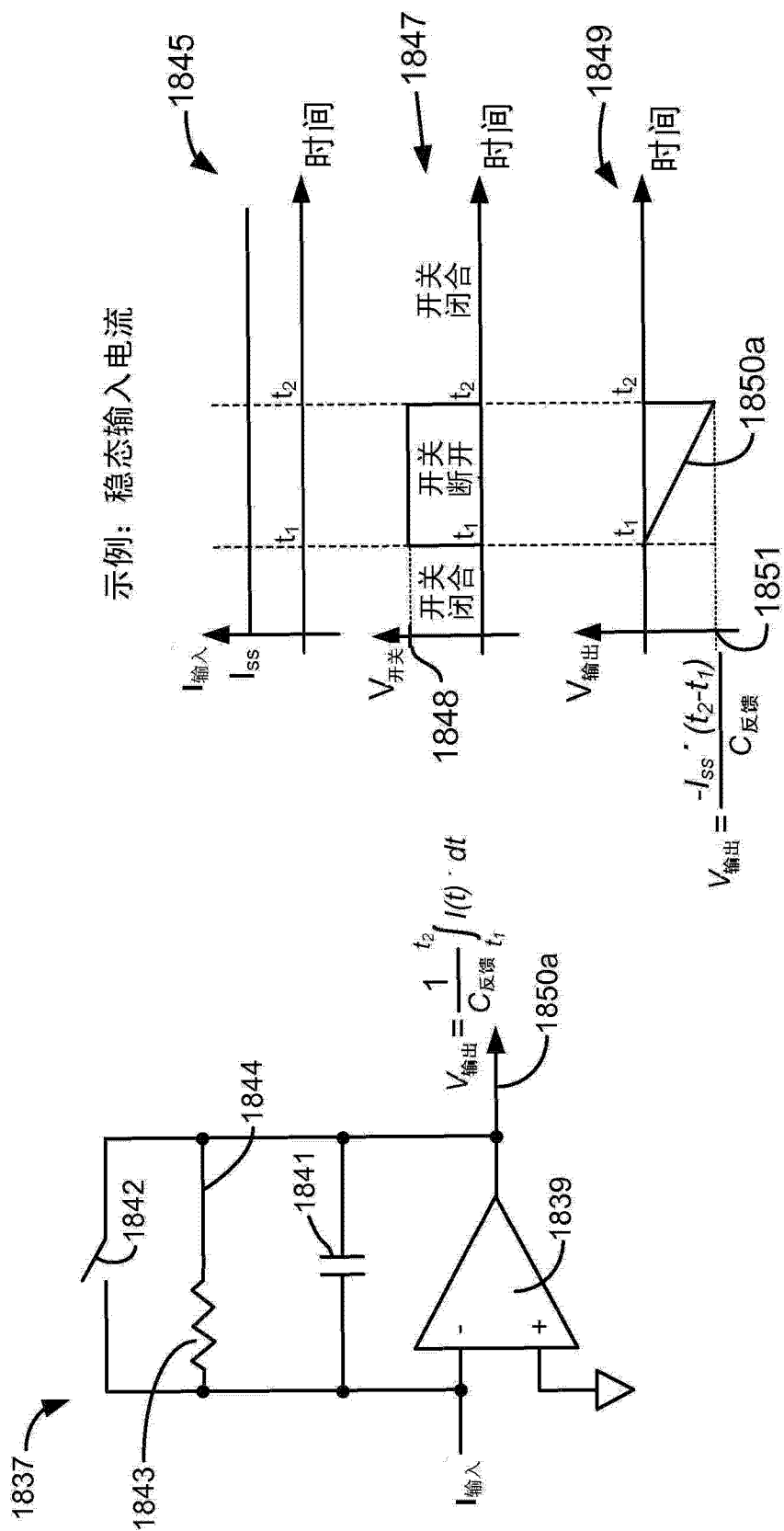


图 18F

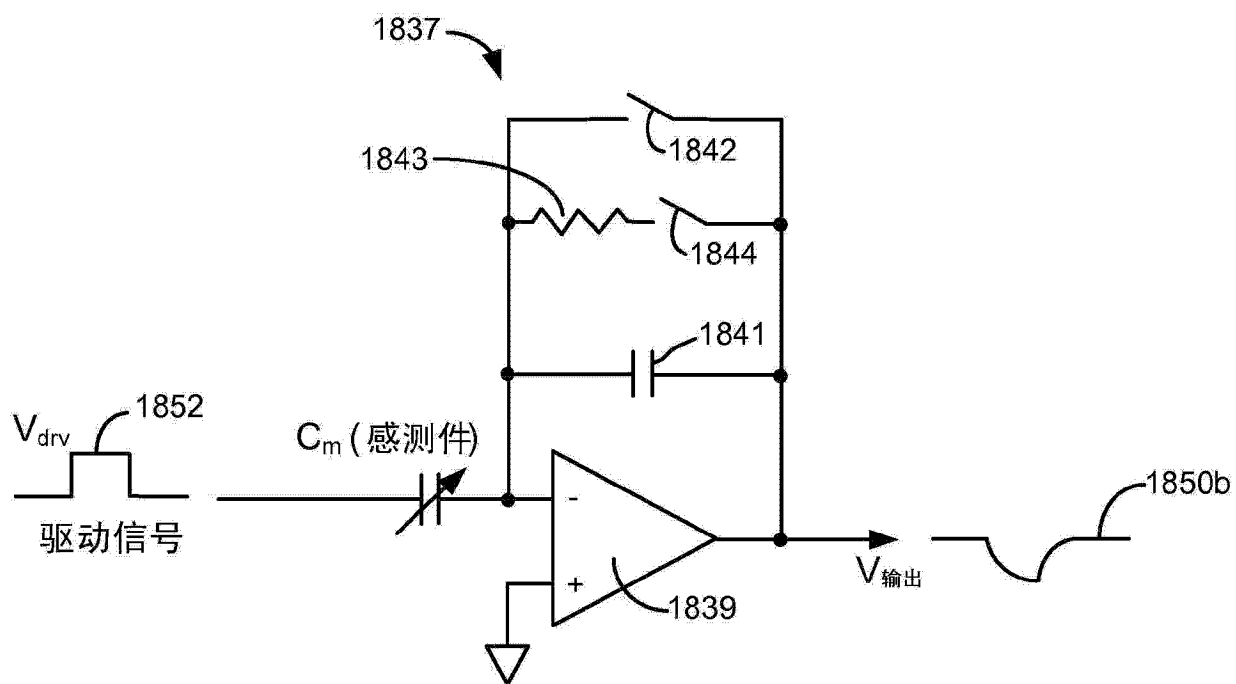


图 18G

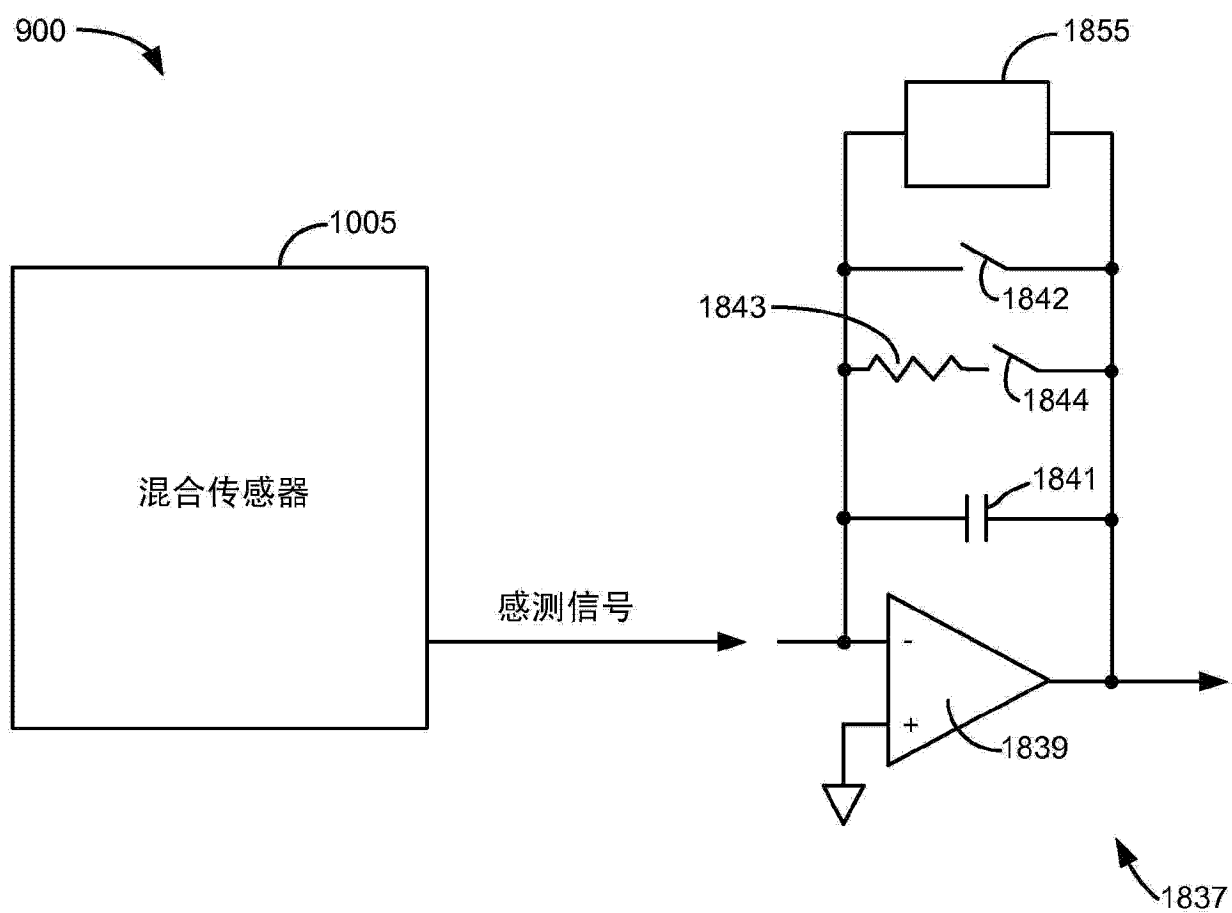


图 18H

$$\Delta V = V_o - V_i$$

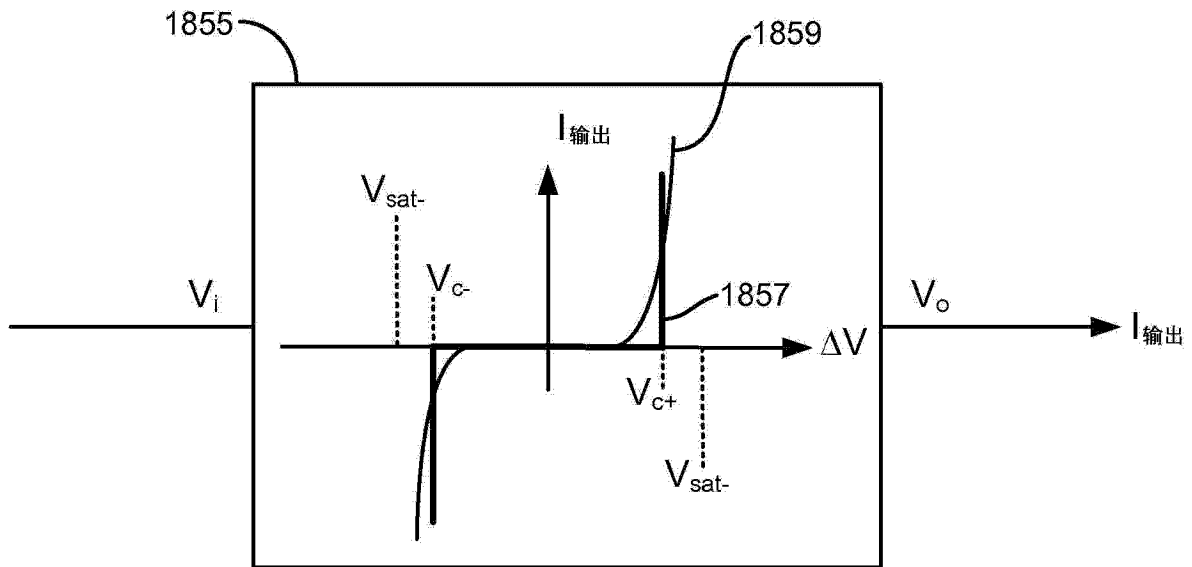


图 18I

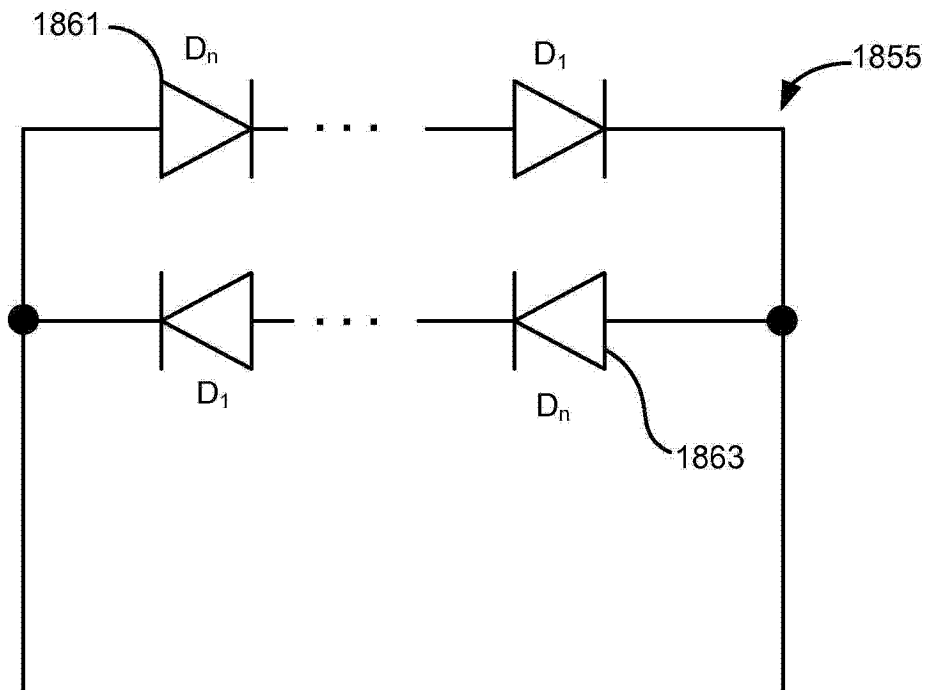


图 18J

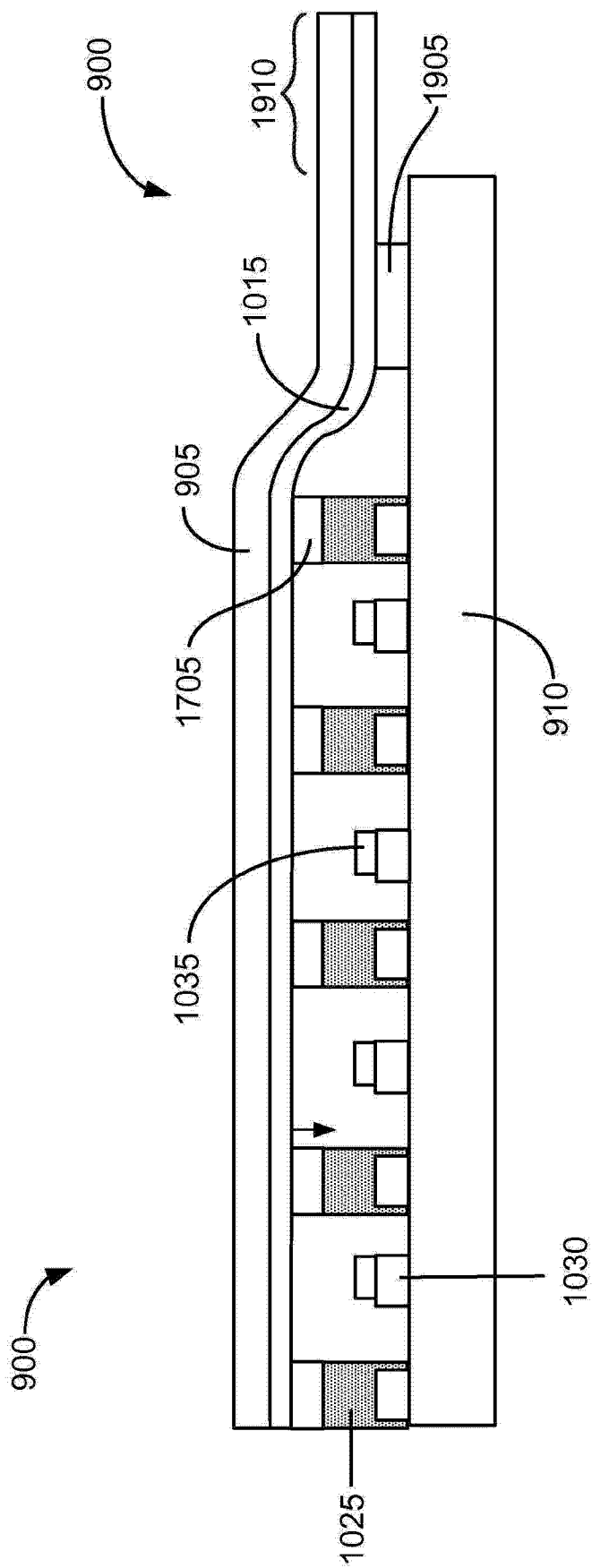


图 19

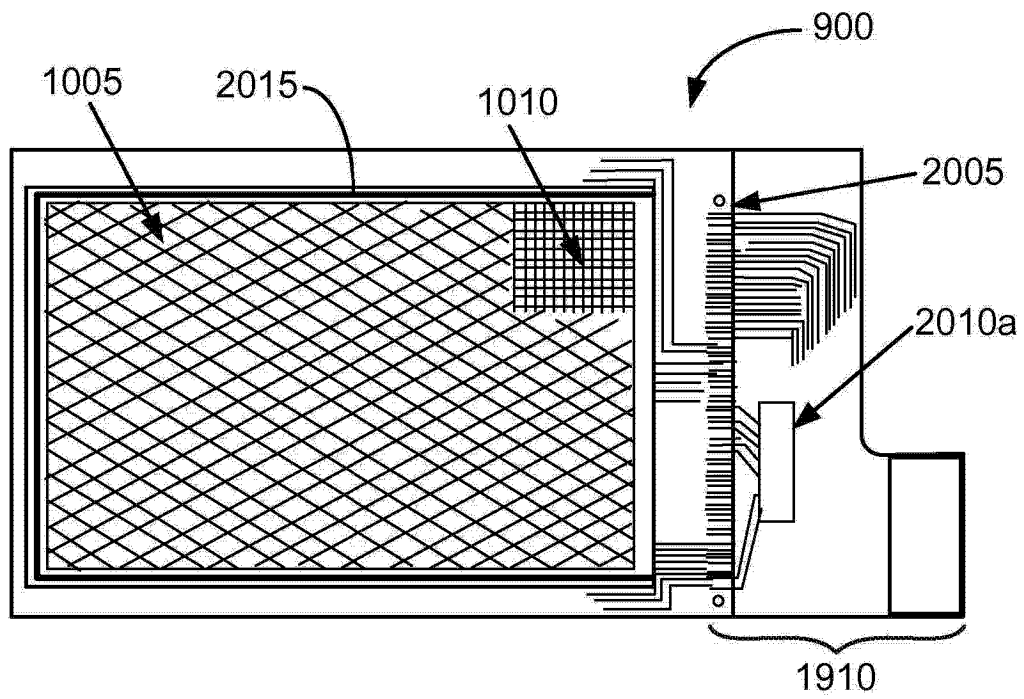


图 20

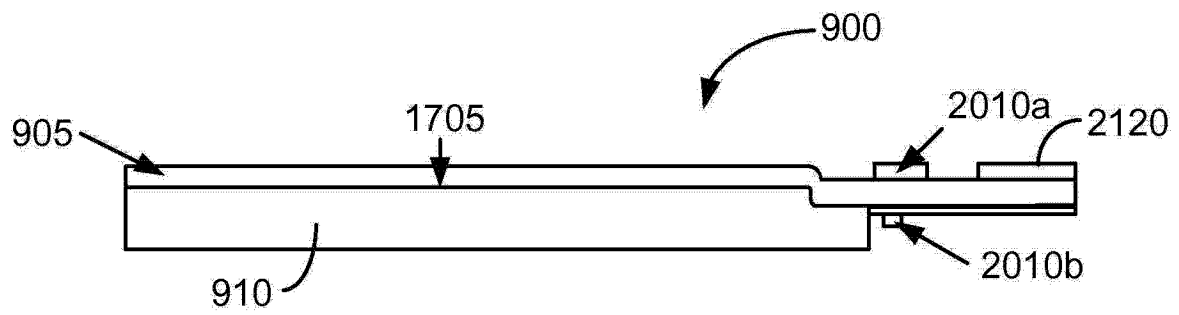


图 21A

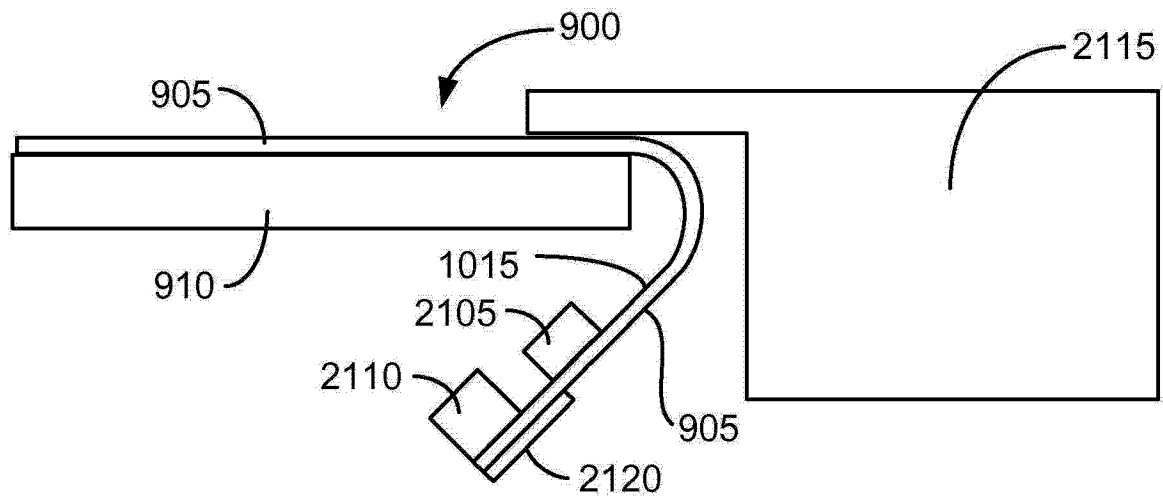


图 21B

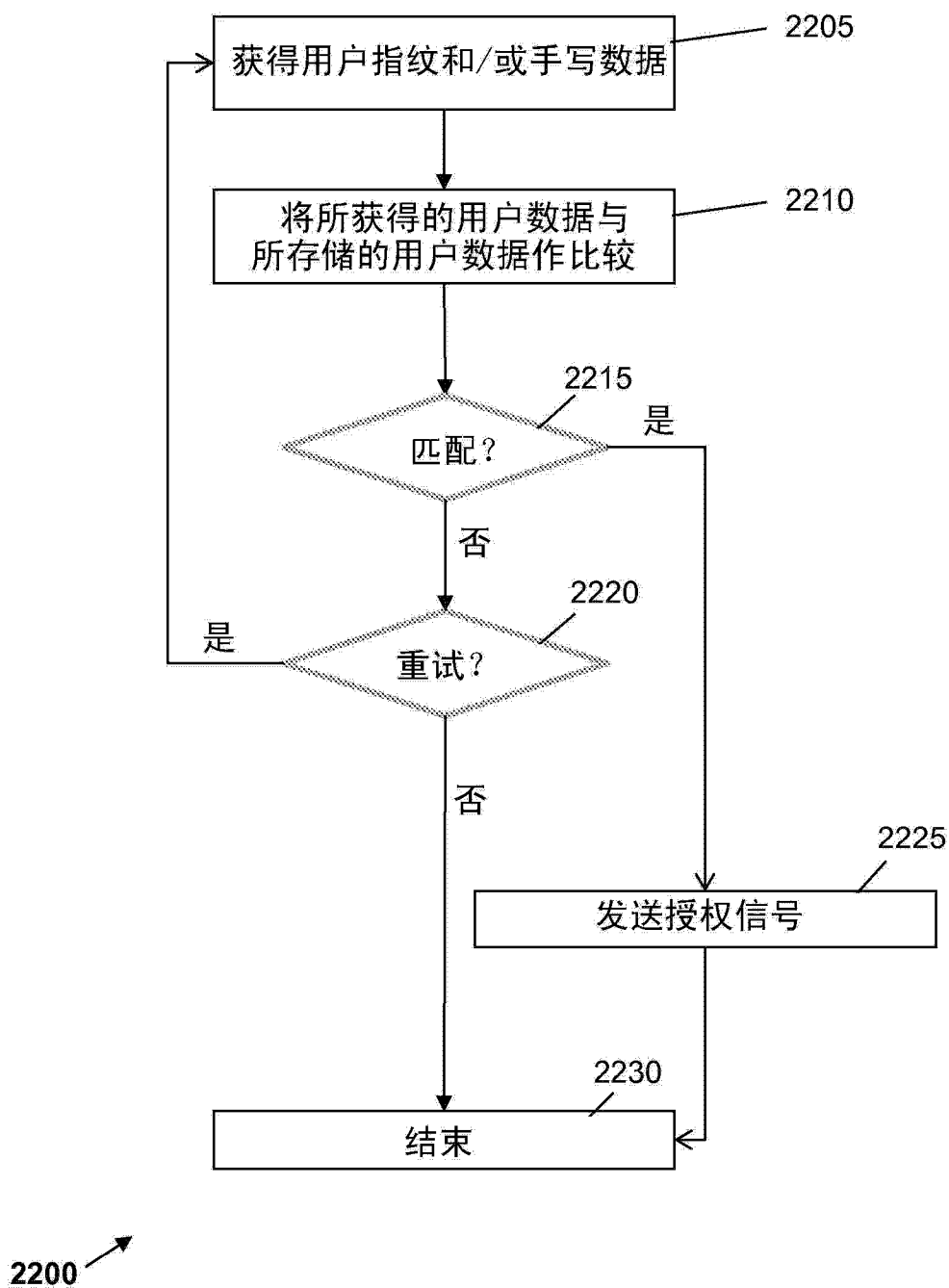


图 22

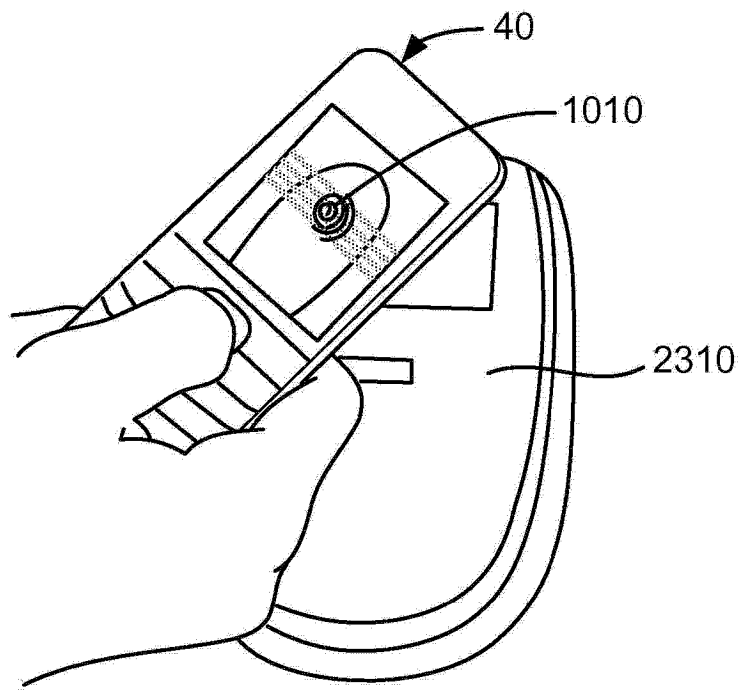


图 23A

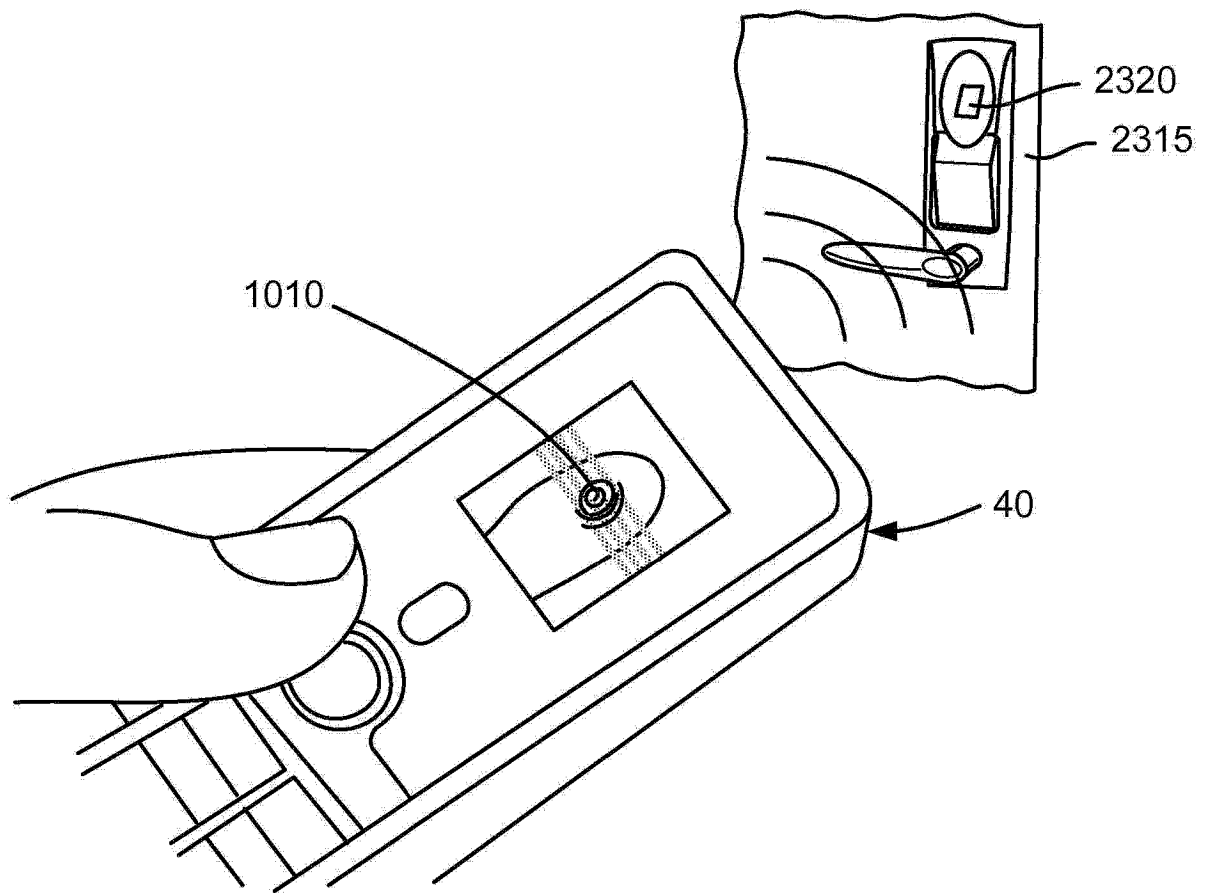


图 23B

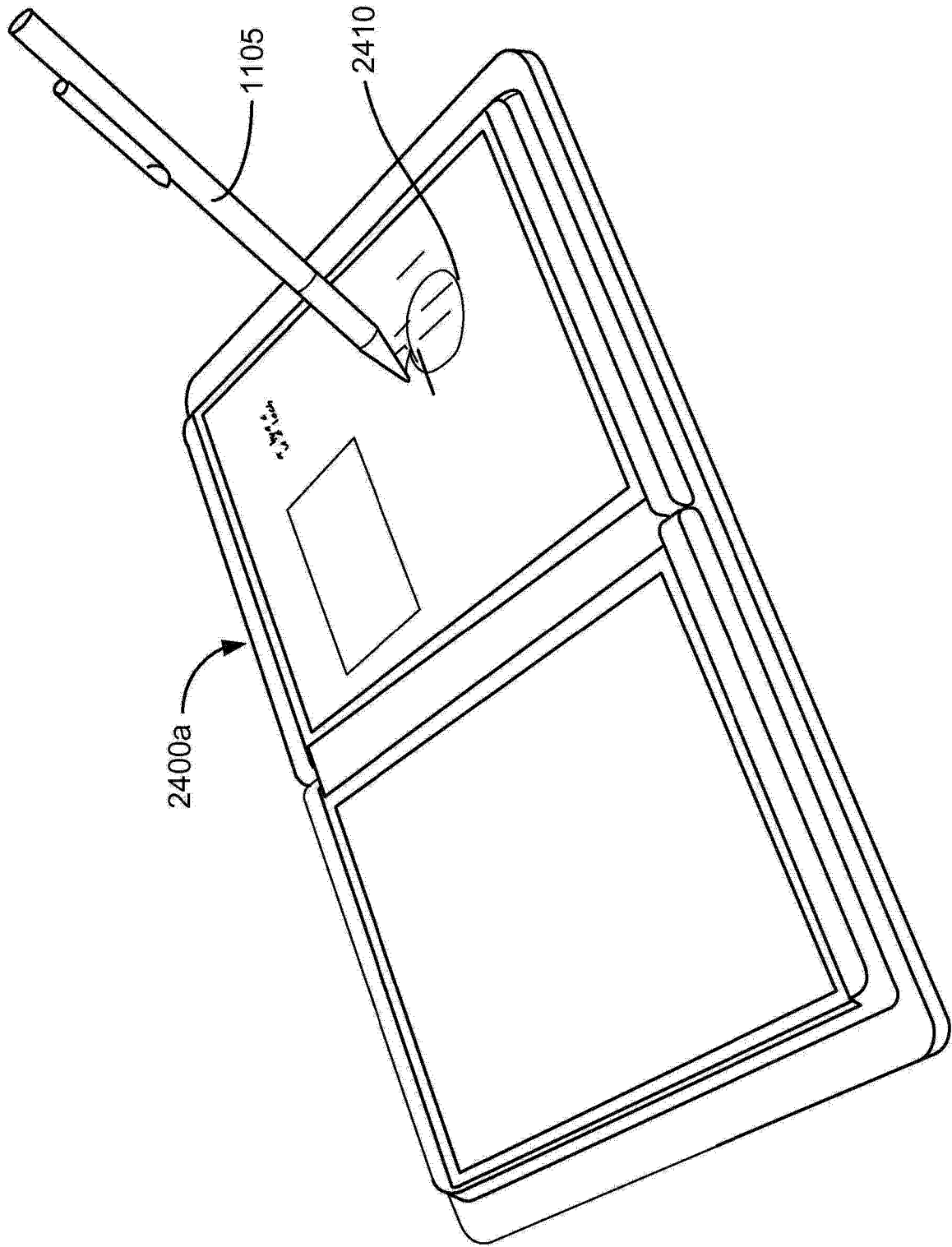


图 24A

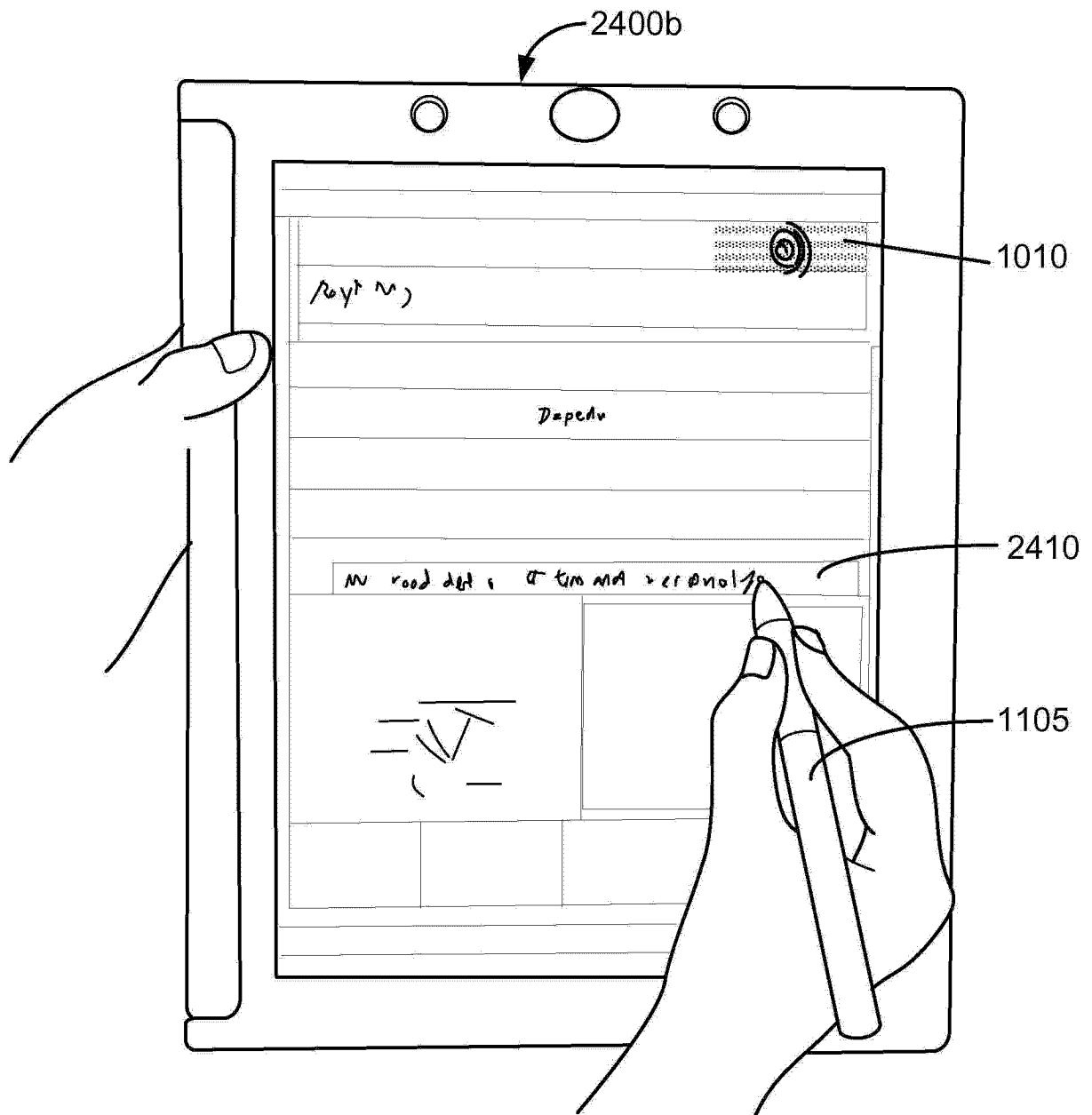


图 24B

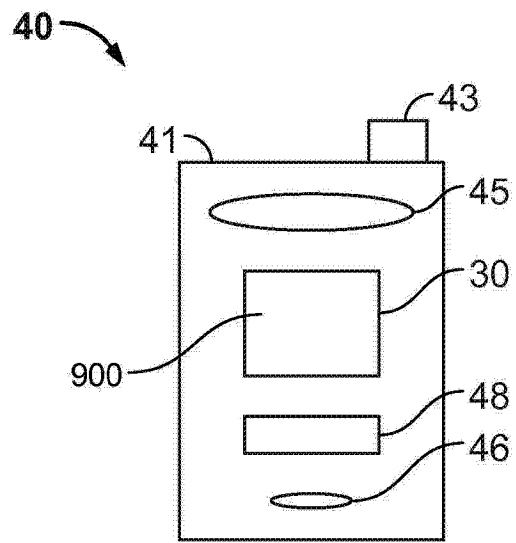


图 25A

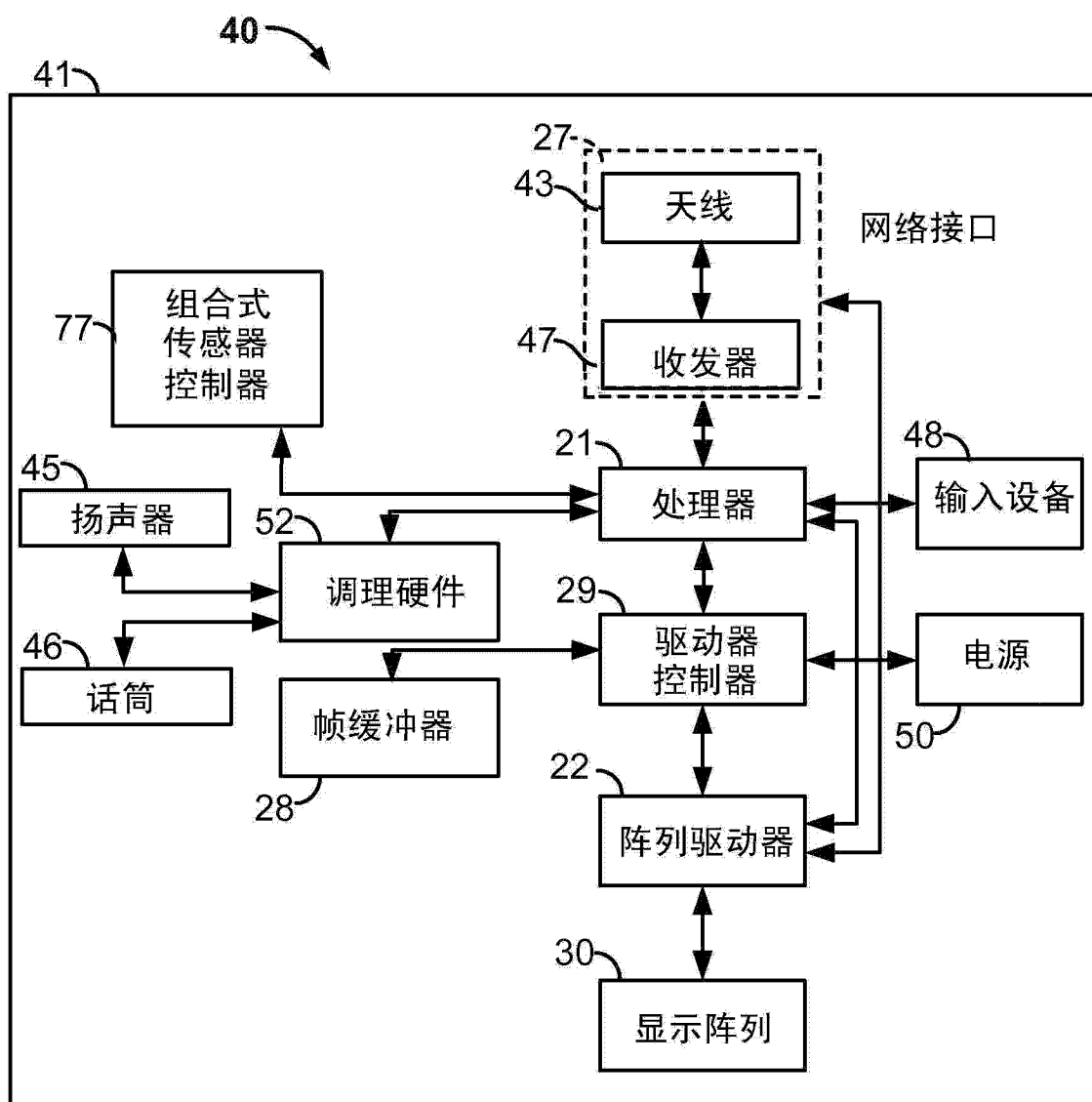


图 25B