示符与多个联系人中的第二联系人相关联；根据确定可视指示符的位置不是在对象转换区域中，维持可视指示符与多个联系人中的第一联系人的关联。

[0408] 根据一些实施例，可视指示符是离散的区域，其中可供件的一个或多个所显示的颜色被改变，该方法还包括：响应于接收对应于可旋转输入机构的旋转的第一输入：改变可视指示符的颜色从基于多个对象中的第一对象的颜色的第一颜色到基于多个对象中的第二对象的颜色的第二颜色。

[0409] 根据一些实施例，改变可视指示符的颜色从基于多个对象中的第一对象的颜色的第一颜色到基于多个对象中的第二对象的颜色的第二颜色包括：随着可视指示符从与第一对象相关联的第一位置移动到在与联系人相关联的第二对象的位置前的第二位置时，混合第一颜色和第二颜色。

[0410] 根据一些实施例，当可视指示符在第一位置处并且第一对象的一个或多个显示的颜色被改变时，可视指示符用于多个对象中的第一对象相关联，该第一位置与第一对象的至少部分交叠。

[0411] 根据一些实施例，停止将可视指示符与多个对象中的第一对象相关联，而将可视指示符与可视指示符与多个联系人中的第二联系相关联包括：将可视指示符从第一位置转变到第二位置并且第二对象的一个或多个显示的颜色被改变时，该第二位置与第二对象的至少部分交叠。

[0412] 根据一些实施例，当可供件表示第一联系人时，可供件的可视外观是第一联系人的动画表示，并且其中更新可供件的可视外观以表示多个联系人中的第二联系人包括更新可供件的可视外观到第二联系人的动画表示。

[0413] 根据一些实施例，第一联系人的动画表示是动态地基于从以下组选择信息，包括：第二联系人的时区信息、第二联系人的位置信息、关于由第二联系人指定的状态的信息、以及它们的组合。

[0414] 根据一些实施例，该方法还包括：在更新可供件的可视外观之后，接收对应于多个对象的第三对象的旋转的第二输入，第三对象与第一对象和第二对象不同，响应于接收第二输入，更新可供件的可视外观以表示多个联系人中的第三联系人。

[0415] 根据一些实施例，在更新可供件的可视外观之后，确定对于时间段已经没有输入被接收；并且响应于确定对于时间段已经没有输入被接收，放弃显示多个对象。

[0416] 根据一些实施例，在更新可供件的可视外观之后，确定对应于可供件的选择的第三输入；并且响应于检测第三输入，放弃显示多个对象。

[0417] 根据一些实施例，还响应于确定对于时间段已经没有输入被接收，显示第二可供件。

[0418] 根据一些实施例，还响应于检测第三输入，显示第二可供件。

[0419] 根据一些实施例，第二可供件包括选自以下组的一个或多个可供件，包括：呼叫可供件、消息可供件、辅导可供件、恢复包括多个对象的用户界面的可供件（例如图 18F 的可供件 1834），以及绘图可供件。

[0420] 根据一些实施例，第二可供件是辅导可供件，该方法还包括：检测对应于选择辅导可供件的第四输入；并且响应于检测第四输入，显示包括用于操作电子设备的一个或多个指令的用户界面。

EX1002 - Page 1216

[0421] 根据一些实施例，第二可供件包括绘图可供件，该方法还包括检测对应于选择绘图可供件的第五输入；并且响应于检测第五输入，显示包括绘图区域，其中绘图区域响应于触摸输入。

[0422] 根据一些实施例，检测对应于绘图区域中的第一笔画的第六输入；并且响应于检测第六输入，在绘图区域中显示第一笔画的视觉表示。

[0423] 根据一些实施例，还响应于检测第六输入，确定在第六输入之后第一预定持续时间是否已经过去；根据确定在第六输入之后第一预定持续时间已经过去，将表示第一笔画的数据发送到与第二联系人相关联的外部设备。

[0424] 根据一些实施例，第六输入对应于包括形成绘画的第一笔画的两个或多个笔画，该方法还包括：还响应于检测第六输入，确定在第六输入之后第一预定持续时间是否已经过去；根据确定在第六输入之后第一预定持续时间已经过去，将表示绘画的数据发送到与第二联系人相关联的外部设备。

[0425] 根据一些实施例，绘画区域包括绘画锁定可供件，其运行仅在绘画区域中的绘画，该方法还包括检测对应于选择绘画锁定可供件的第七输入；响应于检测第七输入，禁用发送绘画区域中表示任何笔画的数据；并且用运行将绘画传输到外部设备的发送可供件来代替绘画锁定可供件。

[0426] 根据一些实施例，检测对应于选择发送可供件的第八输入；并且响应于检测第八输入，使得能够发送在绘画区域中表示任意笔画的数据。

[0427] 根据一些实施例，电子设备包括一个或多个运动传感器，该方法还包括：接收对应于绘画区域中笔画的第九输入；响应于接收第九输入，在绘画区域中显示笔画的视觉表示；检测对应于电子设备运动的第九输入；响应于检测第九输入，确定电子设备的运动是否满足运动阈值，并且响应于检测第九输入并且根据确定该运动满足或超过运动阈值停止显示笔画的视觉表示。

[0428] 根据一些实施例，停止显示笔画的视觉表示包括在预定持续时间之后淡出第一笔画的视觉表示。

[0429] 根据一些实施例，接收表示绘画区域中笔画的第十一输入；在接收第十一输入的同时，沿着笔画显示残留的动画消散；在绘画区域中显示笔画的视觉表示；并且从绘画区域淡出笔画的视觉表示，其中淡出视觉表示包括显示笔画的逐渐消散的动画。

[0430] 根据一些实施例，还响应于确定对于时间段已经没有输入被接收，确定当前由可供件表示的联系人是否与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联；根据确定当前由可供件表示的联系人是与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，显示绘图可供件；根据。能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联；根据确定当前由可供件表示的联系人不与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，放弃显示绘图可供件。

[0431] 根据一些实施例，还响应于第三输入，确定当前由可供件表示的联系人是否与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联；根据确定当前由可供件表示的联系人是与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，显示绘图可供件；根据确定当前由可供件表示的联系人不与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，放弃显示绘图可供件。

[0432] 根据一些实施例，检测表示触敏显示器上接触的第十二输入；确定第十二输入的持续满足或超过接触持续阈值；根据确定第十二输入的持续满足或超过接触持续阈值，记录音频消息；并且将音频消息发送到与第二联系人相关联的电子设备。

[0433] 根据一些实施例，接收表示可旋转输入机构的第二旋转的第十三输入；响应于接收第十三输入，确定可视指示符是否靠近不与任意联系人相关联的对象；并且根据确定可视指示符是否靠近不与任意联系人相关联的对象，更新可供件的显示到增加联系人可供件。

[0434] 根据一些实施例，接收对应于增加联系人的选择的第十四输入；并且响应于接收第十四输入，显示用于增加联系人的用户界面。

[0435] 根据一些实施例，可供件的可视外观是表示多个联系人的联系人的首字母的集合或者表示多个联系人的联系人的图像。

[0436] 根据一些实施例，首字母的集合是交织字母。

[0437] 根据一些实施例，多个对象包括围绕可供件定位的 12 个圆形的对象。

[0438] 根据一些实施例，确定从多个联系人中的一个联系人接收的一个或多个消息没有被读取；并且根据确定从多个联系人中的一个联系人接收的一个或多个消息没有被读取，显示靠近与一个或多个消息相关联的多个对象中的对象的指示符。

[0439] 根据一些实施例，指示符包括一个或多个未读取消息的数目的指示。

[0440] 根据一些实施例，多个对象中的每个对象包括唯一的颜色方案。

[0441] 根据一些实施例，可视指示符包括关于可供件可移动的三角形。

[0442] 根据一些实施例，多个对象中每个对象包括与和对象相关联的联系人相关联的首字母的集合。

[0443] 根据一些实施例，首字母的集合是交织字母。

[0444] 根据一些实施例，多个对象中的每个对象与时钟的小时标记相关联。

[0445] 图 23 是图示根据一些实施例的更新可供件的可视外观的方法 2300 的流程图。方法 2300 可以被执行在具有触敏显示器和可旋转输入机构的设备（例如 100、300、500 和 1800）。方法 2300 中的一些操作可以被组合，一些操作的顺序可以变化，并且一些操作可以省略。

[0446] 在一些实施例中，可旋转输入机构（例如可旋转输入机构 506）可以配置为接收用户输入。在一些实施例中，方法 2300 可以在具有触敏表面 / 显示器（例如 112、355 和 504）的电子设备执行。可以执行方法 2300 的示例设备包括设备 100、300、500 和 1800（图 1A、图 2、图 5A 和图 18A-18I）

[0447] 如下面描述，方法 2300 提供直觉的方式用于通过更新可供件的可视外观与电子设备交互。该方法减少用户上的物理和 / 或认知负担，用户可以在各种活动期间占用可旋转输入机构，由此创建更有效的人机接口。

[0448] 在框 2302，方法 2300 可以在触敏显示器上显示包括多个对象的用户界面，每个对象与多个联系人中的联系人以及具有表示多个联系人中的第一联系人的可视外观的可供件相关联。在框 2304，方法 2300 可以接收第一输入，该第一输入对应于选择多个对象中与多个联系人中的第二联系人相关联的对象。在框 2306，方法 2300 响应于接收对应于多个对象中的对象上的联系人的输入，更新可供件的可视外观以表示多个联系人中的第二联系

EX1002 - Page 1218

人。

[0449] 根据一些实施例，图 24 示出电子设备 2400 的示例功能框图，电子设备 2400 根据各种所描述实施例的原理来配置。根据一些实施例，电子设备 2400 的功能框图配置为执行以上描述的技术。电子设备 2400 的功能框图可选地由硬件、软件、或者硬件和软件的组合来实施以实现各种所描述示例的原理。本领域技术人员应理解的是图 24 中描述的功能框可选地被组合或分离到子框中以实现各种所描述示例的原理。因此，本文的描述可选地支持本文所描述的功能框的任意可能的组合或分离或进一步限定。

[0450] 如图 24 所示，电子设备 2400 包括触敏显示单元 2402、可旋转输入机构 2404 以及耦合到触敏显示单元 2402 和可旋转输入机构 2404 的处理单元 2406。在一些实施例中，处理单元 2406 包括接收单元 2408、更新单元 2410、关联单元 2412、确定单元 2414、检测单元 2416、替换单元 2418、记录单元 2420、显示使能单元 2422、改变单元 2424、混合单元 2426、转变单元 2428、发送单元 2430 和淡出单元 2432。

[0451] 处理单元 2406 配置为：在触敏显示单元 2402 上显示（例如用显示使能单元 2422）包括多个对象的用户界面，每个对象与多个联系人中的联系人以及具有表示多个联系人的第一联系人的可视外观的可供件相关联；接收（例如用接收单元 2408）第一输入，该第一输入对应于可旋转输入机构的旋转；以及响应于接收对应于可旋转输入机构的旋转的第一输入，更新（例如用更新单元 2410）可供件的可视外观以表示多个联系人中的第二联系人。

[0452] 根据一些实施例，用户界面还包括与多个对象中的第一对象相关联的可视指示符，第一对象与多个联系人中的第一联系人相关联。

[0453] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为进一步响应于接收对应于可旋转输入机构的旋转的第一输入：停止将可视指示符与多个对象中的第一对象相关联；而将可视指示符与多个对象中与多个联系人中的第二联系人相关联的对象关联（例如用关联单元 2412）。

[0454] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为作为用户界面的部分，显示（例如用显示使能单元 2422）根据位置值的可视指示符，该值在位置值内的范围内，多个对象中的每个对象与位置值范围内的位置相关联；还响应于第一输入，确定（例如用确定单元 2414）第一输入是否是请求更新位置指示符的位置值到不与多个对象中的对象相关联的第二位置值；根据确定第一输入是请求更新位置指示符的位置值到不与多个对象中的对象相关联的第二位置值：更新时间指示符的位置值到第三位置值，该第三位置值与多个对象中最接近位置值范围内的第二位置值的对象的位置值相对应；并且根据第三位置值更新可视指示符的显示。

[0455] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为其中停止将可视指示符与多个对象中的第一对象相关联，以及将可视指示符与多个联系人中的第二联系人相关联包括：确定可旋转输入机构的旋转没有导致可视指示符与多个联系人中的第二联系人相关联；根据确定可旋转输入机构的旋转没有导致可视指示符与多个联系人中的第二联系人相关联，确定可视指示符的位置是否在对象转换区域中，其中对象转换区域是位于第一对象之后以及位于与第二联系人相关联的第二对象之前的区域；根据确定可视指示符的位置是在对象转换区域中，将可视指示符与多个联系人中的第二联系人相关联；根据确定可视指示符的位置不是在对象转换区域中，维持可视指示符与多个联系人中的第一联系人相关联。

EX1002 - Page 1219

[0456] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为可视指示符是离散区域，其中可供件的一个或多个显示颜色被改变，该方法还包括：进一步响应于接收对应于可旋转输入机构的旋转的第一输入：改变（例如用改变单元 2424）可视指示符的颜色从基于多个对象中第一对象的颜色的第一颜色到基于多个对象中第二对象的颜色的第二颜色。

[0457] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为改变（例如用改变单元 2424）可视指示符的颜色从与多个对象中第一对象关联的第一颜色到与多个联系人中第二联系人关联的第二颜色，包括：随着可视指示符从与第一对象相关联的第一位置移动到与联系人相关联的第二对象的位置前方的第二位置，而混合（例如使用混合单元 2426）第一颜色和第二颜色。

[0458] 根据一些实施例，当时间指示符处于与第一对象的至少部分相交叠的第一位置并且第一对象的一个或多个显示颜色被改变时，可视指示符与多个对象中的第一对象相关联。

[0459] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为停止将可视指示符与多个对象中的第一对象相关联，而将可视指示符与可视指示符与多个联系人中的第二联系相关联包括：将可视指示符从第一位置转变（例如用转变单元 2428）到与第二对象的至少部分交叠的第二位置并且第二对象的一个或多个显示的颜色被改变。

[0460] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：当可供件表示第一联系人时，可供件的可视外观是第一联系人的动画表示，并且其中更新可供件的可视外观以表示多个联系人中的第二联系人包括更新可供件的可视外观到第二联系人的动画表示。

[0461] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：第一联系人的动画表示是动态地基于从以下组选择信息，包括：第二联系人的时区信息、第二联系人的位置信息、关于由第二联系人指定的状态的信息、以及它们的组合。

[0462] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：在更新可供件的可视外观之后，接收对应于多个对象的第三对象的旋转的第二输入，第三对象与第一对象和第二对象不同，响应于接收第二输入，更新可供件的可视外观以表示多个联系人中的第三联系人。

[0463] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：在更新可供件的可视外观之后，确定对于时间段已经没有输入被接收；并且响应于确定对于时间段已经没有输入被接收，放弃显示多个对象。

[0464] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：在更新可供件的可视外观之后，检测（例如用检测单元 2416）对应于可供件的选择的第三输入；并且响应于检测第三输入，放弃显示多个对象。

[0465] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：还响应于确定对于时间段已经没有输入被接收，显示（例如用显示使能单元 2422）第二可供件。

[0466] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：还响应于检测第三输入，显示第二可供件。

[0467] 根据一些实施例，第二可供件包括选自以下组的一个或多个可供件，包括：呼叫可供件，消息可供件、辅导可供件、恢复包括多个对象的用户界面的可供件，以及绘图可供件。

[0468] 根据一些实施例，第二可供件是辅导可供件，该方法还包括：检测（例如用检测单元 2416）对应于选择辅导可供件的第四输入；并且响应于检测第四输入，显示包括用于操

EX1002 - Page 1220

作电子设备的一个或多个指令的用户界面。

[0469] 根据一些实施例，第二可供件包括绘图可供件，处理单元 2406 还配置为：检测对应于选择绘图可供件的第五输入；并且响应于检测第五输入，显示包括绘图区域，其中绘图区域响应于触摸输入。

[0470] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：检测对应于绘图区域中的第一笔画的第六输入；并且响应于检测第六输入，在绘图区域中显示第一笔画的视觉表示。

[0471] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：还响应于检测第六输入，确定在第六输入之后第一预定持续时间是否已经过去；根据确定在第六输入之后第一预定持续时间已经过去，将表示第一笔画的数据发送（例如用发送单元 2430）到与第二联系人相关联的外部设备。

[0472] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：第六输入对应于包括形成绘画的第一笔画的两个或多个笔画，该方法还包括：还响应于检测第六输入，确定在第六输入之后第一预定持续时间是否已经过去；根据确定在第六输入之后第一预定持续时间已经过去，将表示绘画的数据发送到与第二联系人相关联的外部设备。

[0473] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：绘画区域包括绘画锁定可供件，其运行仅在绘画区域中的绘画，该方法还包括检测对应于选择绘画锁定可供件的第七输入；响应于检测第七输入，禁用发送绘画区域中表示任何笔画的数据；并且用运行将绘画传输到外部设备的发送可供件来代替（例如用替代单元 2418）绘画锁定可供件。

[0474] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：检测对应于选择发送可供件的第八输入；并且响应于检测第八输入，使得能够发送在绘画区域中表示任意笔画的数据。

[0475] 根据一些实施例，电子设备包括一个或多个运动传感器，处理单元 2406 还配置为：接收对应于绘画区域中笔画的第九输入；响应于接收第九输入，在绘画区域中显示笔画的视觉表示；检测对应于电子设备运动的第九输入；响应于检测第九输入，确定电子设备的运动是否满足运动阈值，并且响应于检测第九输入并且根据确定该运动满足或超过运动阈值停止显示笔画的视觉表示。

[0476] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：停止显示笔画的视觉表示包括在预定持续时间之后淡出（例如用淡出单元 2432）第一笔画的视觉表示。

[0477] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：接收表示绘画区域中笔画的第十一输入；在接收第十一输入的同时，沿着笔画显示残留的动画消散；在绘画区域中显示笔画的视觉表示；并且从绘画区域淡出笔画的视觉表示，其中淡出视觉表示包括显示笔画的逐渐消散的动画。

[0478] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：还响应于确定对于时间段已经没有输入被接收，确定当前由可供件表示的联系人是否与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联；根据确定当前由可供件表示的联系人是与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，显示绘图可供件；根据。能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联；根据确定当前由可供件表示的联系人不与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，放弃显示绘图可供件。

[0479] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：还响应于第三输入，确定当前由可供件表示的联系人是否与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联；根据确定当前

EX1002 - Page 1221

由可供件表示的联系人是与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，显示绘图可供件；根据确定当前由可供件表示的联系人不与能处理和显示表示绘画中笔画的数据的设备相关联，放弃显示绘图可供件。

[0480] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：检测表示触敏显示器上接触的第十二输入；确定第十二输入的持续满足或超过接触持续阈值；根据确定第十二输入的持续满足或超过接触持续阈值，记录音频消息；并且将音频消息发送到与第二联系人相关联的电子设备。

[0481] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：接收表示可旋转输入机构的第二旋转的第十三输入；响应于接收第十三输入，确定可视指示符是否靠近不与任意联系人相关联的对象；并且根据确定可视指示符是否靠近不与任意联系人相关联的对象，更新可供件的显示到增加联系人可供件。

[0482] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：接收对应于增加联系人的选择的第十四输入；并且响应于接收第十四输入，显示用于增加联系人的用户界面。

[0483] 根据一些实施例，可供件的可视外观是表示多个联系人的联系人的首字母的集合或者表示多个联系人的联系人的图像。

[0484] 根据一些实施例，首字母的集合是交织字母。

[0485] 根据一些实施例，多个对象包括围绕可供件定位的 12 个圆形的对象。

[0486] 根据一些实施例，处理单元 2406 还配置为：确定从多个联系人中的一个联系人接收的一个或多个消息没有被读取；并且根据确定从多个联系人中的一个联系人接收的一个或多个消息没有被读取，显示靠近与一个或多个消息相关联的多个对象中的对象的指示符。

[0487] 根据一些实施例，指示符包括一个或多个未读取消息的数目的指示。

[0488] 根据一些实施例，多个对象中的每个对象包括唯一的颜色方案。

[0489] 根据一些实施例，可视指示符包括关于可供件可移动的三角形。

[0490] 根据一些实施例，多个对象中每个对象包括与和对象相关联的联系人相关联的首字母的集合。

[0491] 根据一些实施例，首字母的集合是交织字母。

[0492] 根据一些实施例，多个对象中的每个对象与时钟的小时标记相关联。

[0493] 根据一些实施例，为显示包括多个对象的用户界面，处理单元 2406 还配置为显示包括与用户界面的第一页面和第二页面相关联的页码指示符的用户界面，处理单元还配置为：接收（例如用接收单元 2408）对应于请求显示第二页面的输入；响应于接收对应于请求显示第二页面的输入，用第二页面替代（例如用替代单元 2418）第一页面的显示，其中第二页面与第一页面不同。

[0494] 根据一些实施例，第二页面包括多个对象中第二对象，每个对象与多个联系人中的联系人相关联。

[0495] 根据一些实施例，用户界面与第一页面相关联，并且第二用户界面与第二用户即可相关联，并且其中用第二页面替代第一页面的显示包括用第二用户界面替代用户界面。

[0496] 根据一些实施例，输入是触敏显示器上的轻扫手势。

[0497] 根据一些实施例，图 25 示出根据各种描述实施例的原理配置的电子设备 2500 的

EX1002 - Page 1222

示例功能框图。根据一些实施例，电子设备 2500 的功能框图配置为执行上文描述的技术。设备 2500 的功能框图可选地由硬件、软件或硬件和软件的组合来实施以执行各种描述示例的原理。本领域技术人员应理解图 25 中描述的功能框图可选地被组合或分离到子框中以实现各种描述示例的原理。因此，本文描述可选地支持上文描述的功能框的任意可能组合或者分离或进一步限定。

[0498] 如图 25 所示，电子设备 2500 包括触敏显示单元 2502，可旋转输入机构 2504 以及耦合到触敏显示单元 2502 和可旋转输入机构 2504 的处理单元 2506。在一些实施例中，处理单元 2506 包括接收单元 2508、更新单元 2510 和显示使能单元。

[0499] 处理单元 2406 还配置为：在触敏显示单元 2502 上显示（例如用显示使能单元）包括多个对象的用户界面，每个对象与多个联系人中的联系人以及具有表示多个联系人中的第一联系人的可视外观的可供件相关联；接收（例如用接收单元 2508）第一输入，该第一输入对应于选择多个对象中与多个联系人中的第二联系人相关联的对象；并且响应于接收对应于多个对象中对象上的联系人的输入，更新（例如用更新单元 2510）可供件的可视外观以表示多个联系人中的第二联系人。

[0500] 出于解释的目的，前文的描述已经参考特定实施例而描述。然而，上文说明下的讨论并不旨在穷尽性的或者限制本发明为公开的精确形式。鉴于以上教导很多修改和变型是可能的。实施例被选择和描述以便最好解释这些技术的原理和它们的实际应用。本领域其它技术人员由此能够最好利用这些技术和具有各种修改的各种实施例作为适于预期的特定用途。

[0501] 尽管本公开和示例已经完全参考附图被描述，应注意的是各种改变和修改对本领域技术人员来说是显然的。这样的改变和修改应理解为被包括在本公开以及由所附权利要求所限定的示例的范围内。

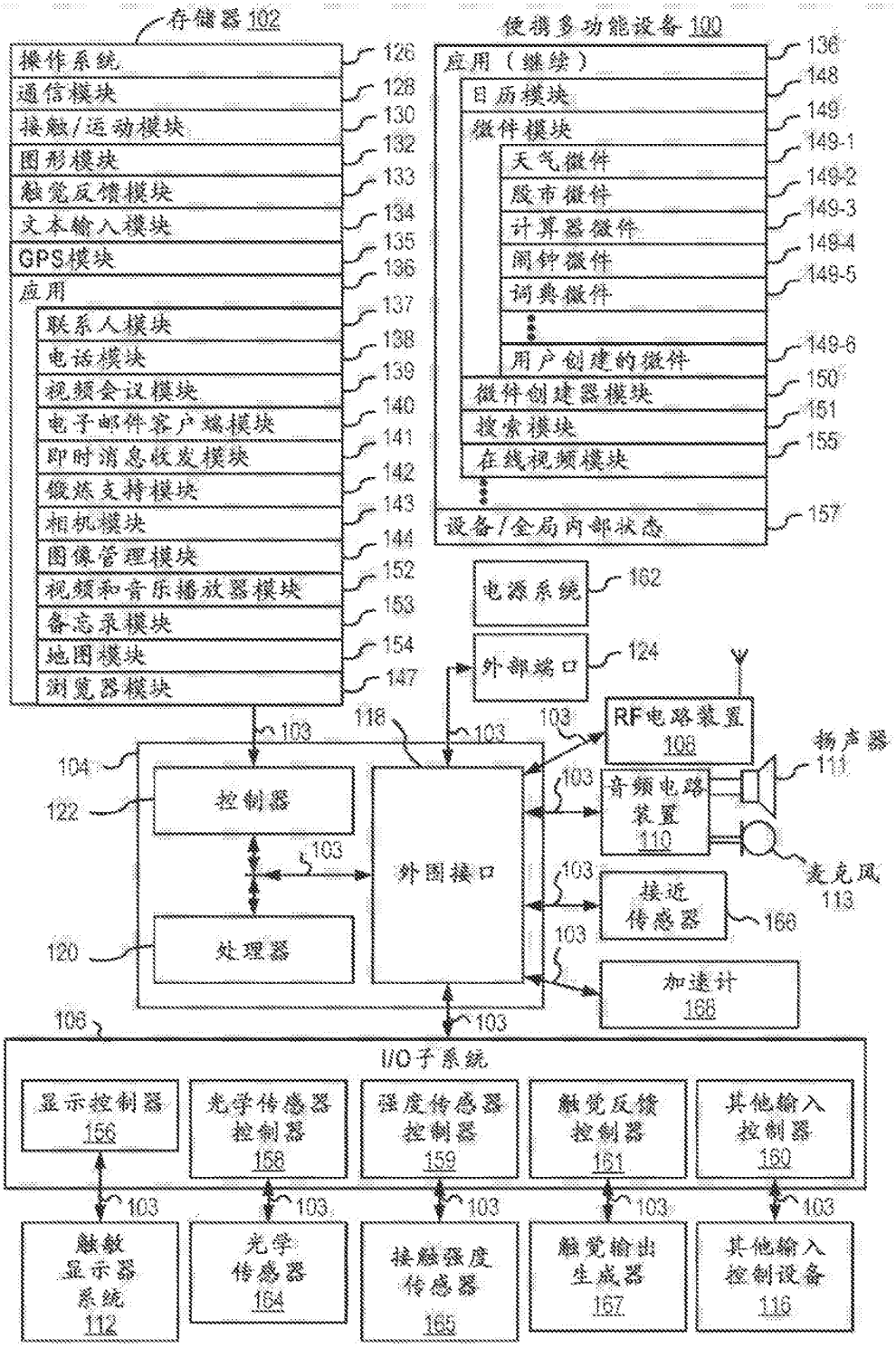

存储器 102
操作系统 126
通信模块 128
接触/运动模块 130
图形模块 132
触觉反馈模块 133
文本输入模块 134
GPS模块 135
应用 136
联系人模块 137
电话模块 138
视频会议模块 139
电子邮件客户端模块 140
即时消息收发模块 141
锻炼支持模块 142
相机模块 143
图像管理模块 144
视频和音乐播放器模块 152
备忘录模块 153
地图模块 154
浏览器模块 147
便携多功能设备 100
应用（继续） 136
日历模块 148
微件模块 149
天气微件 149-1
股市微件 149-2
计算器微件 149-3
闹钟微件 149-4
词典微件 149-5
用户创建的微件 149-6
微件创建器模块 150
搜索模块 151
在线视频模块 155
设备/全局内部状态 157
电源系统 162
外部端口 124
RF电路装置 108
扬声器 111
音频电路装置 110
麦克风 113
接近传感器 168
加速计 168
103
104
122
控制器
外围接口
处理器
120
118
106
I/O子系统
显示控制器 156
光学传感器控制器 158
强度传感器控制器 159
触觉反馈控制器 161
其他输入控制器 160
触敏显示器系统 112
光学传感器 164
接触强度传感器 165
触觉输出生成器 167
其他输入控制设备 116

图 1A

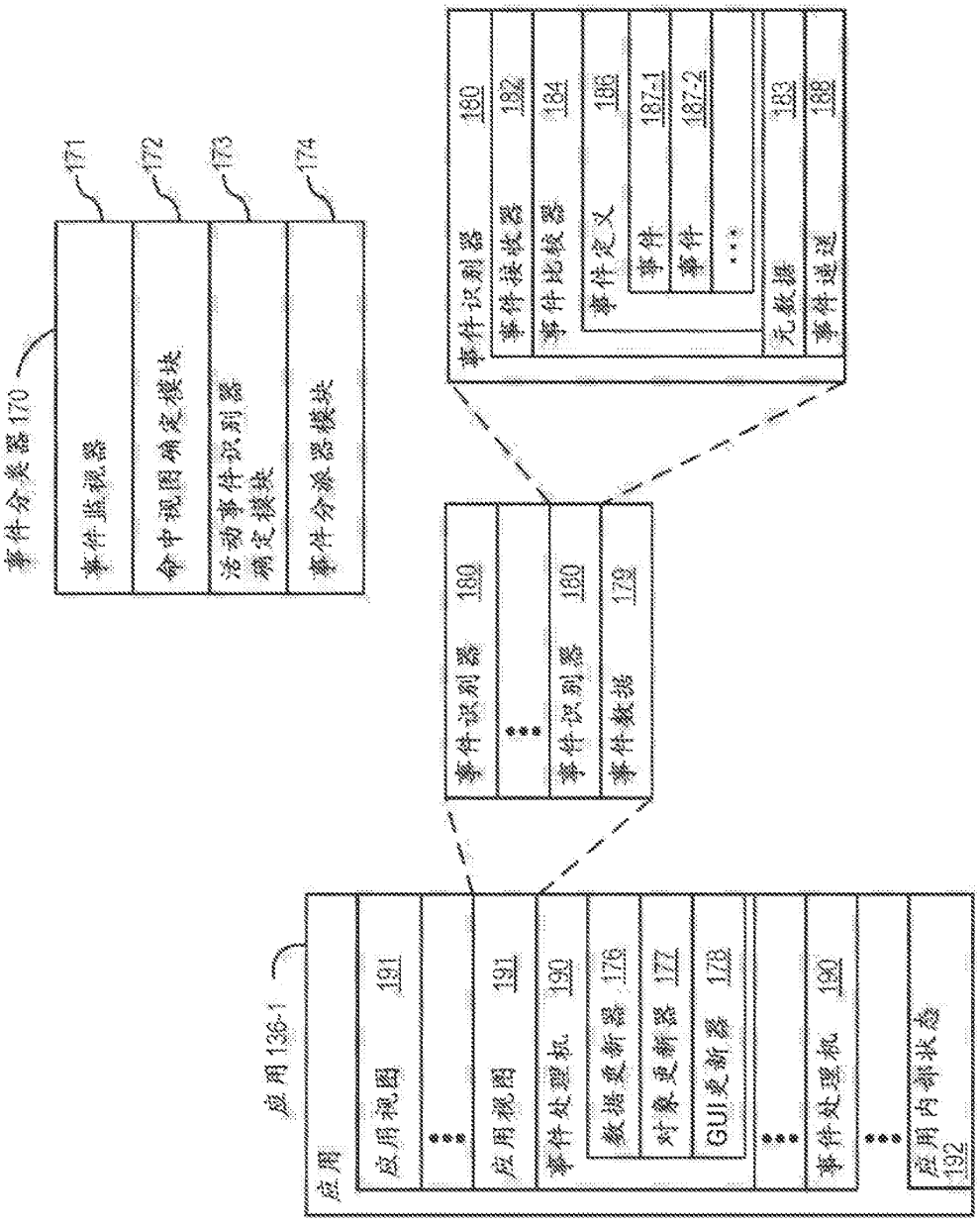

事件分类器 170
171
事件监视器
172
命中视图确定模块
173
活动事件识别器确定模块
174
事件分派器模块
事件识别器 180
事件接收器 182
事件比较器 184
事件定义 186
事件 187-1
事件 187-2
...
元数据 183
事件递送 188
事件识别器 180
...
事件识别器 180
事件数据 179
应用 136-1
应用
应用视图 191
...
应用视图 191
事件处理机 190
数据更新器 176
对象更新器 177
GUI更新器 178
...
事件处理机 190
...
应用内部状态 192

图 1B

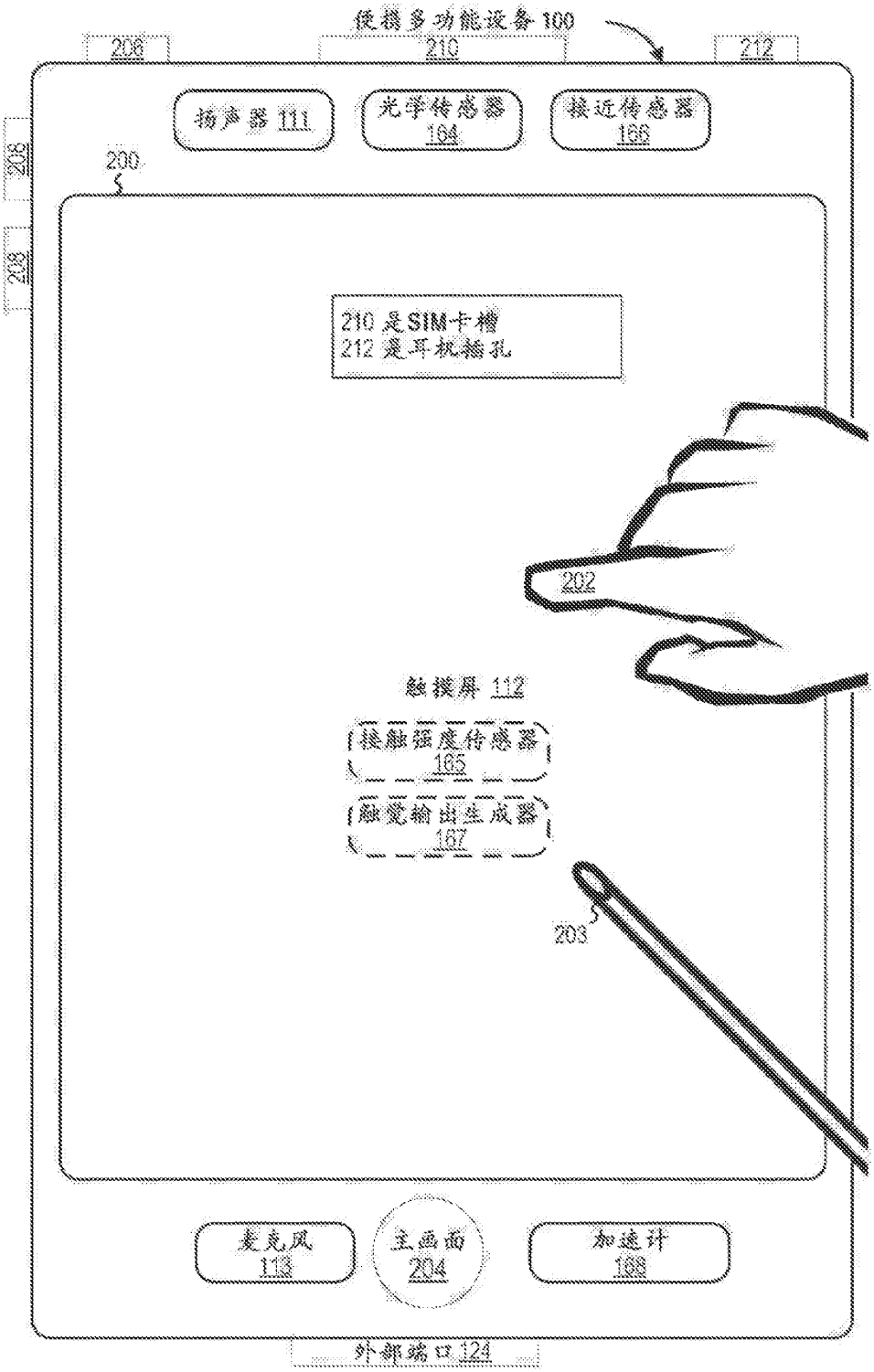

便携多功能设备100
206
210
212
扬声器 111
光学传感器 164
接近传感器 166
200
208
210 是SIM卡槽
212 是耳机插孔
202
触摸屏 112
接触强度传感器 165
触觉输出生成器 167
203
麦克风 113
主画面 204
加速计 168
外部端口 124

图 2

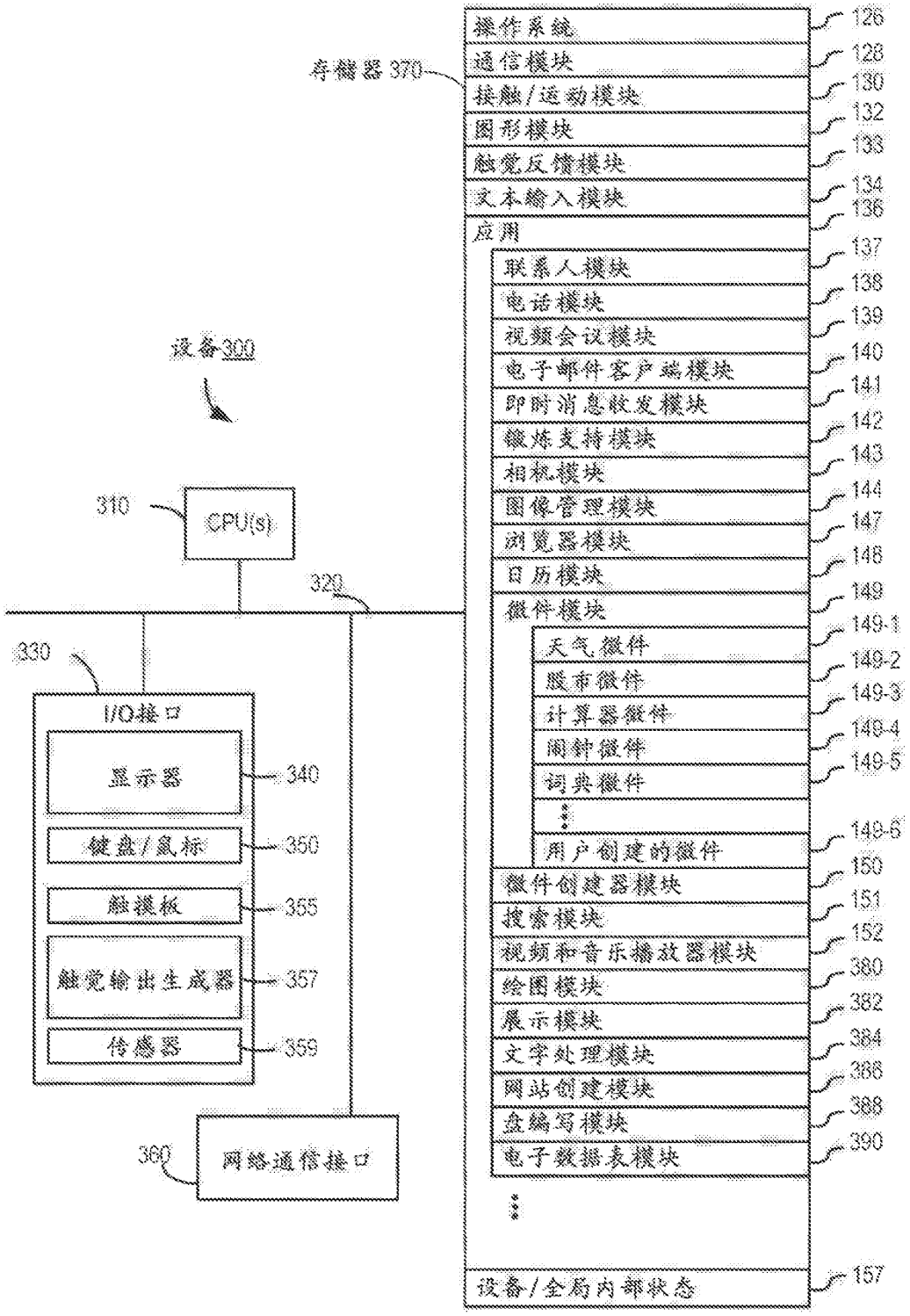
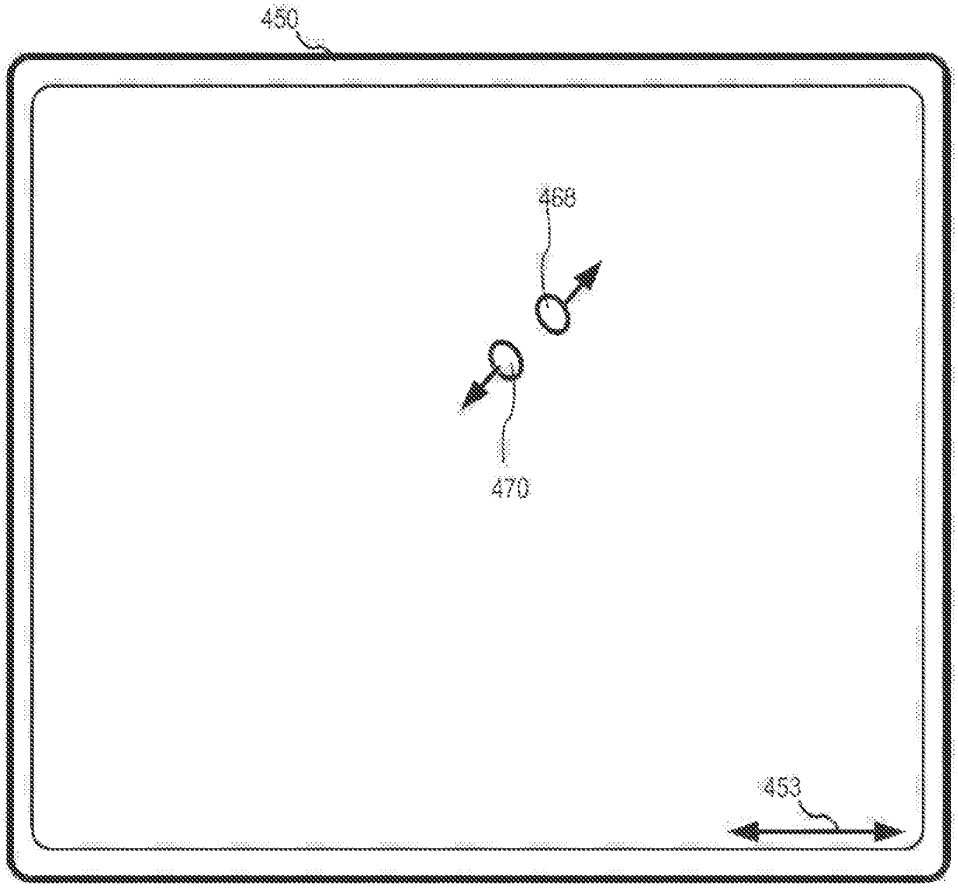

存储器370
操作系统
126
通信模块
128
接触/运动模块
130
图形模块
132
触觉反馈模块
133
文本输入模块
134
136
应用
联系人模块
137
电话模块
138
视频会议模块
139
电子邮件客户端模块
140
即时消息收发模块
141
锻炼支持模块
142
相机模块
143
图像管理模块
144
浏览器模块
147
日历模块
148
微件模块
149
天气微件
149-1
股市微件
149-2
计算器微件
149-3
闹钟微件
149-4
词典微件
149-5
用户创建的微件
149-6
微件创建器模块
150
搜索模块
151
视频和音乐播放器模块
152
绘图模块
380
展示模块
382
文字处理模块
384
网站创建模块
386
盘编写模块
388
电子数据表模块
390
设备/全局内部状态
157
设备300
310
CPU(s)
320
330
I/O接口
显示器
340
键盘/鼠标
350
触摸板
355
触觉输出生成器
357
传感器
359
360
网络通信接口

图 3


便携多功能设备
100
206
扬声器 111
光学传感器 164
接近传感器 166
400
205
208
218
402
当前时间 404
406
Tuesday
30
消息 424
日历 426
照片 428
相机 430
在线视频 432
股市 434
地图 436
天气 438
时钟 440
根络支持 442
备忘录 444
设置 446
应用商店
iTunes
语音备忘录
实用工具
414
410
4
6
电话 416
邮件 418
浏览器 420
iPod 422
408
触摸屏 112
麦克风 113
加速计 168
204

图 4A



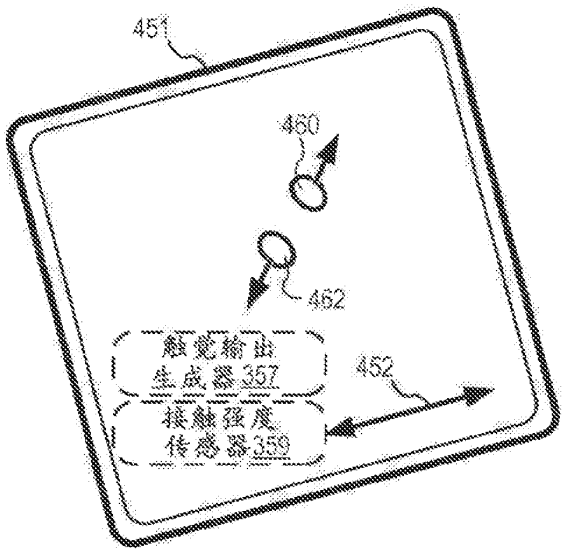


图 4B

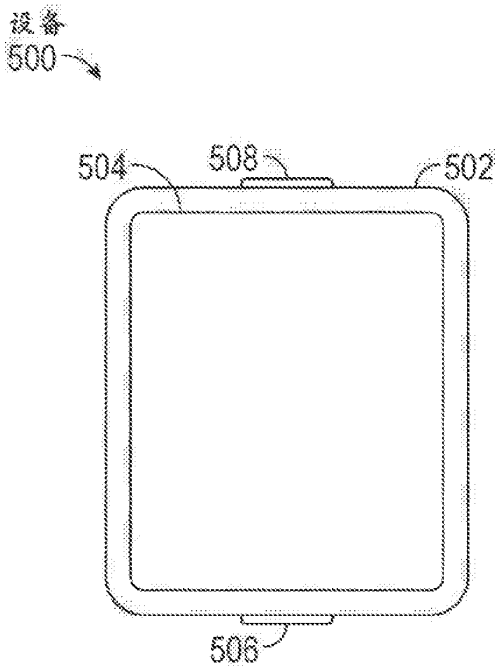


图 5A

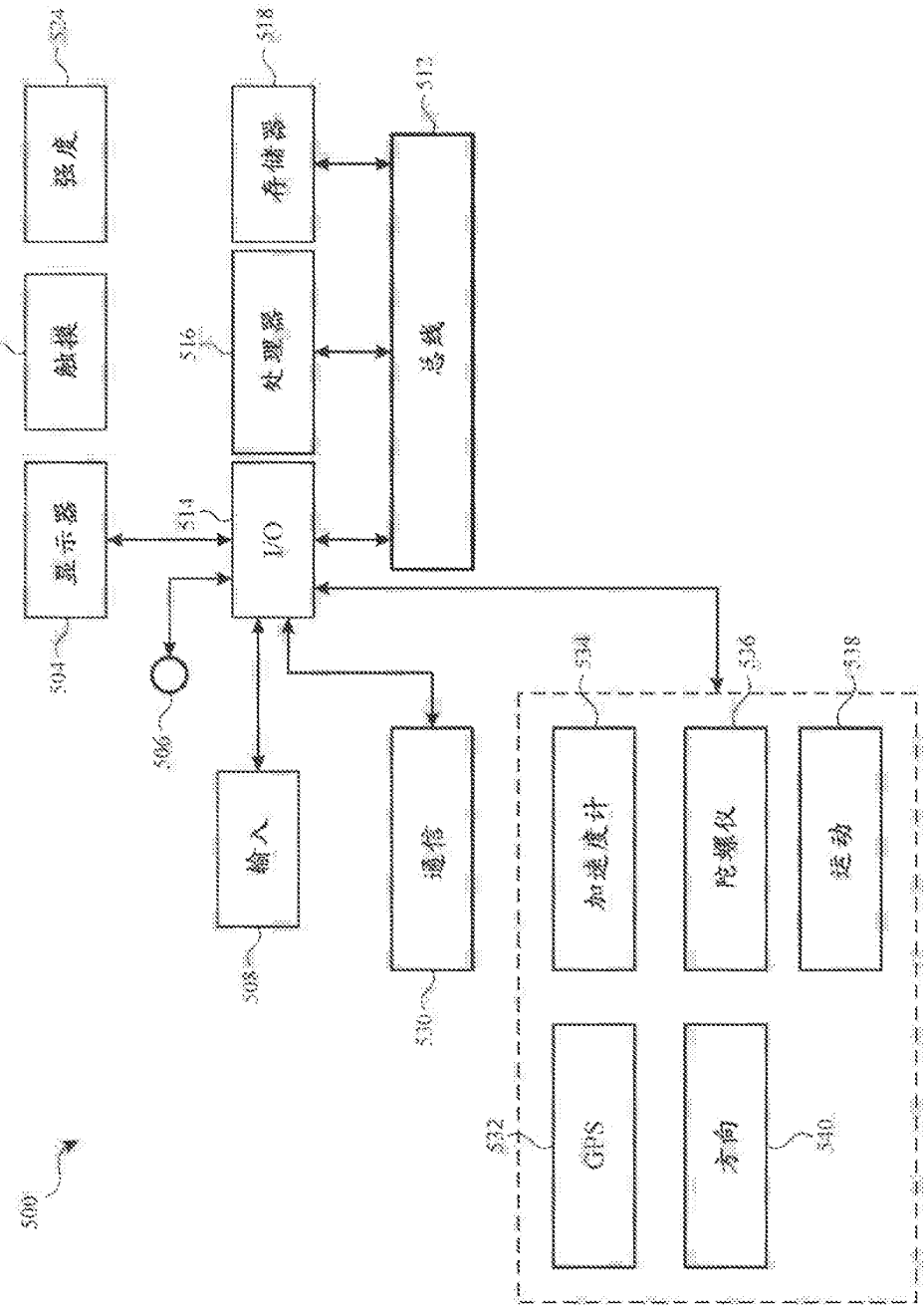

524
扬声器
518
存储器
512
总线
522
触摸
516
处理器
514
I/O
504
显示器
506
输入
508
通信
530
534
加速度计
536
陀螺仪
538
运动
532
GPS
540
磁力
500

图 5B

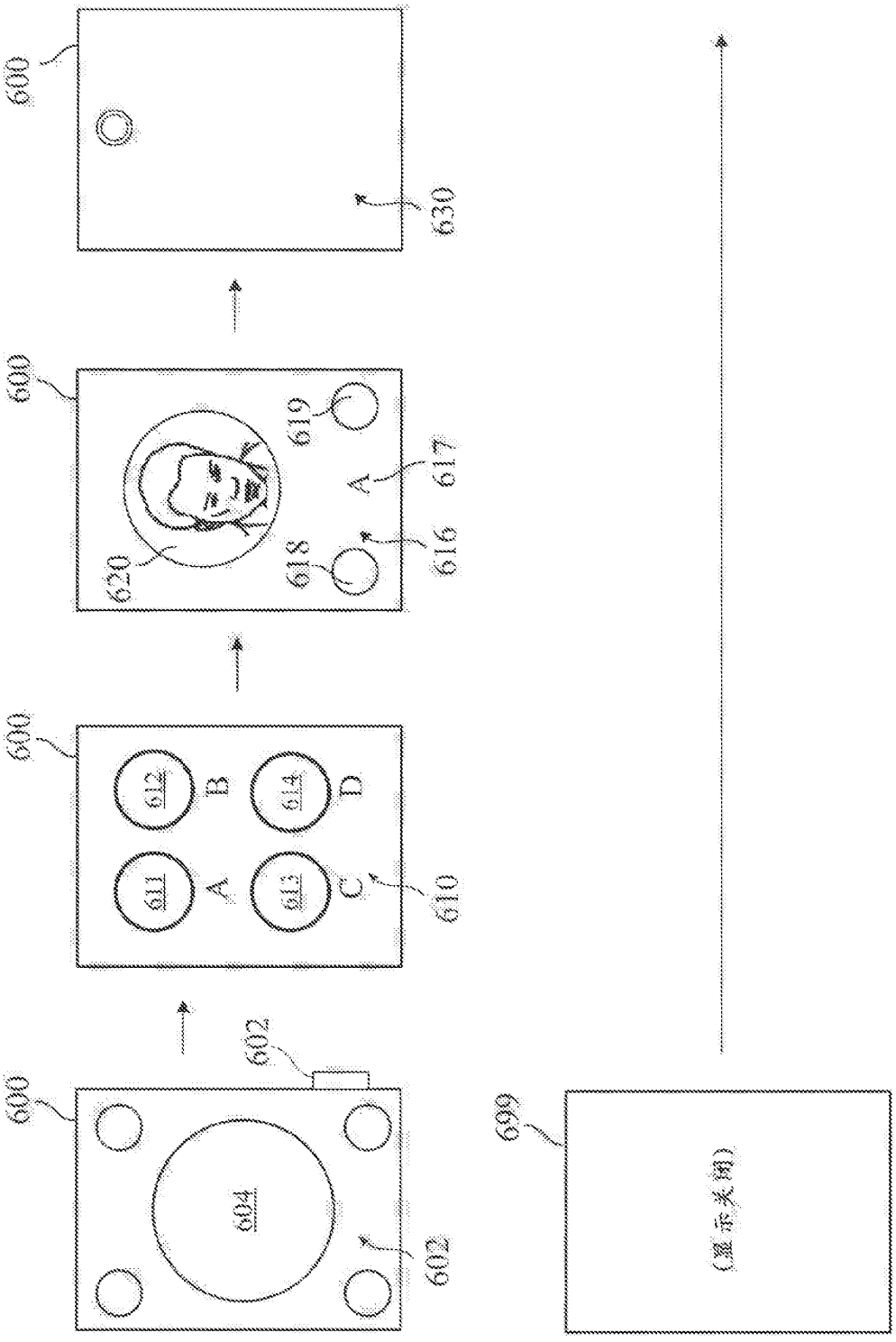

600
630
600
619
A
617
620
618
616
600
612
B
614
D
611
A
613
C
610
600
602
604
602
699
(显示关闭)

图 6A

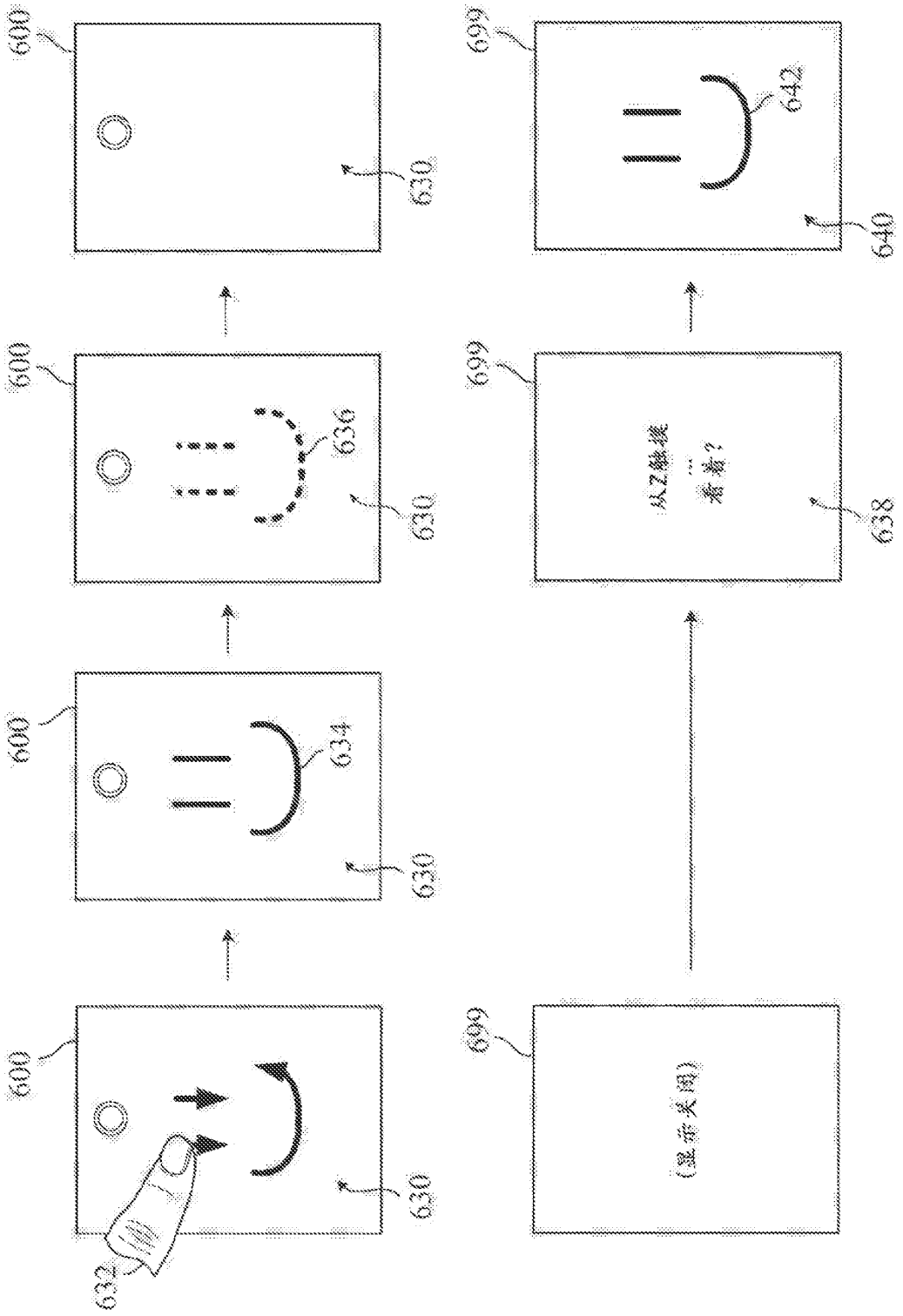


图 6D

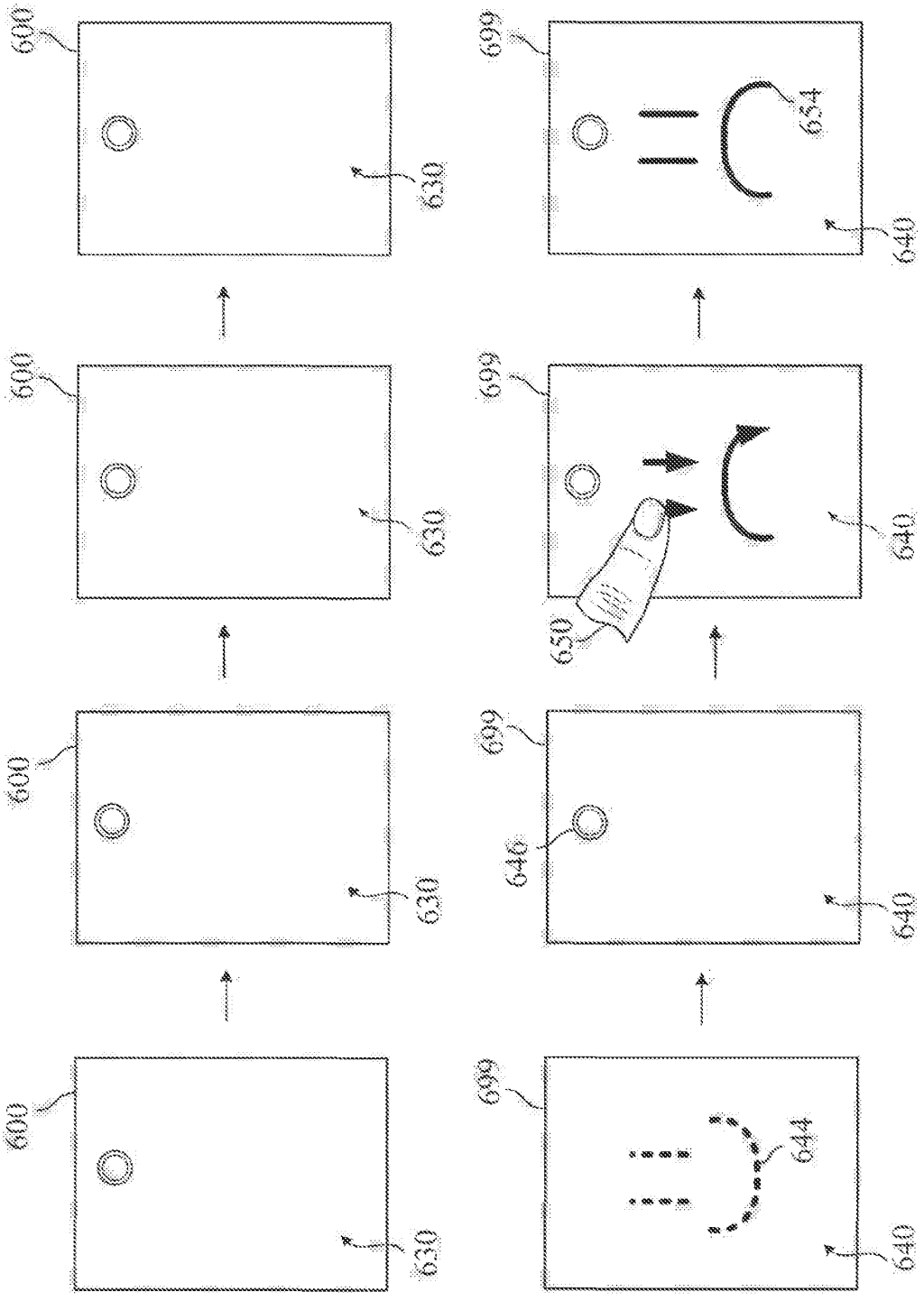


图 6C

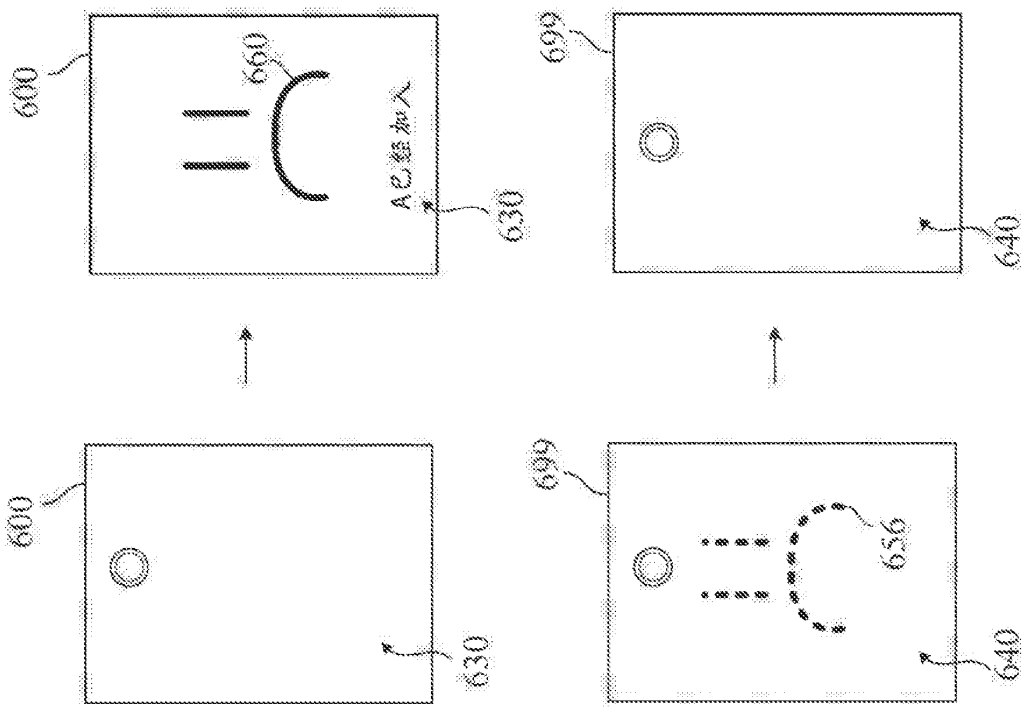


图 6D

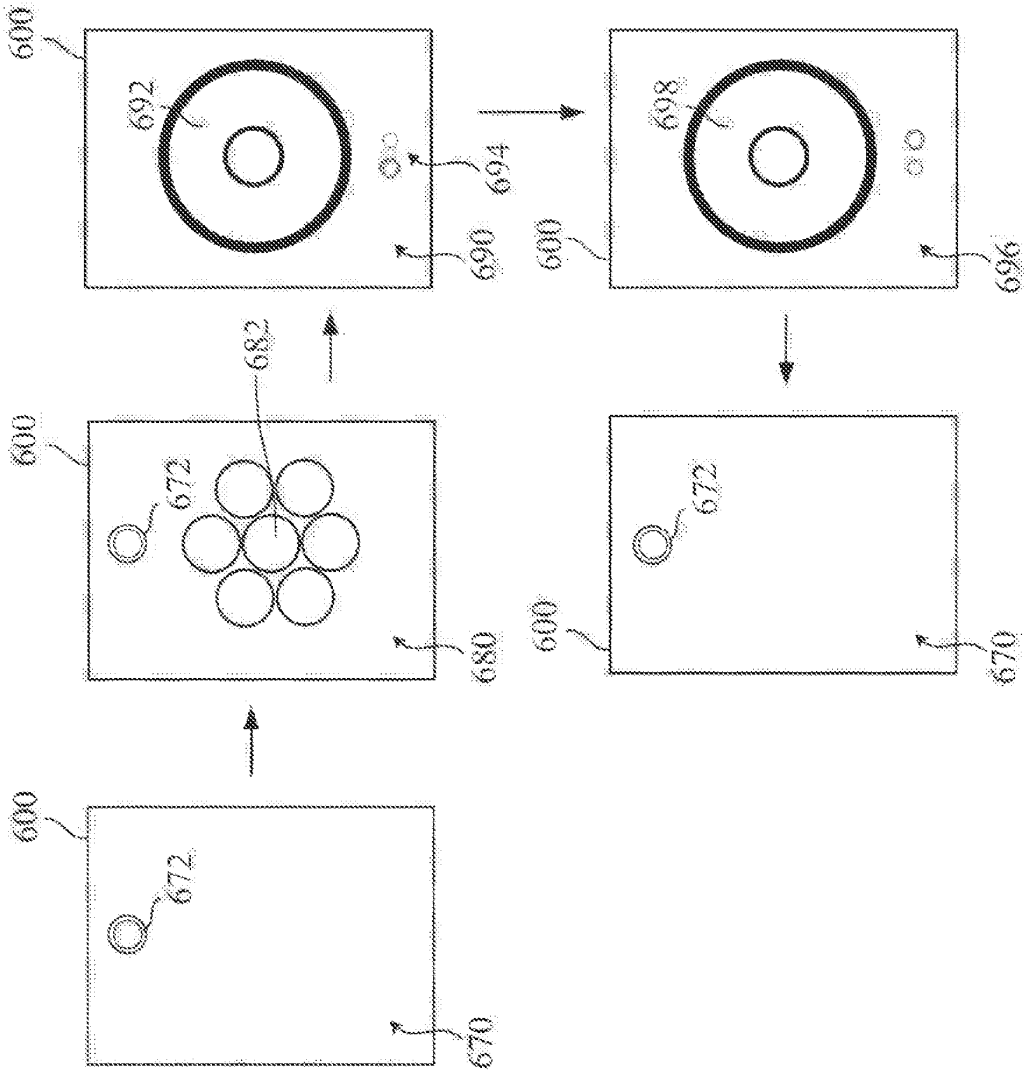


图 6E

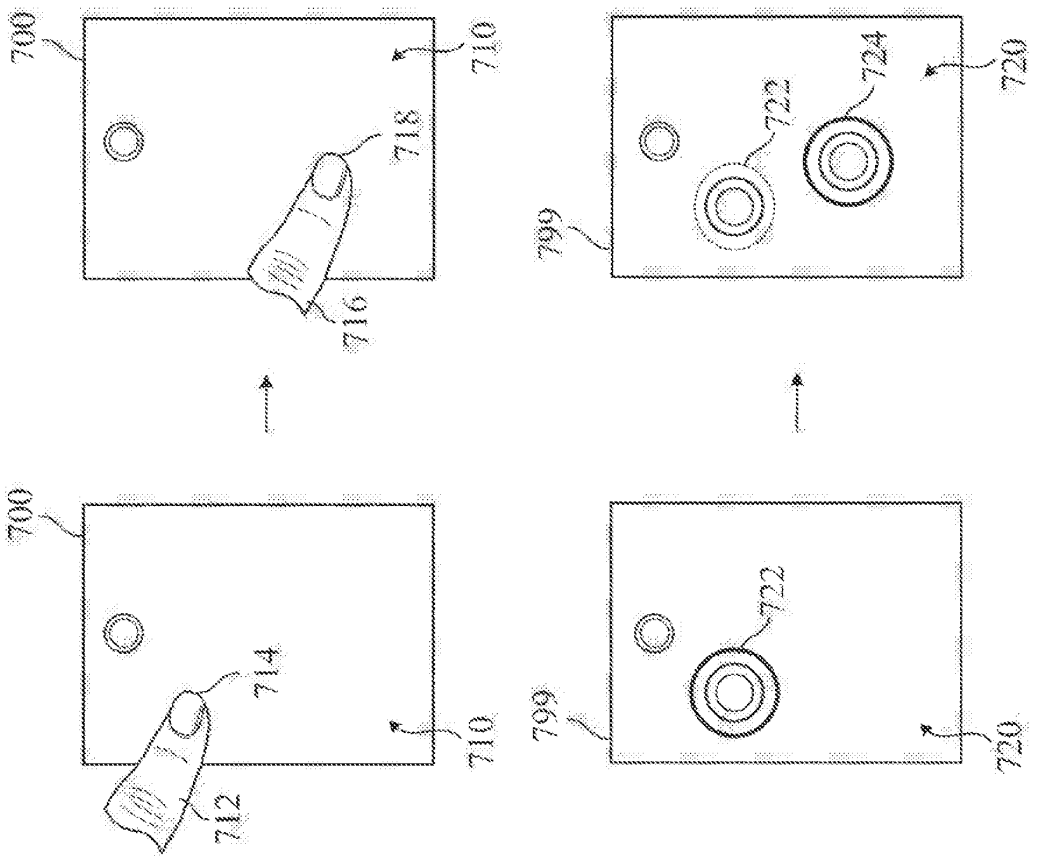


图 7A

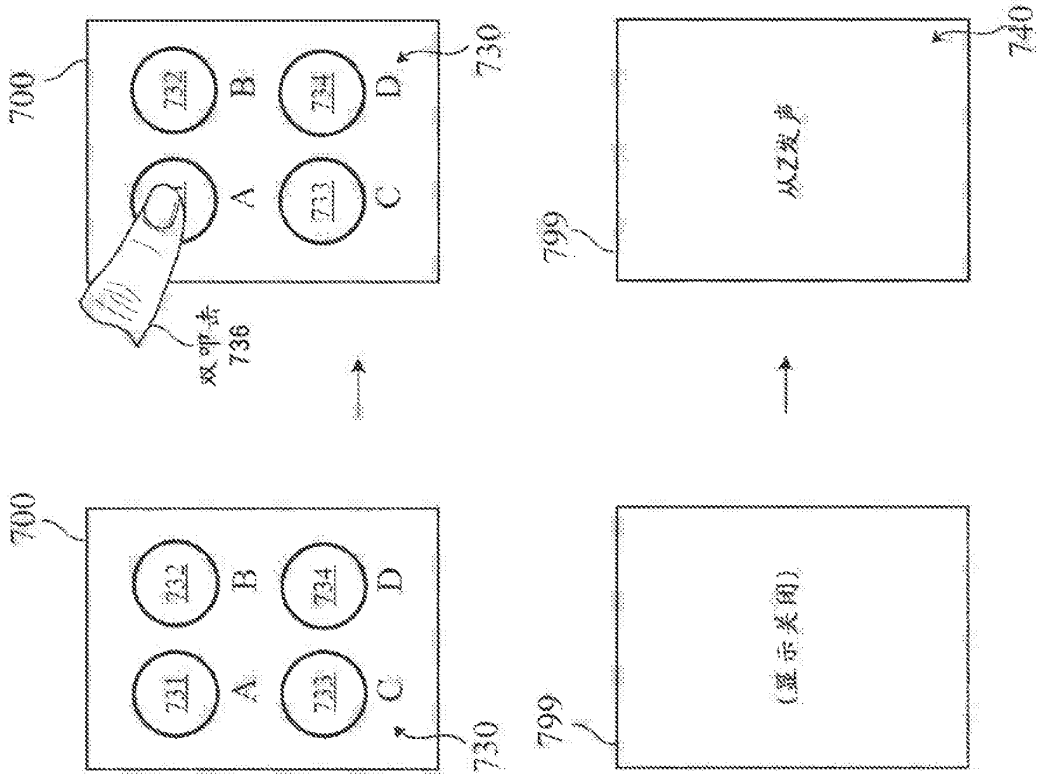


图 7D

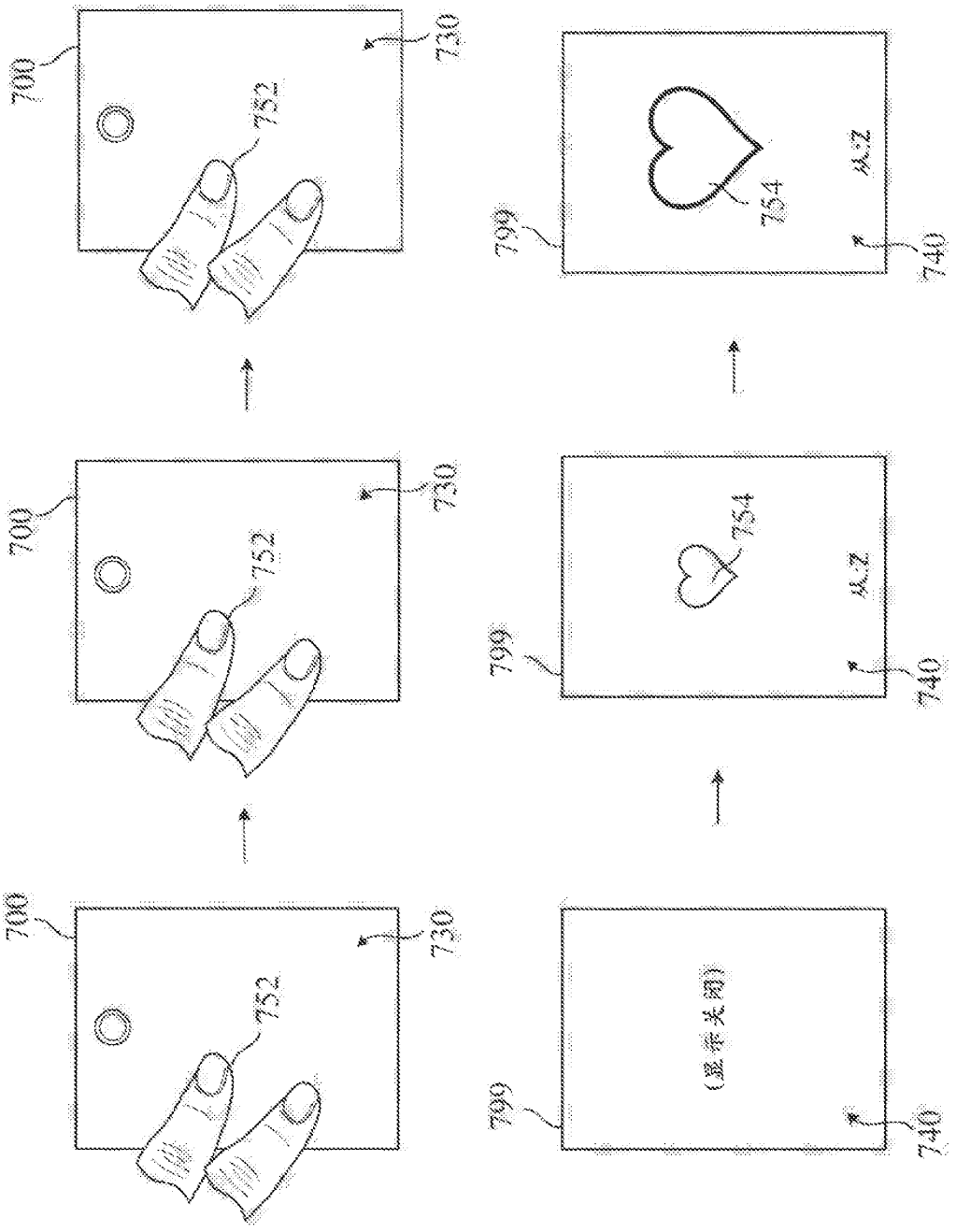


图 7C

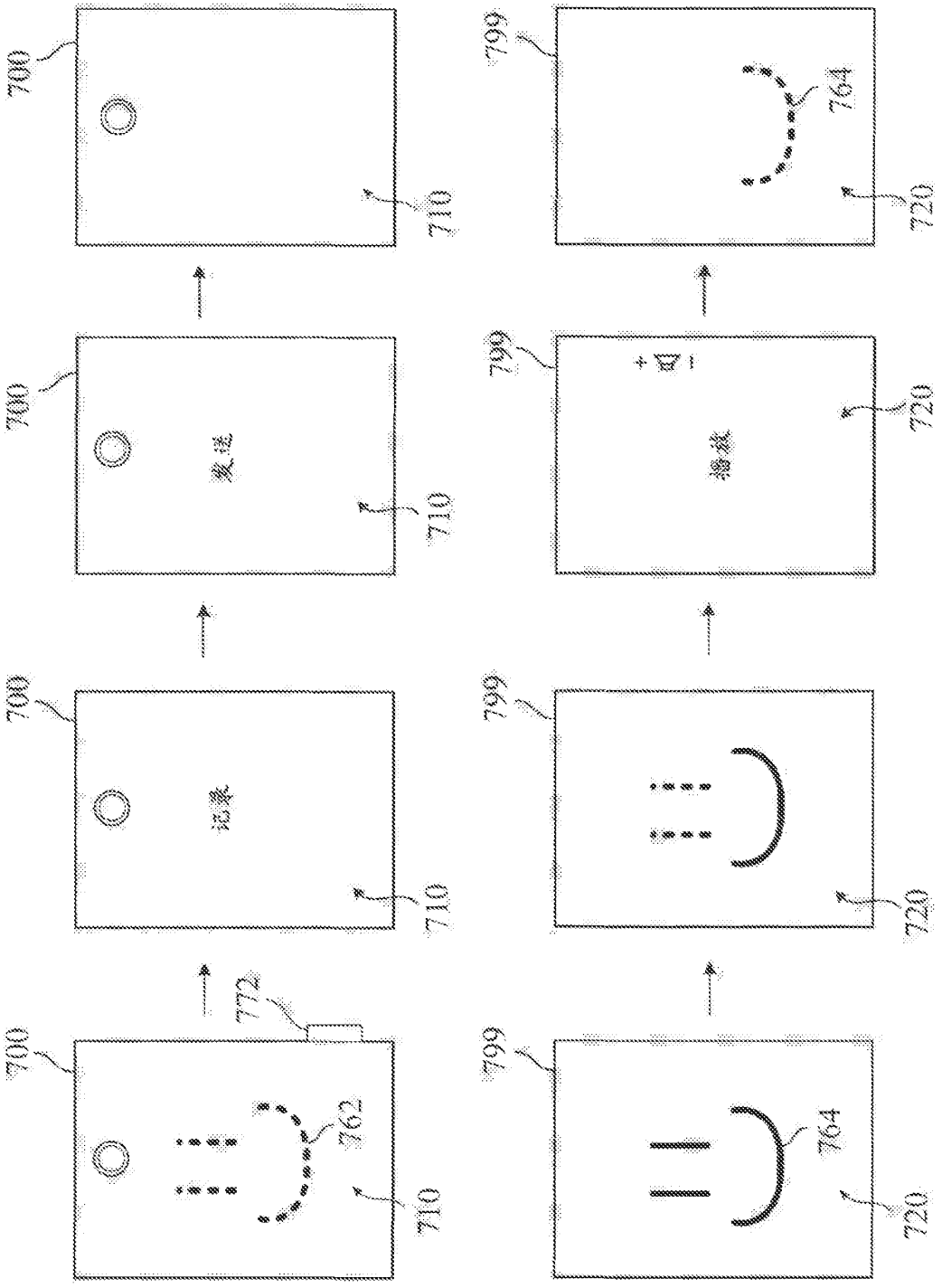

700
710
762
772
记录
700
710
复述
700
710
700
710
799
720
764
799
720
+ 1
799
720
799
720
764

图 7D

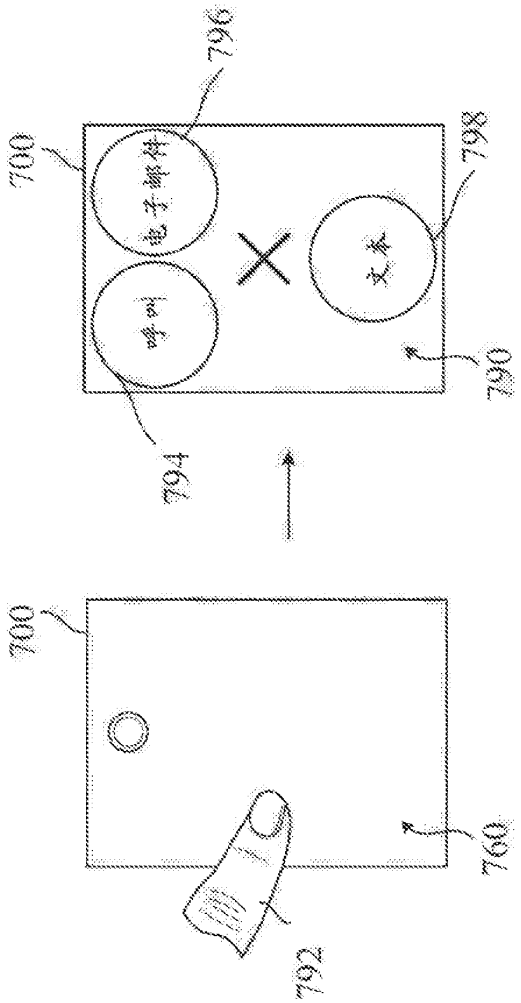


图 7E

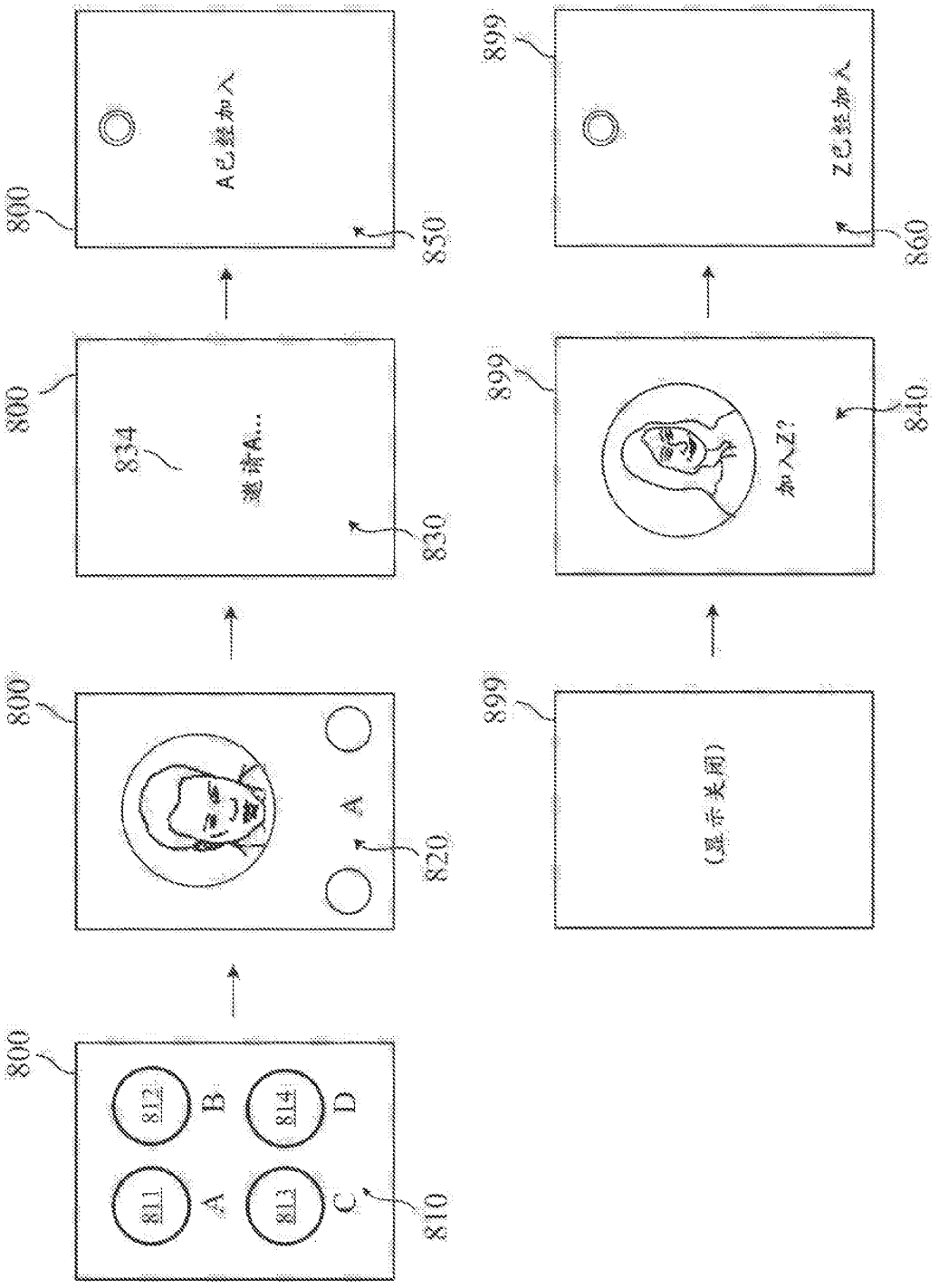

800
812
B
814
D
811
A
813
C
810
800
A
820
800
834
邀请A...
830
800
A已经加入
850
899
(暂停关闭)
899
加入Z?
840
899
Z已经加入
860

图 8

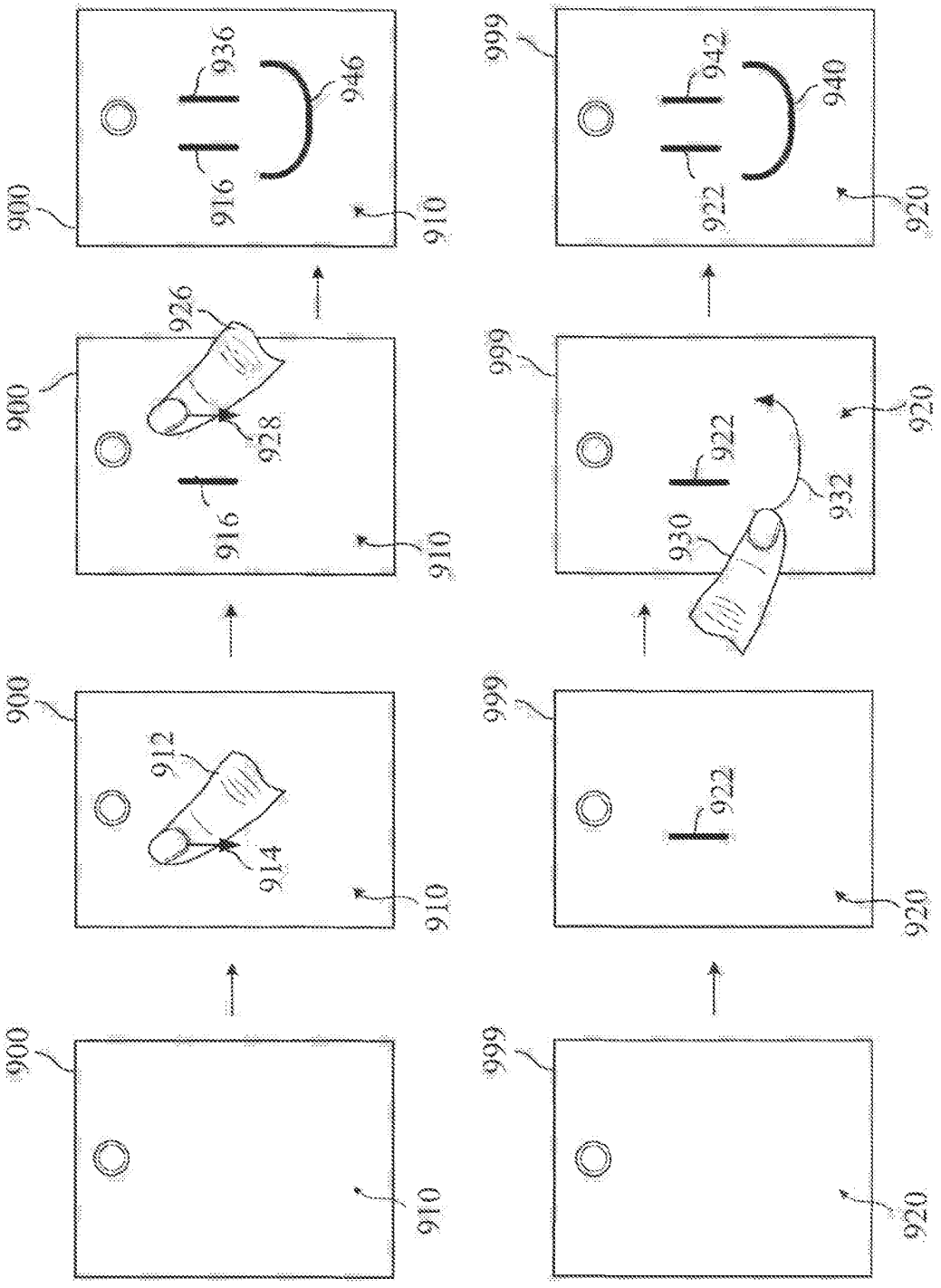


图 9A

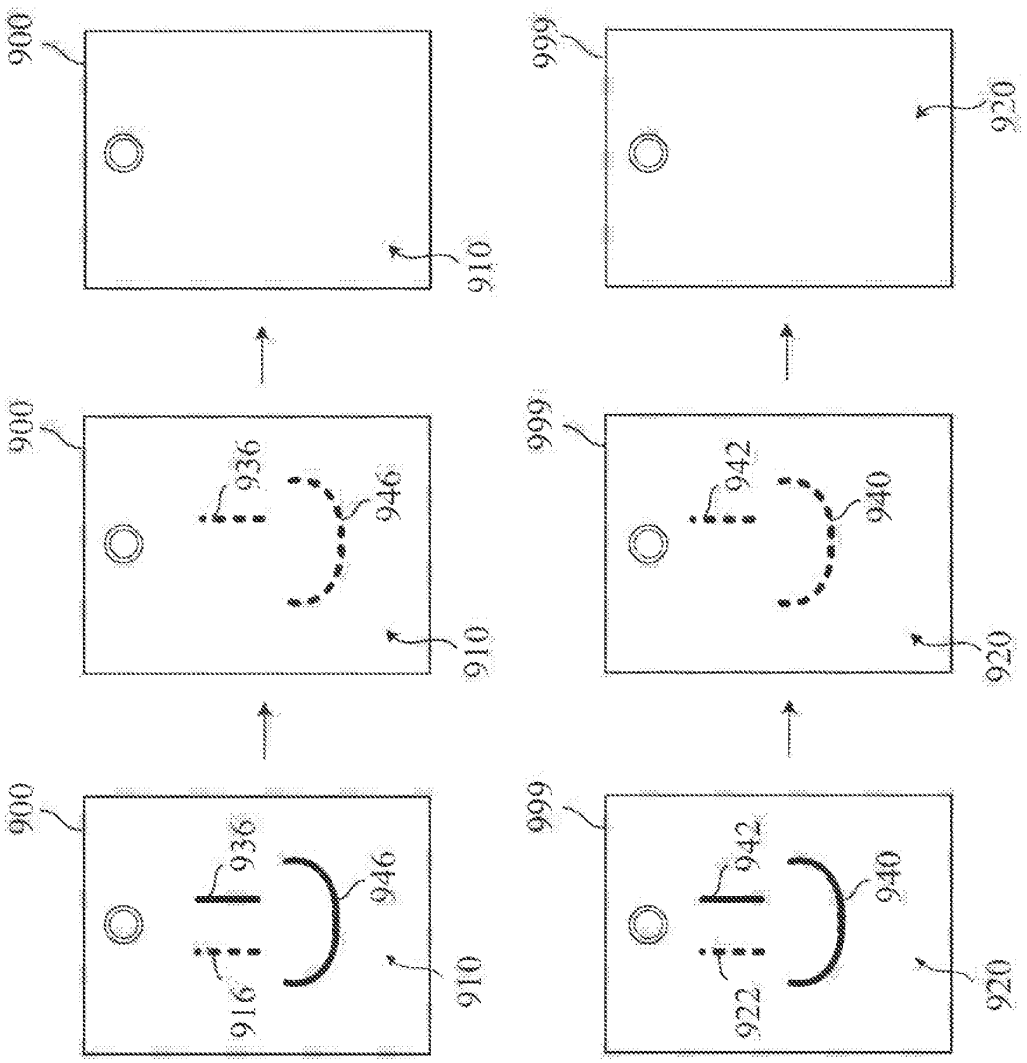

900
910
936
946
916
900
910
936
946
900
910
966
920
942
940
922
966
920
942
940
966
920

图 9B

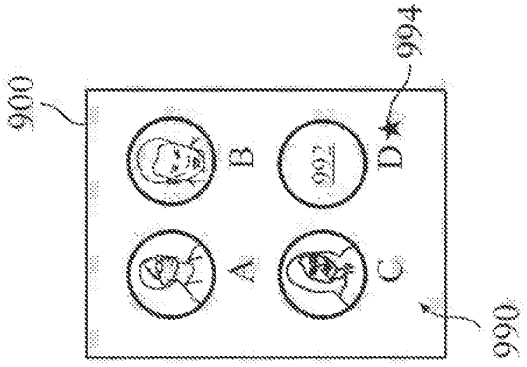


图 9C

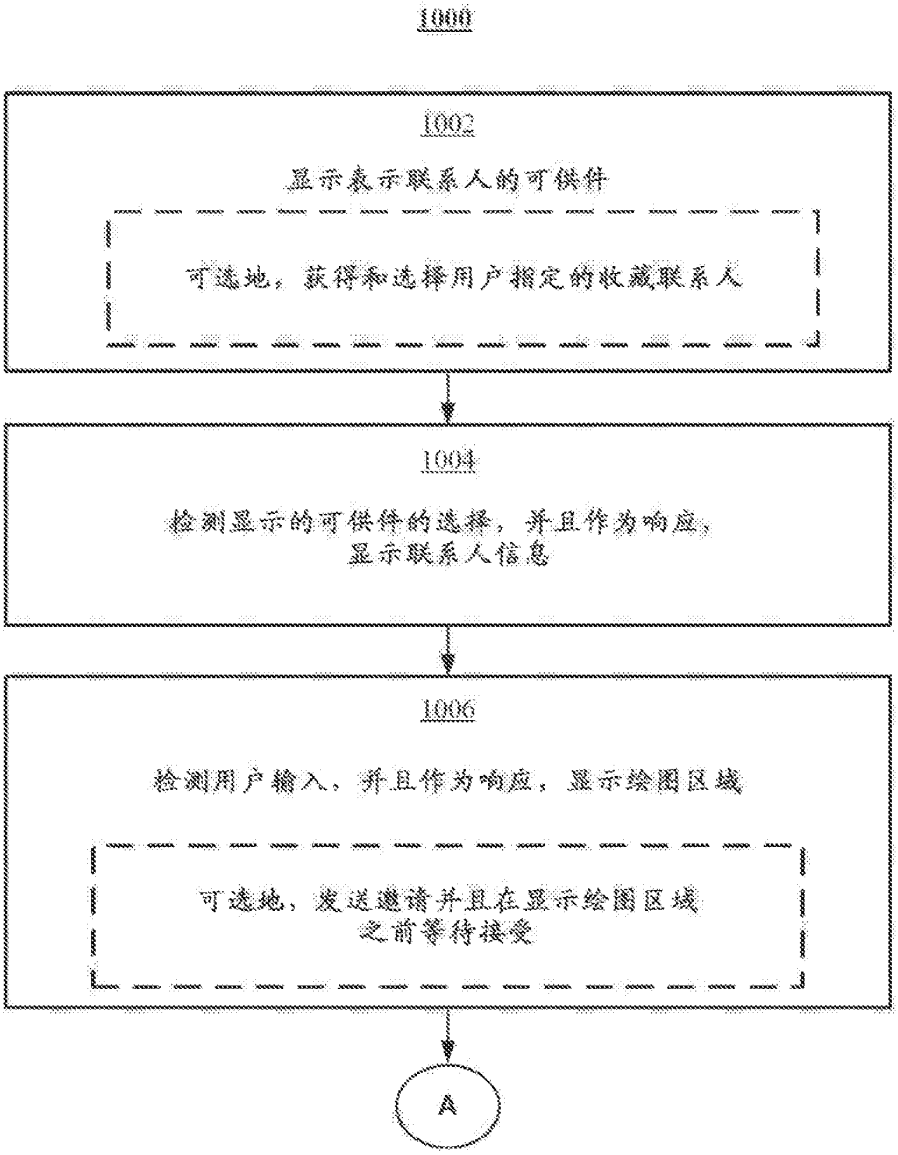

1000
1002
显示表示联系人的可供件
可选地，获得和选择用户指定的收藏联系人
1004
检测显示的可供件的选择，并且作为响应，
显示联系人信息
1006
检测用户输入，并且作为响应，显示绘图区域
可选地，发送邀请并且在显示绘图区域
之前等待接受
A

图 10A

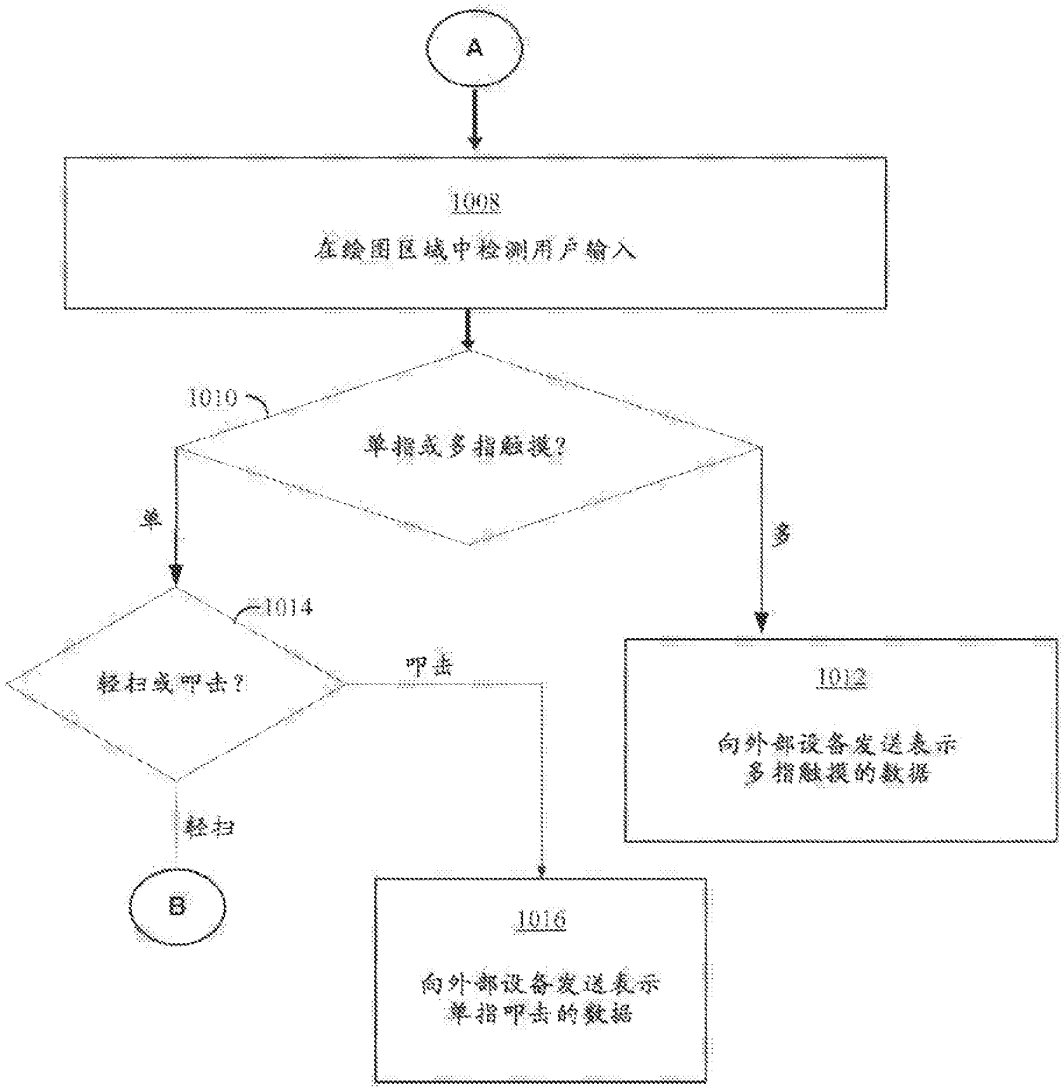

A
1008
在绘图区域中检测用户输入
1010
单指或多指触摸?
单
多
1014
轻扫或呼击?
呼击
轻扫
B
1012
向外部设备发送表示
多指触摸的数据
1016
向外部设备发送表示
单指呼击的数据

图 10B

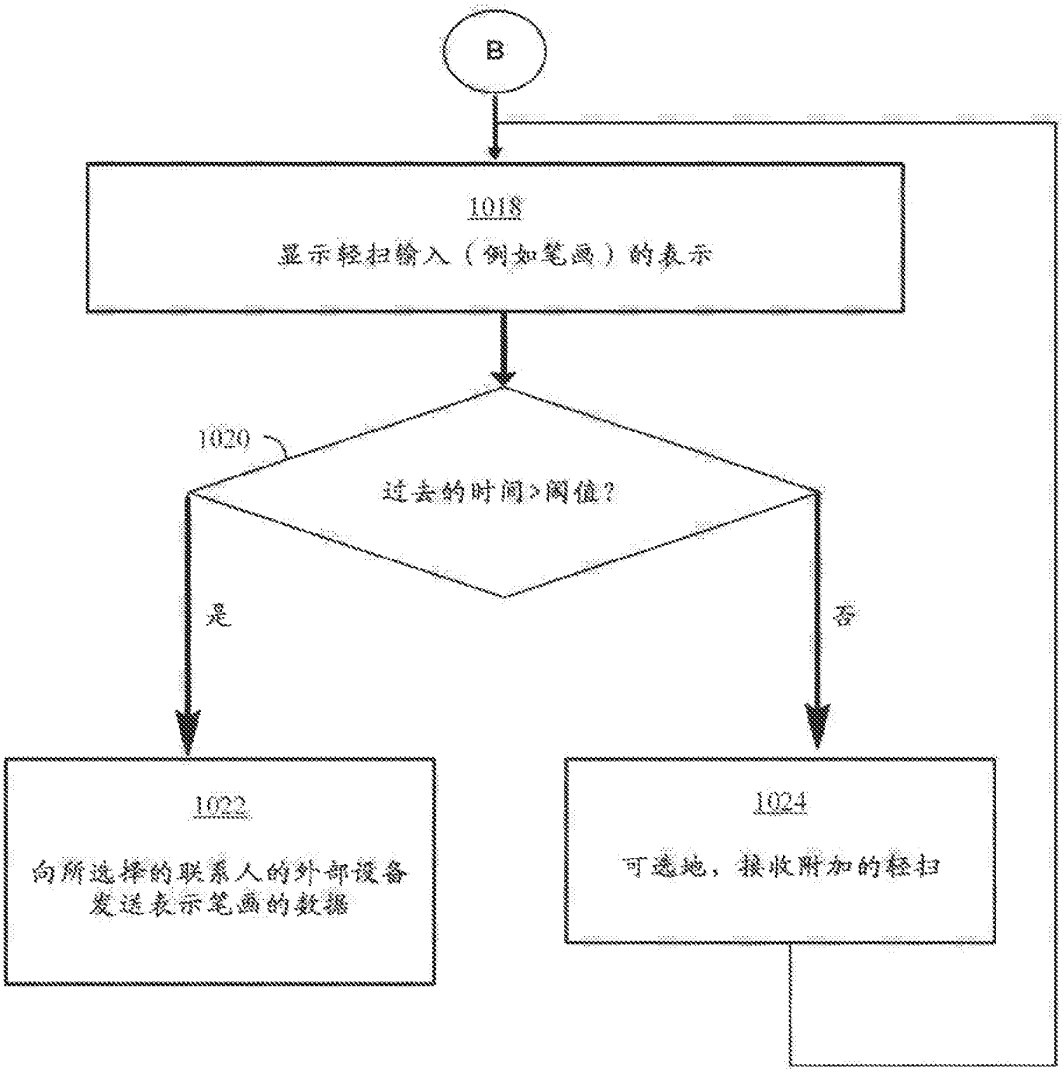

B
1018
显示轻扫输入（例如笔画）的表示
1020
过去的时间>阈值?
是
否
1022
向所选择的联系人的外部设备发送表示笔画的数据
1024
可选地，接收附加的轻扫

图 10C

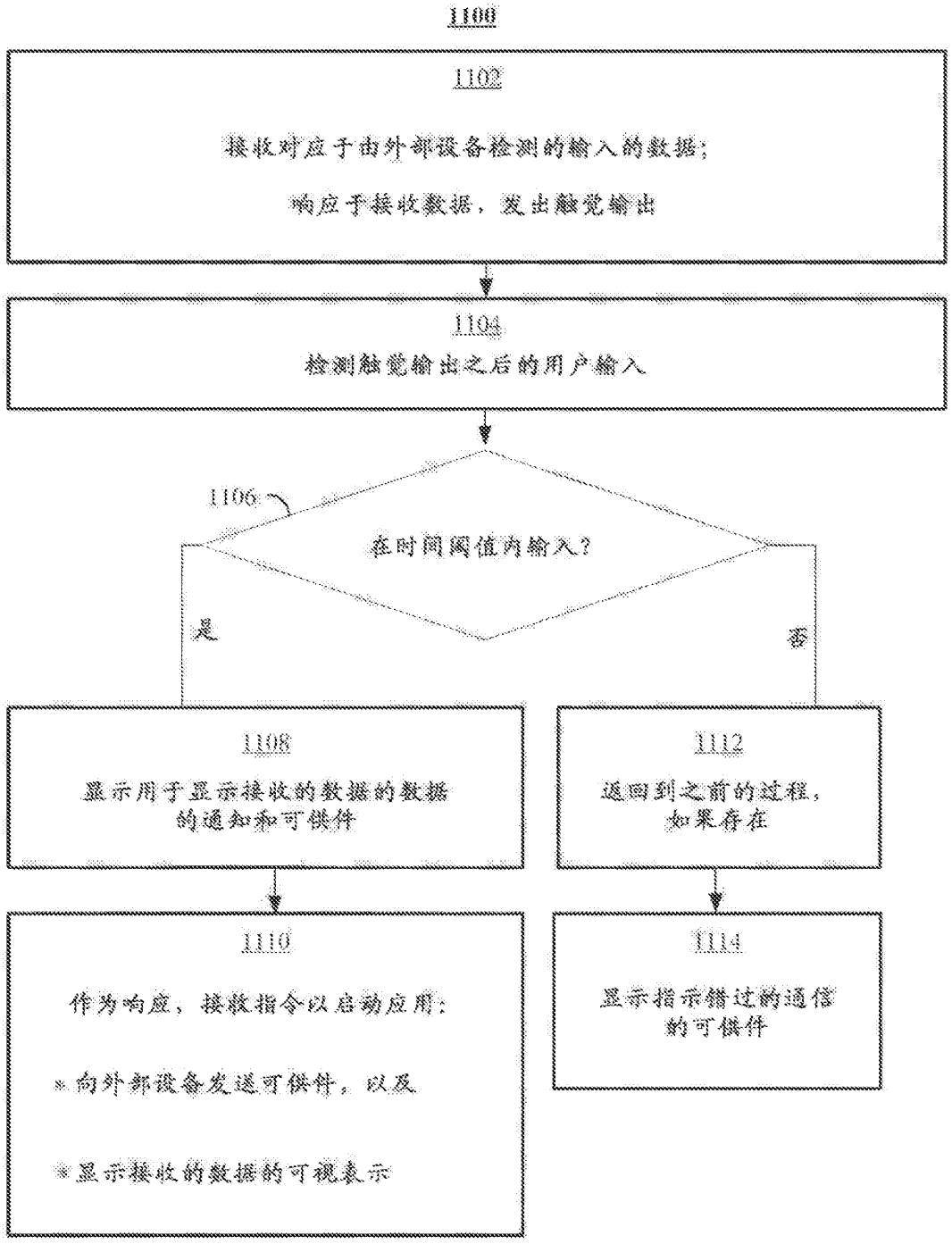

1100
1102
接收对应于由外部设备检测的输入的数据；
响应于接收数据，发出触觉输出
1104
检测触觉输出之后的用户输入
1106
在时间阈值内输入？
是
否
1108
显示用于显示接收的数据的数据的通知和可供件
1112
返回到之前的过程，如果存在
1110
作为响应，接收指令以启动应用：
向外部设备发送可供件，以及
显示接收的数据的可视表示
1114
显示指示错过的通信的可供件

图 11

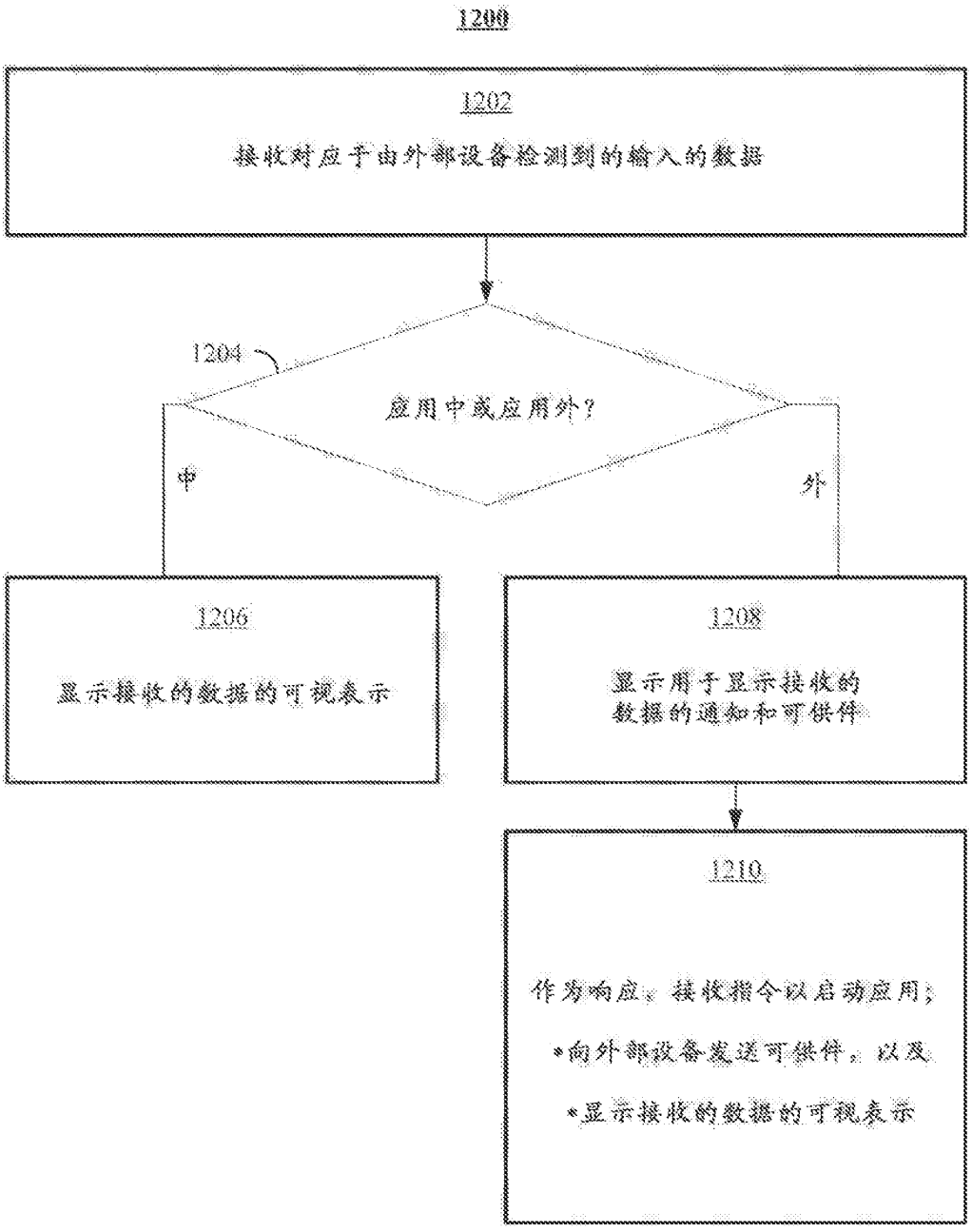

1200
1202
接收对应于由外部设备检测到的输入的数据
1204
应用中或应用外？
中
外
1206
显示接收的数据的可视表示
1208
显示用于显示接收的数据的通知和可供件
1210
作为响应，接收指令以启动应用；
*向外部设备发送可供件，以及
*显示接收的数据的可视表示

图 12

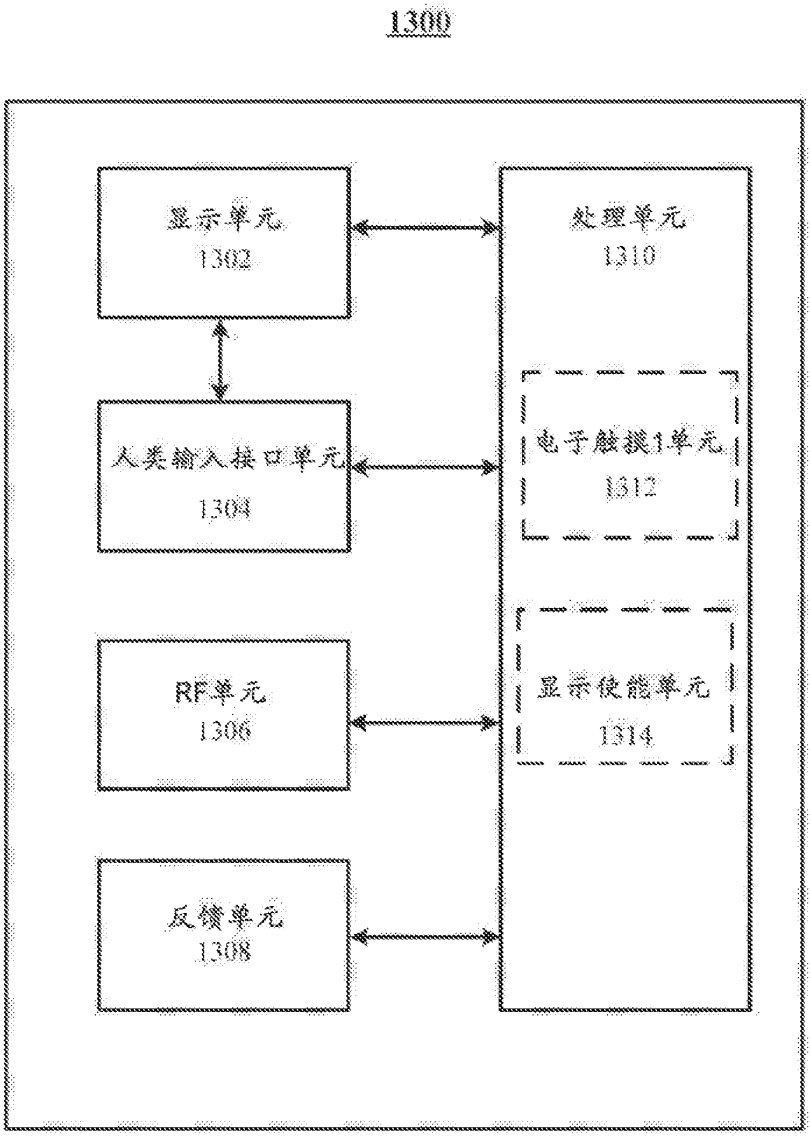

1300
显示单元
1302
处理单元
1310
人类输入接口单元
1304
电子触摸1单元
1312
RF单元
1306
显示使能单元
1314
反馈单元
1308

图 13

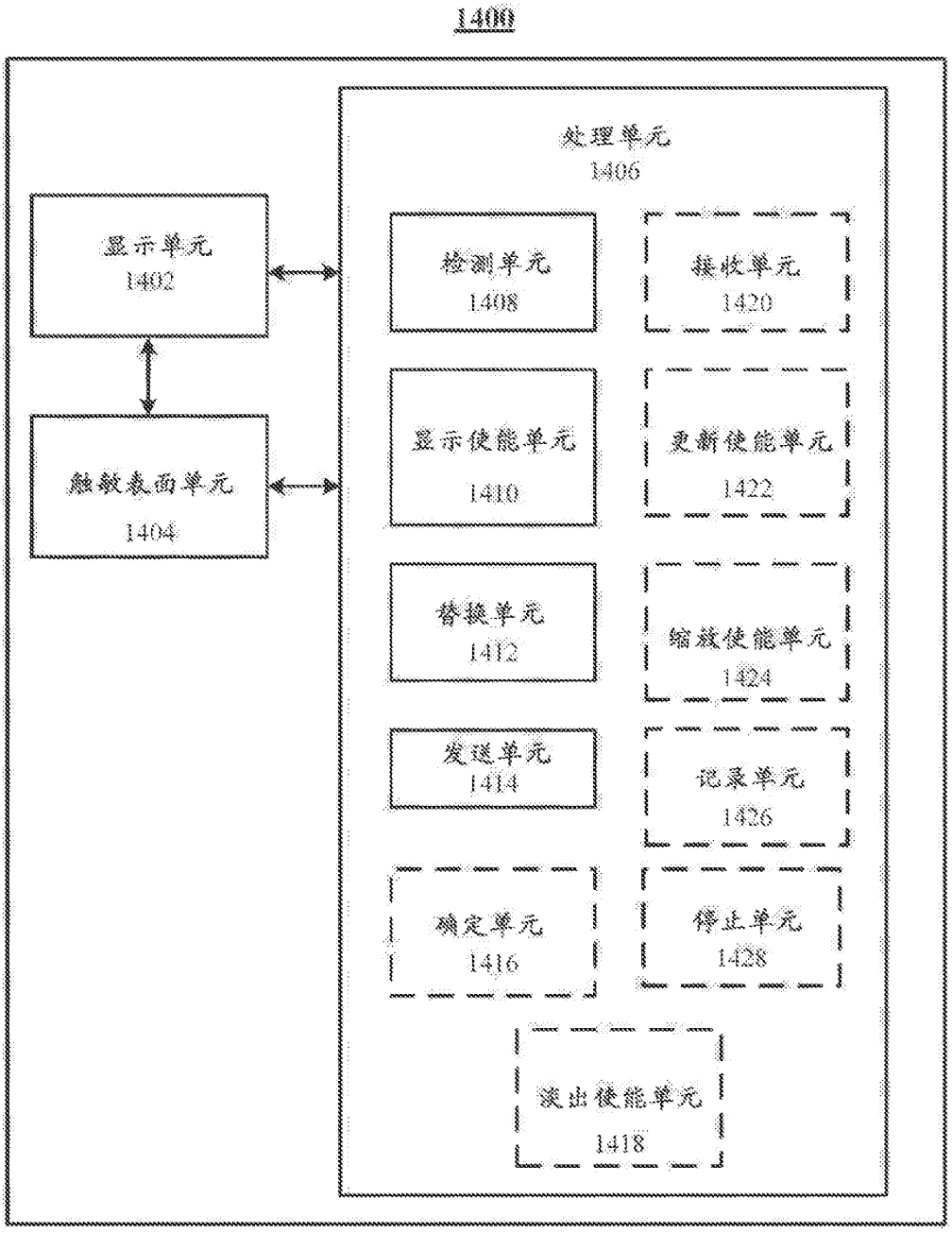

1400
处理单元
1406
显示单元
1402
触敏表面单元
1404
检测单元
1408
显示使能单元
1410
替换单元
1412
发送单元
1414
确定单元
1416
接收单元
1420
更新使能单元
1422
缩放使能单元
1424
记录单元
1426
停止单元
1428
读出使能单元
1418

图 14

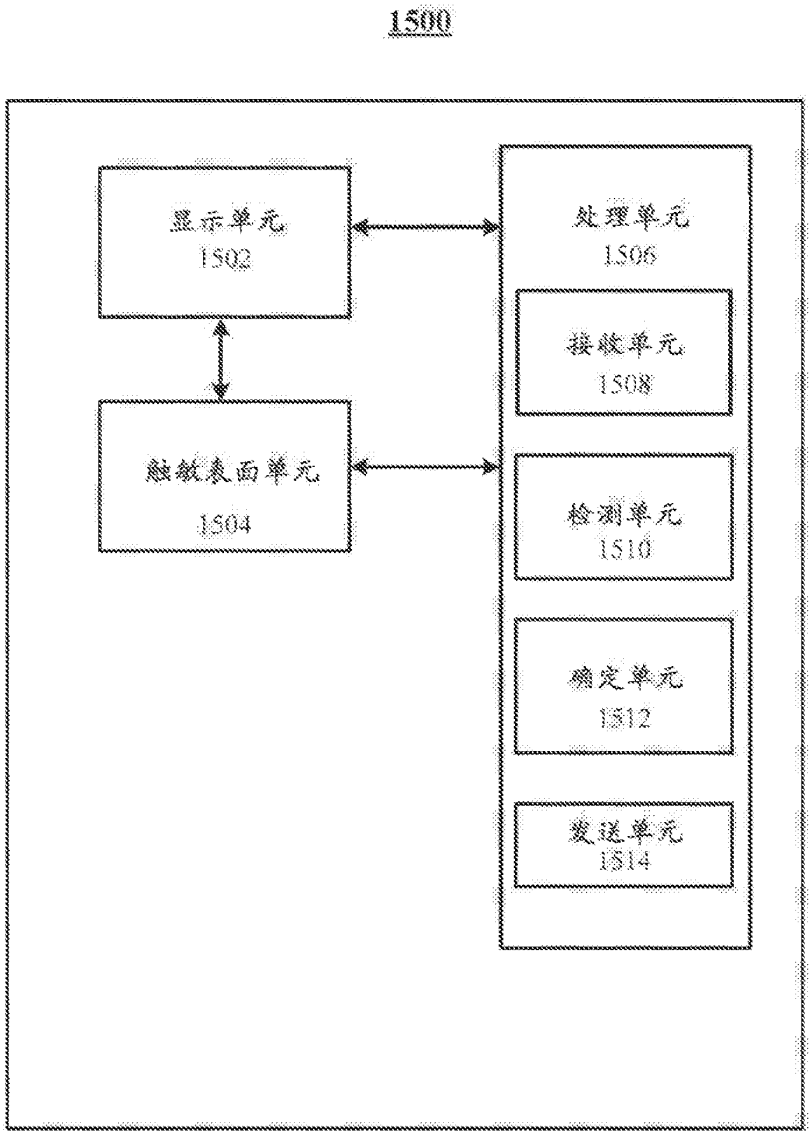

1500
显示单元
1502
触敏表面单元
1504
处理单元
1506
接收单元
1508
检测单元
1510
确定单元
1512
发送单元
1514

图 15

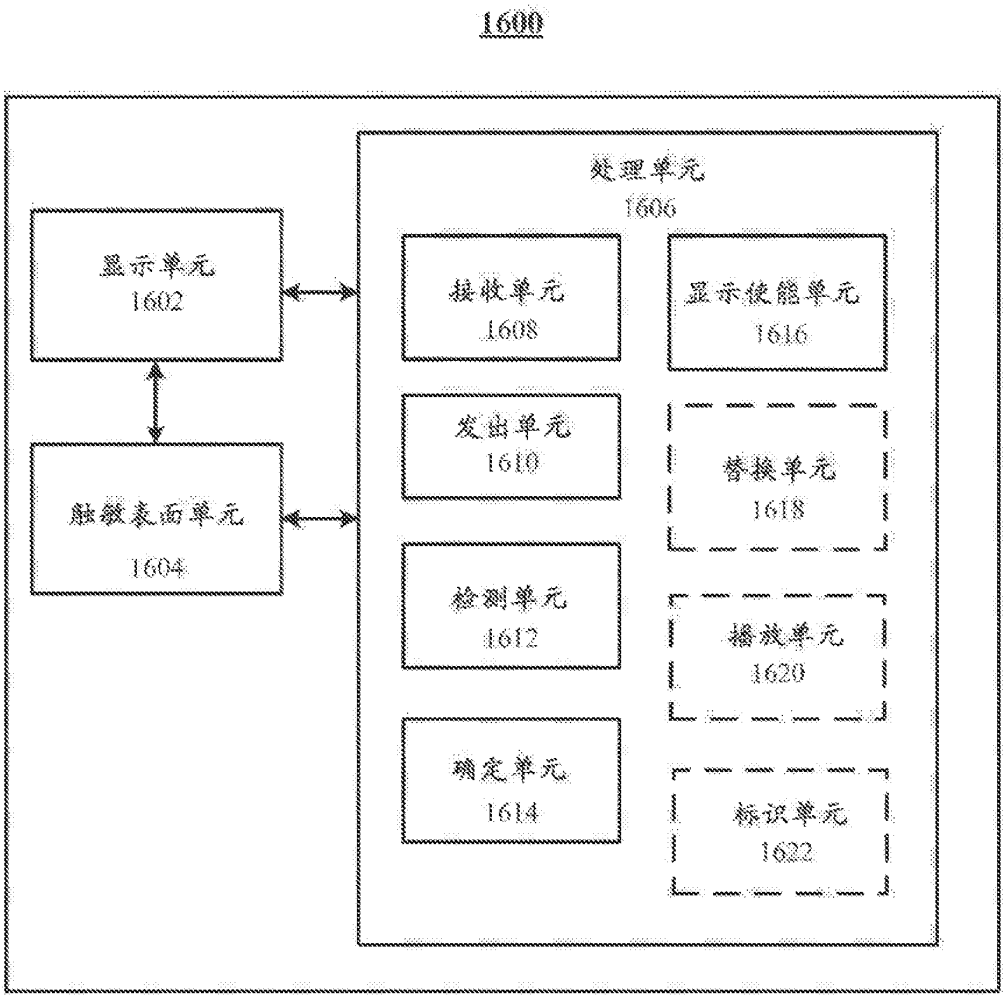

1600
处理单元
1606
显示单元
1602
触敏表面单元
1604
接收单元
1608
显示使能单元
1616
发出单元
1610
替换单元
1618
检测单元
1612
播放单元
1620
确定单元
1614
标识单元
1622

图 16

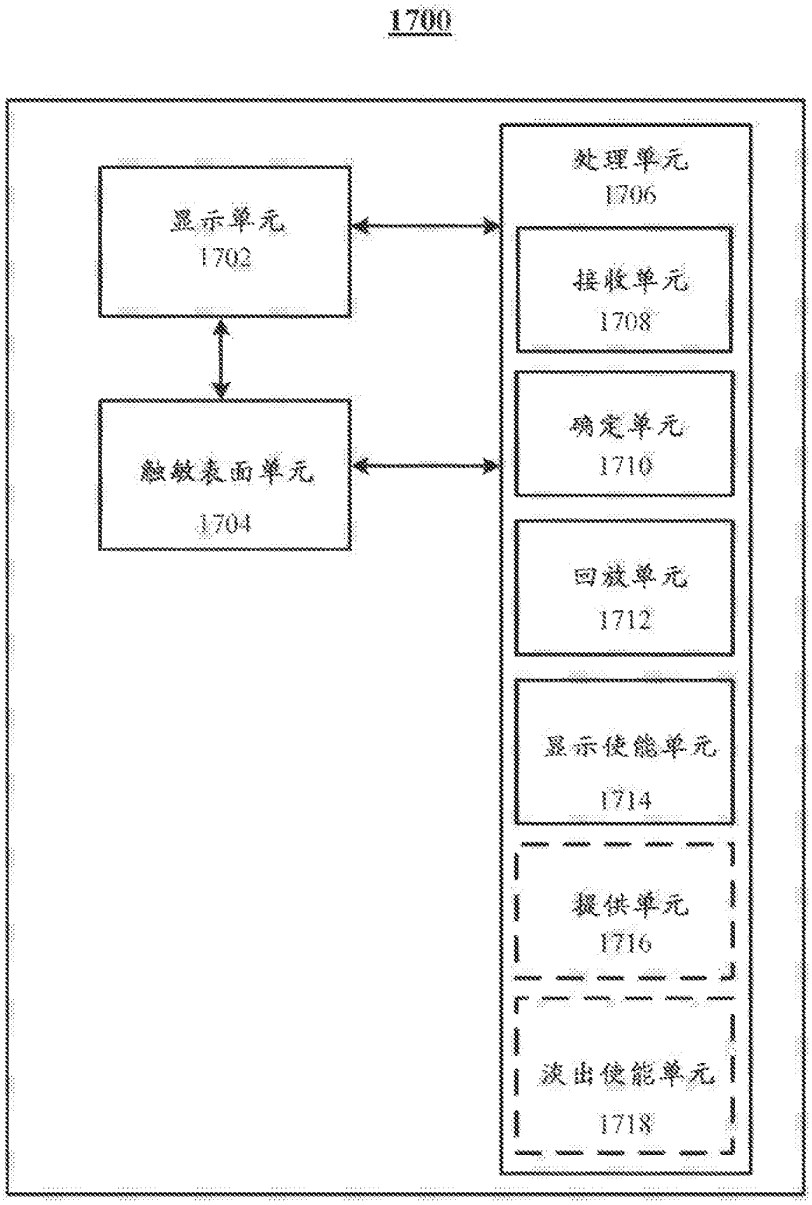

1700
处理单元
1706
显示单元
1702
接收单元
1708
确定单元
1710
触敏表面单元
1704
回放单元
1712
显示使能单元
1714
提供单元
1716
波出使能单元
1718

图 17

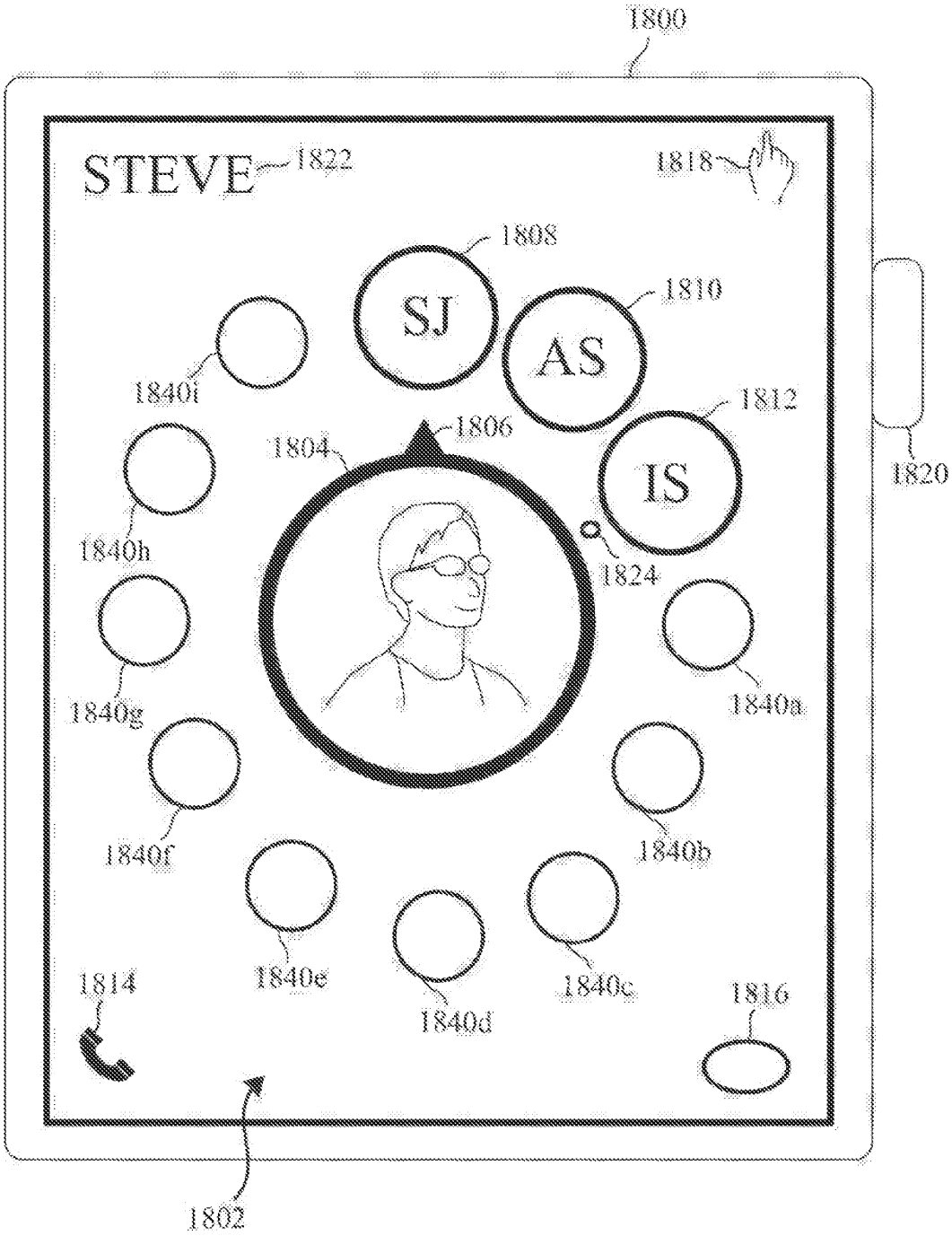

1800
STEVE
1822
1818
1808
SJ
1810
AS
1812
IS
1806
1804
1840i
1840h
1824
1820
1840g
1840a
1840f
1840b
1840e
1840d
1840c
1814
1816
1802

图 18A

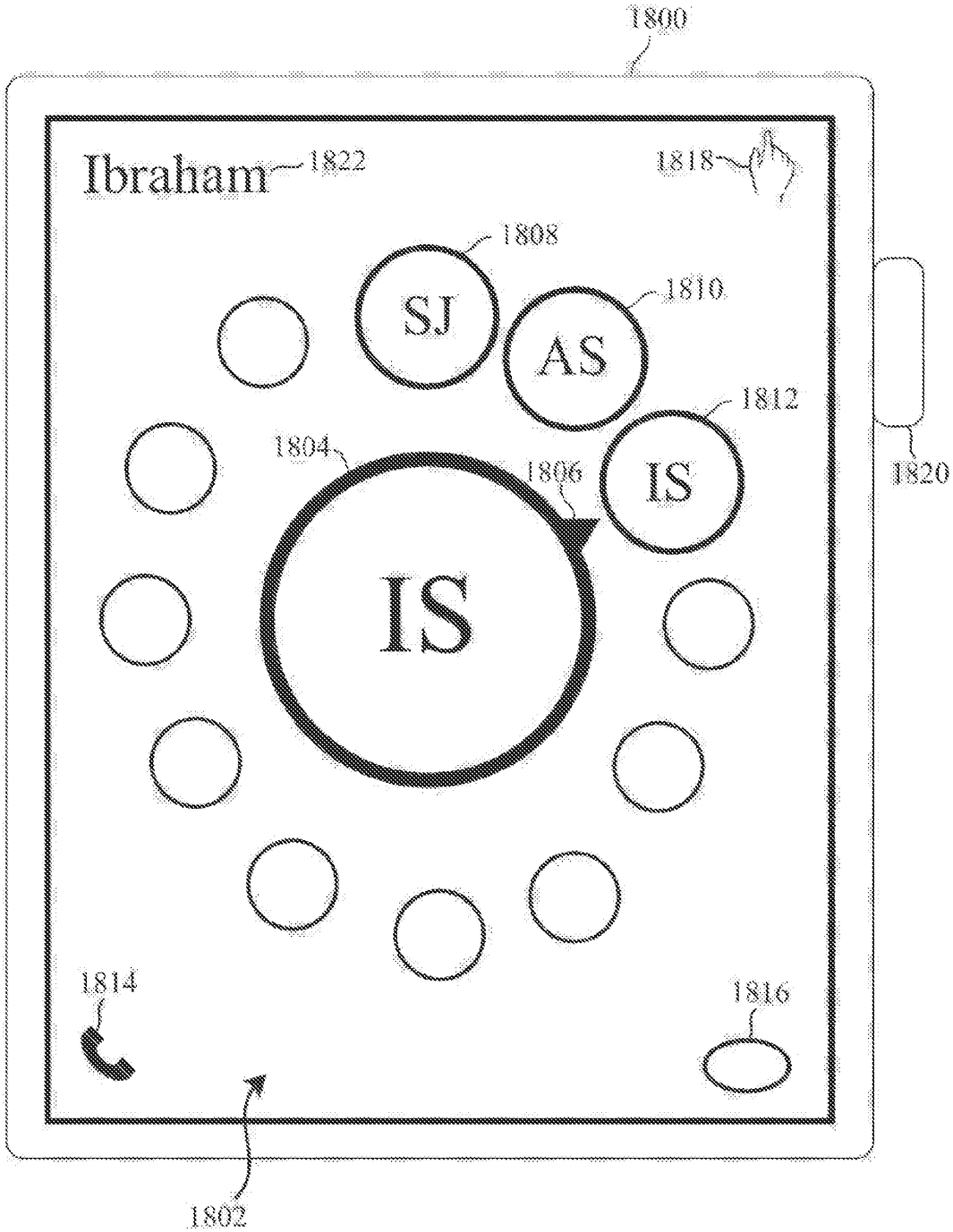

1800
Ibraham
1822
1818
1808
SJ
1810
AS
1812
IS
1804
1806
IS
1820
1814
1816
1802

图 18B

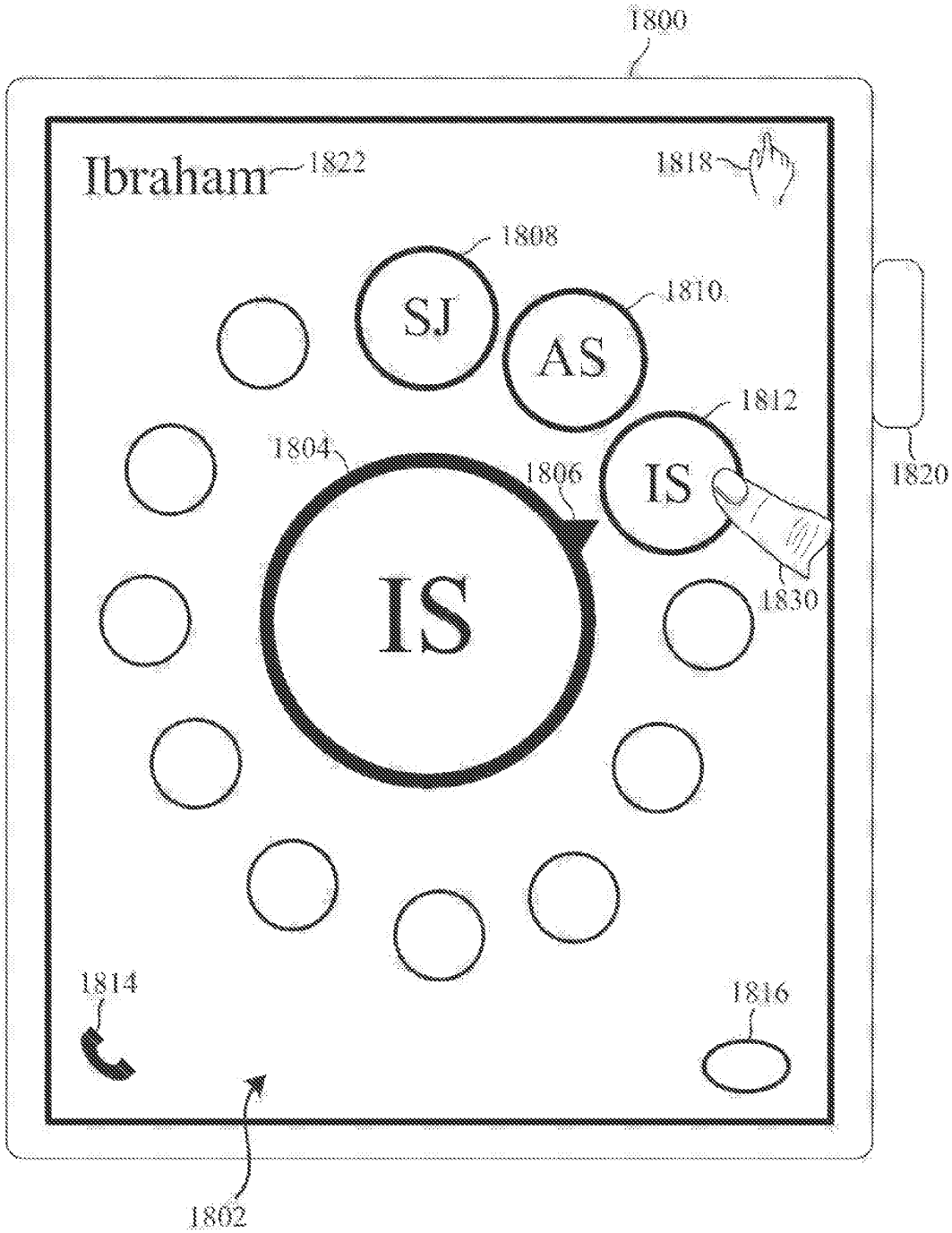

1800
Ibraham
1822
1818
1808
SJ
1810
AS
1812
1804
1806
IS
1820
IS
1830
1814
1816
1802

图 18C

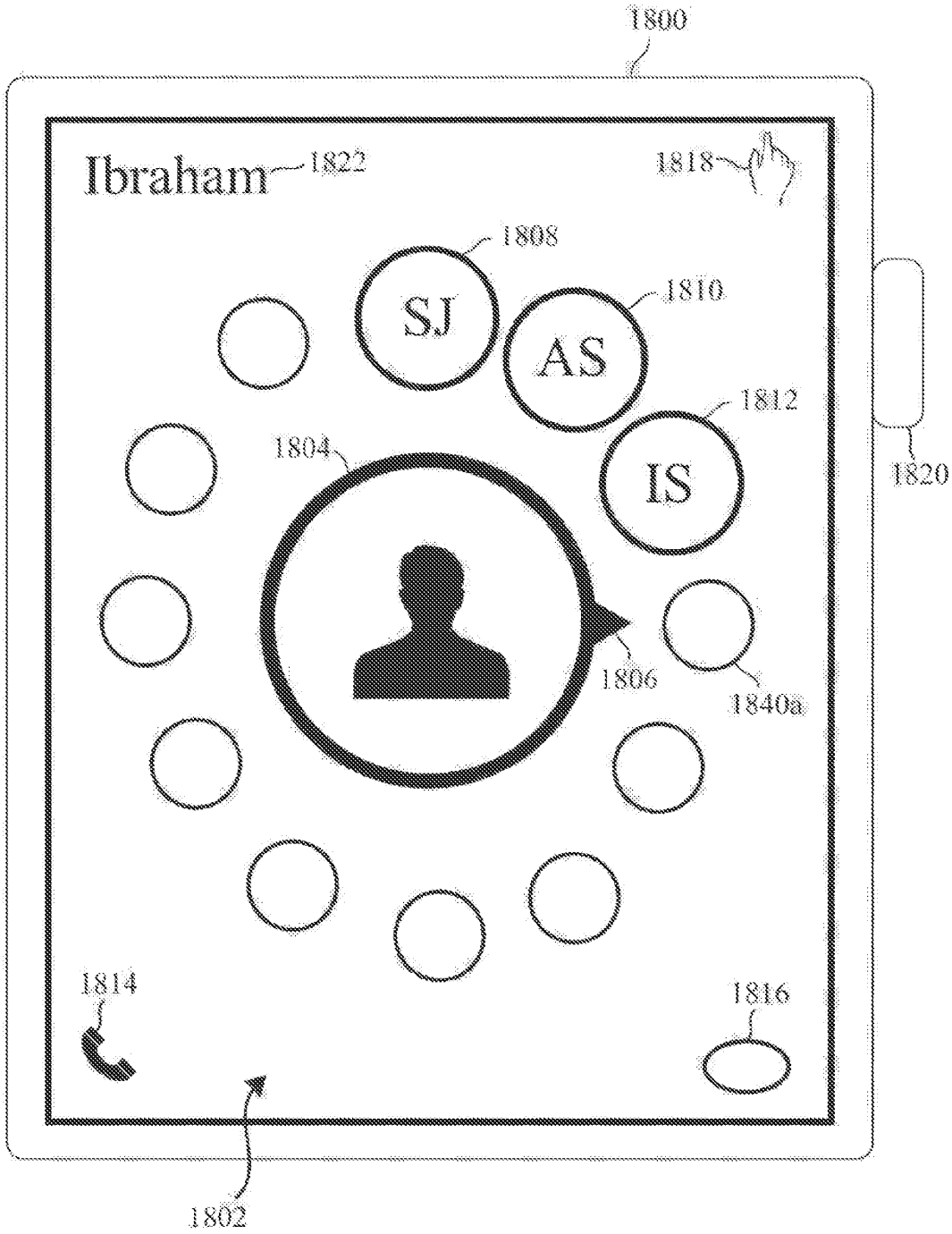

1800
Ibraham
1822
1818
1808
SJ
1810
AS
1812
IS
1804
1806
1840a
1820
1814
1816
1802

图 18D

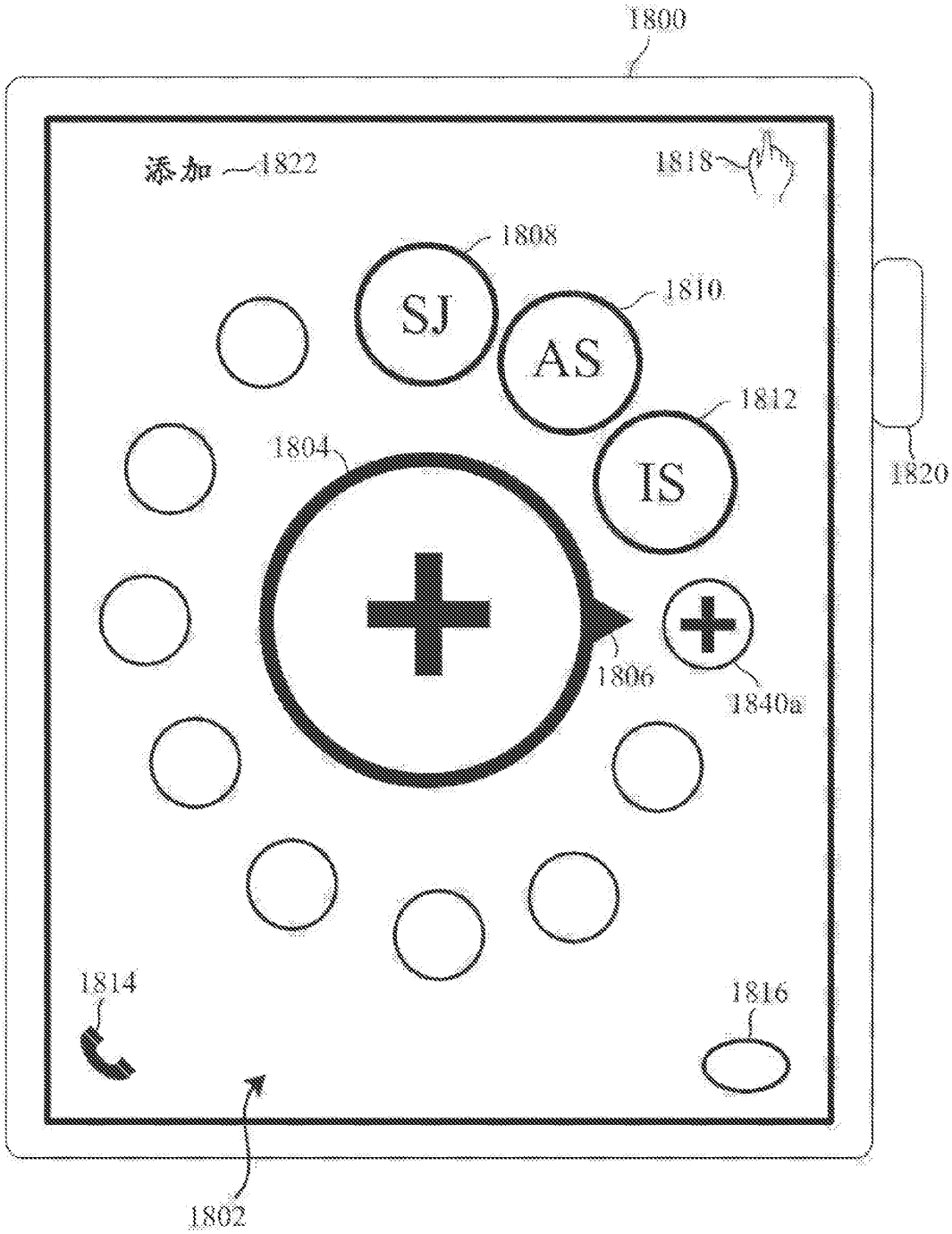

1800
添加
1822
1818
1808
SJ
1810
AS
1812
IS
1804
1806
1840a
1820
1814
1816
1802

图 18E

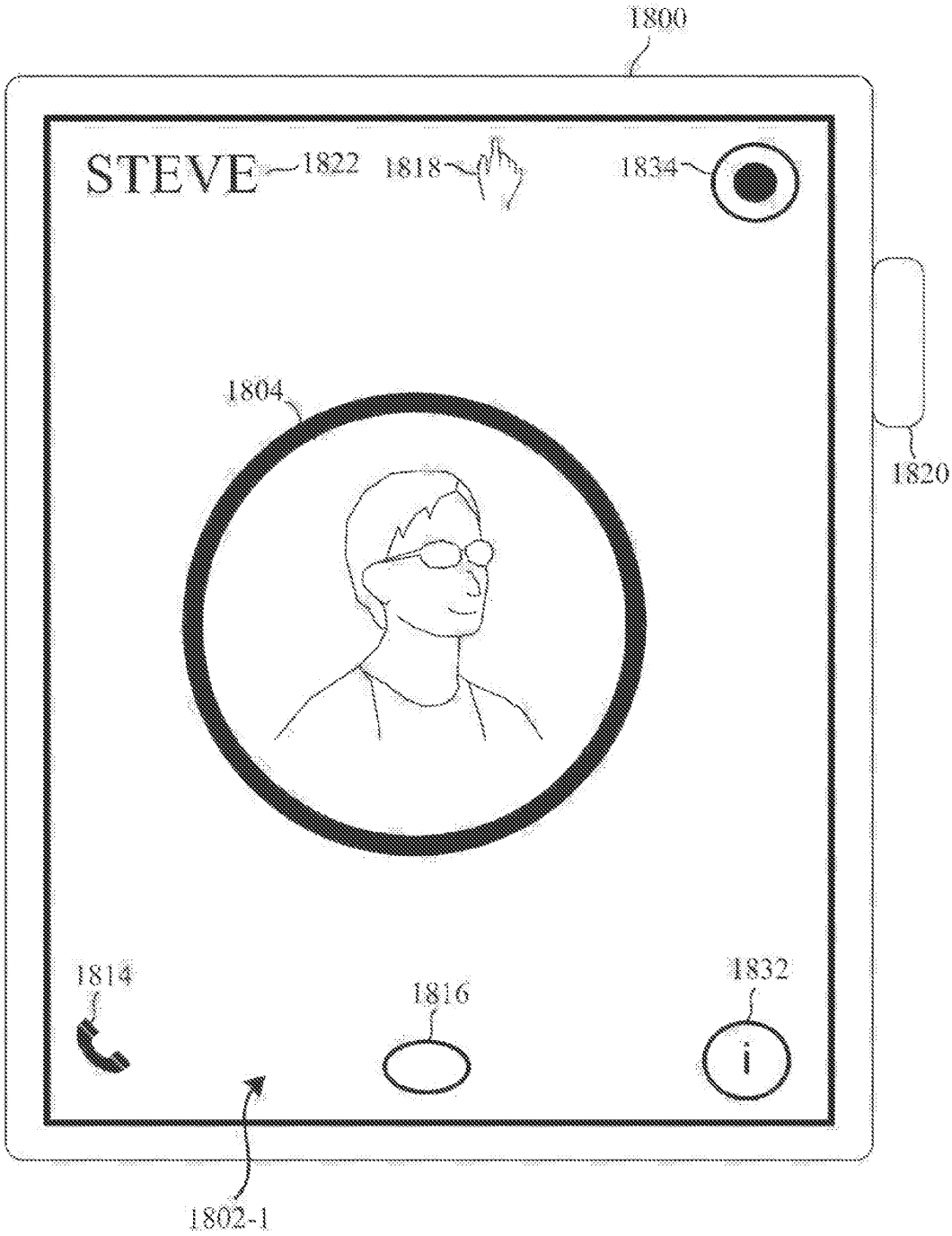


图 18F

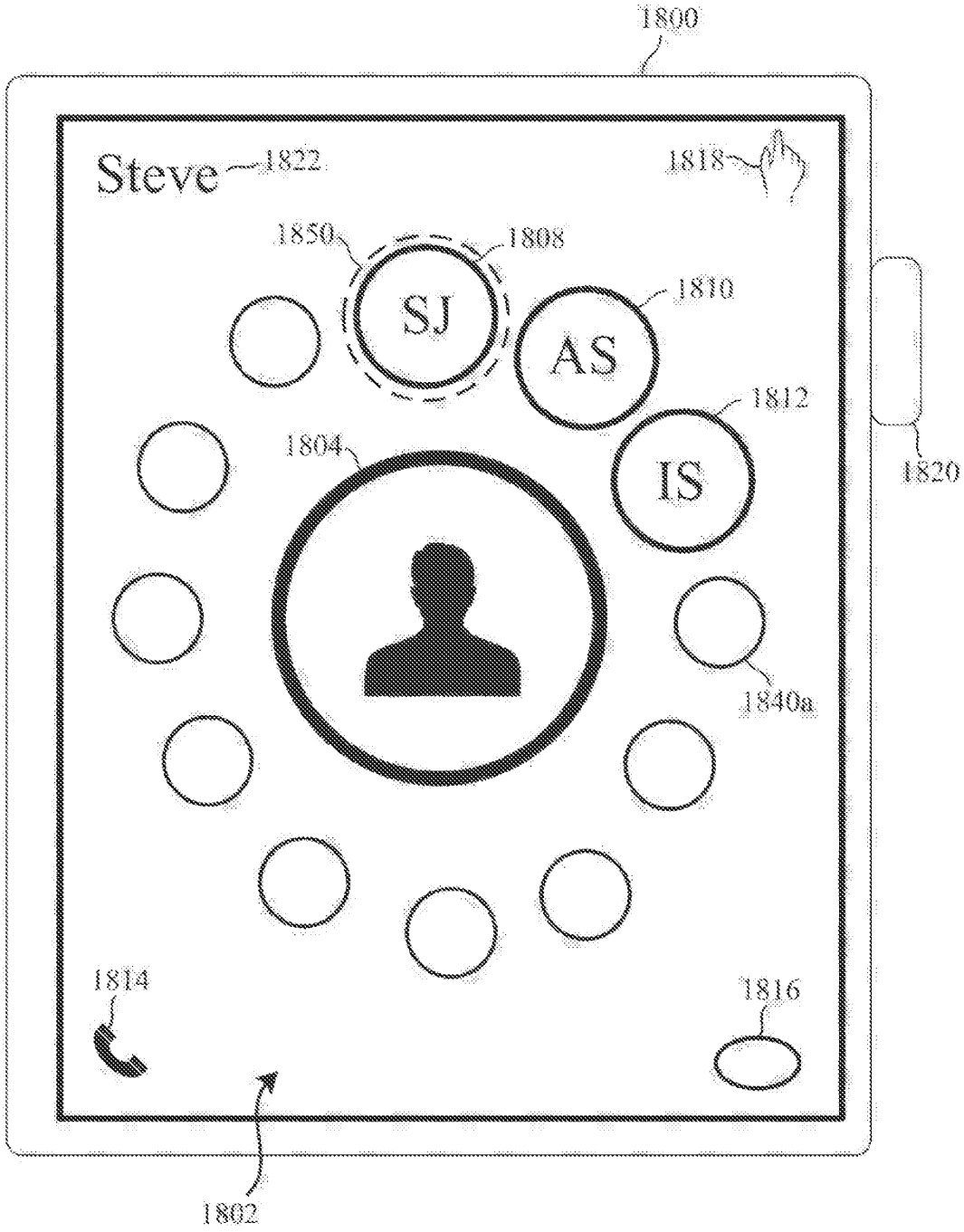

1800
Steve
1822
1818
1850
1808
SJ
1810
AS
1812
IS
1804
1820
1840a
1814
1816
1802

图 18G

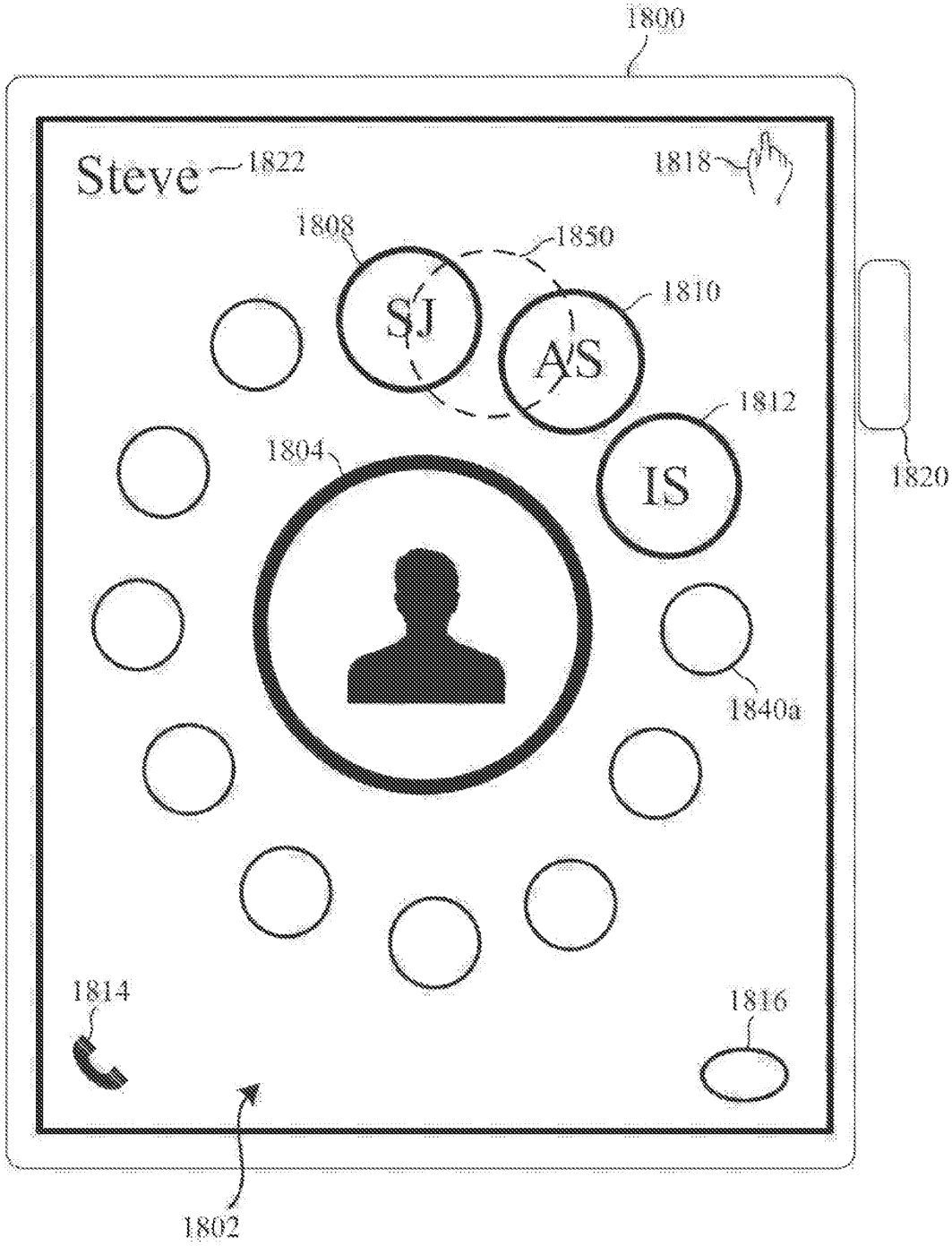

1800
Steve
1822
1818
1808
1850
SJ
1810
AS
1812
IS
1804
1820
1840a
1814
1816
1802

图 18B

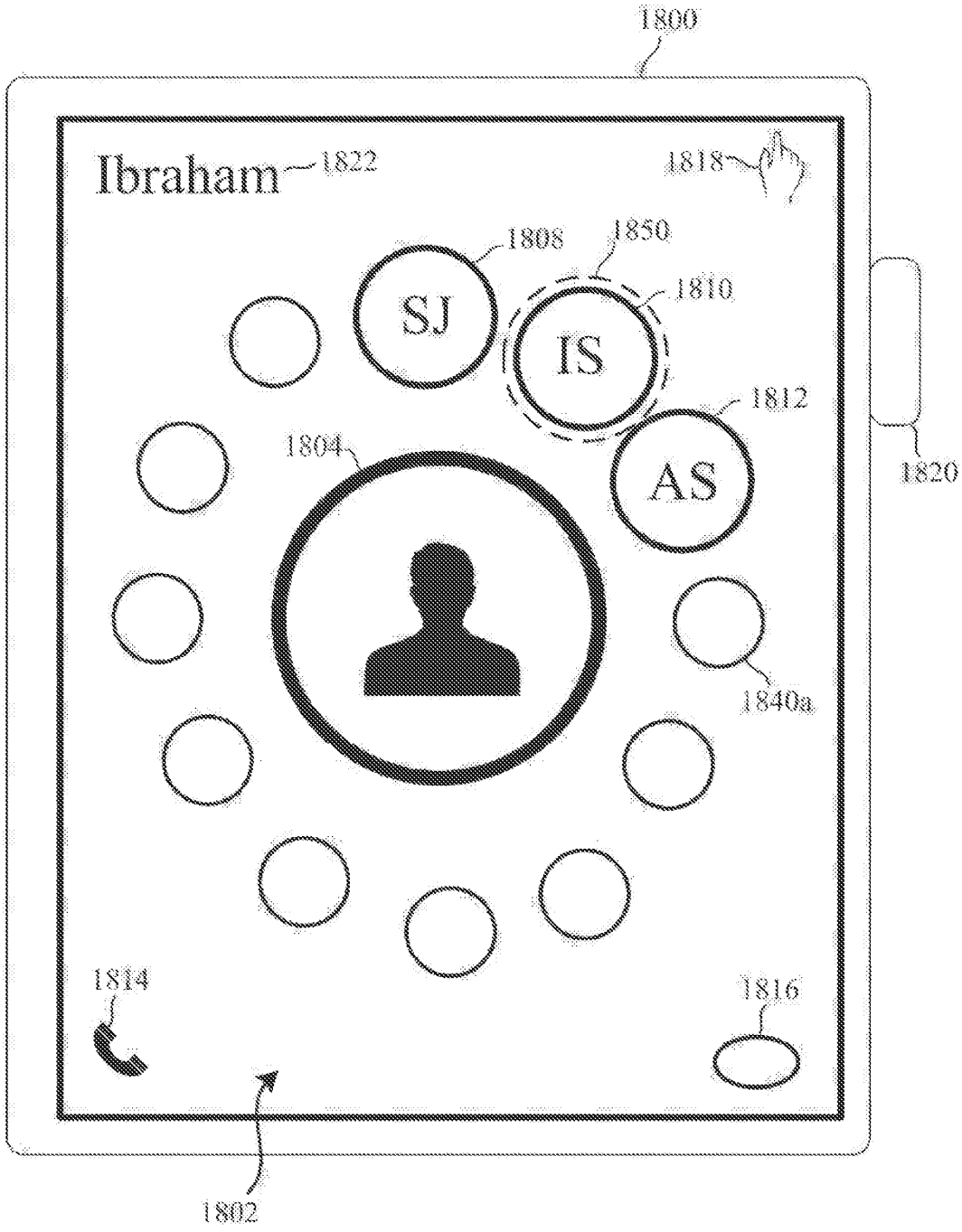

1800
Ibraham
1822
1818
1808
1850
1810
SJ
IS
1812
AS
1804
1820
1840a
1814
1816
1802

图 181

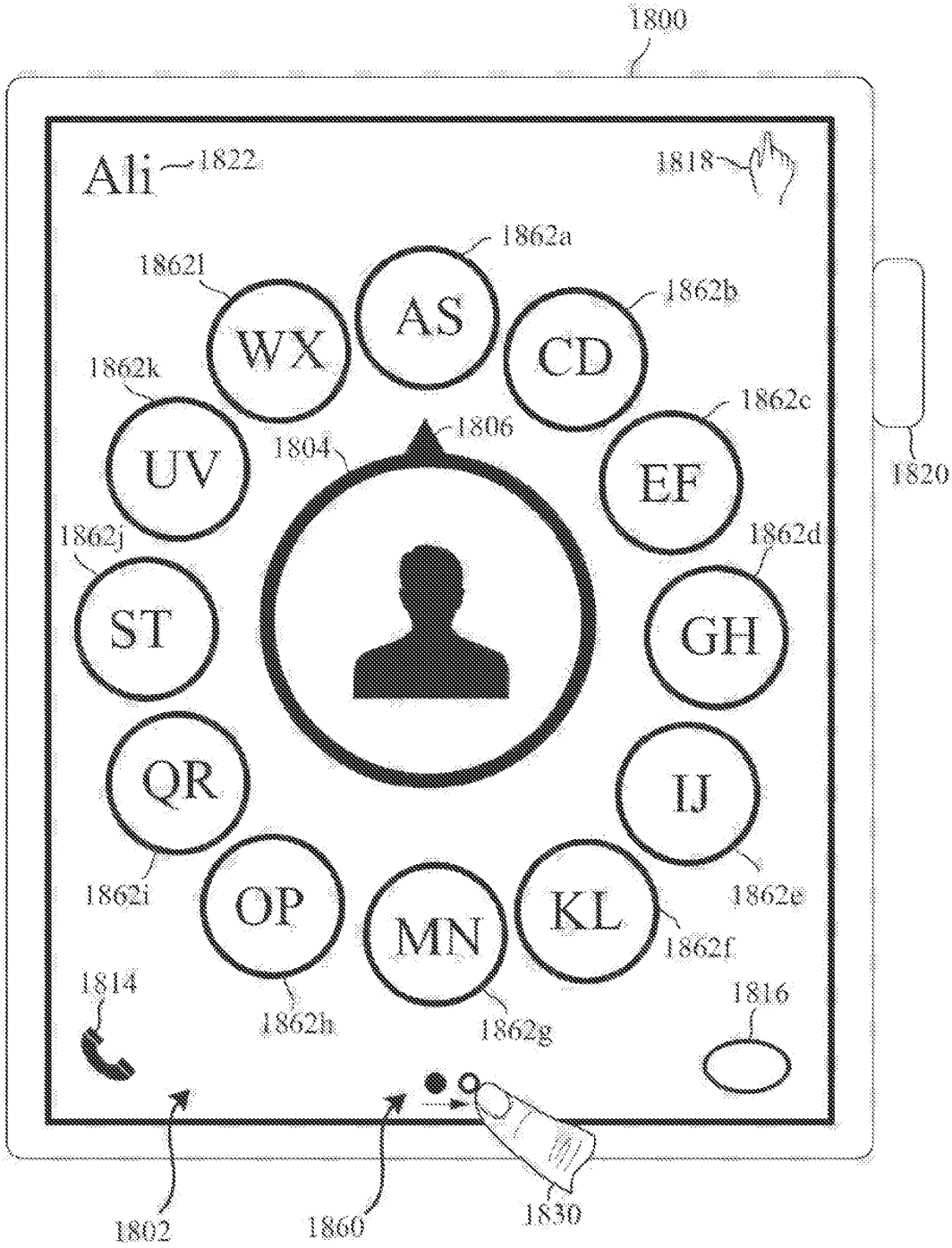

1800
Ali
1822
1818
1862a
1862l
AS
1862b
WX
CD
1862k
1862c
1806
1804
UV
EF
1820
1862j
1862d
ST
GH
QR
IJ
1862i
1862e
OP
MN
KL
1862f
1814
1816
1862h
1862g
1802
1860
1830

图 18J

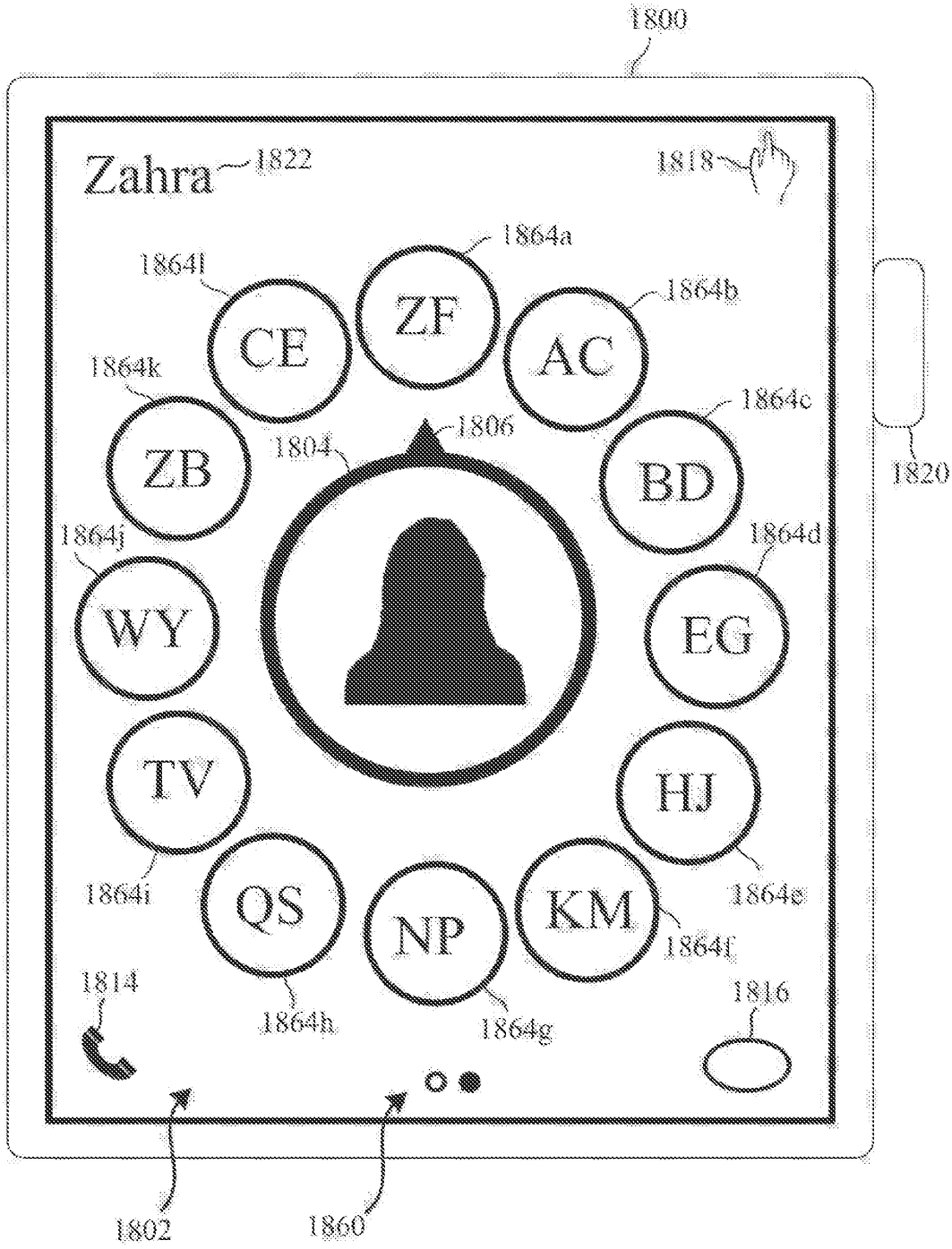

1800
Zahra
1822
1818
1864a
1864l
ZF
CE
AC
1864b
1864k
1864c
ZB
1804
1806
BD
1820
1864j
1864d
WY
EG
TV
HJ
1864i
1864e
QS
NP
KM
1864f
1814
1816
1864h
1864g
1802
1860

图 18K

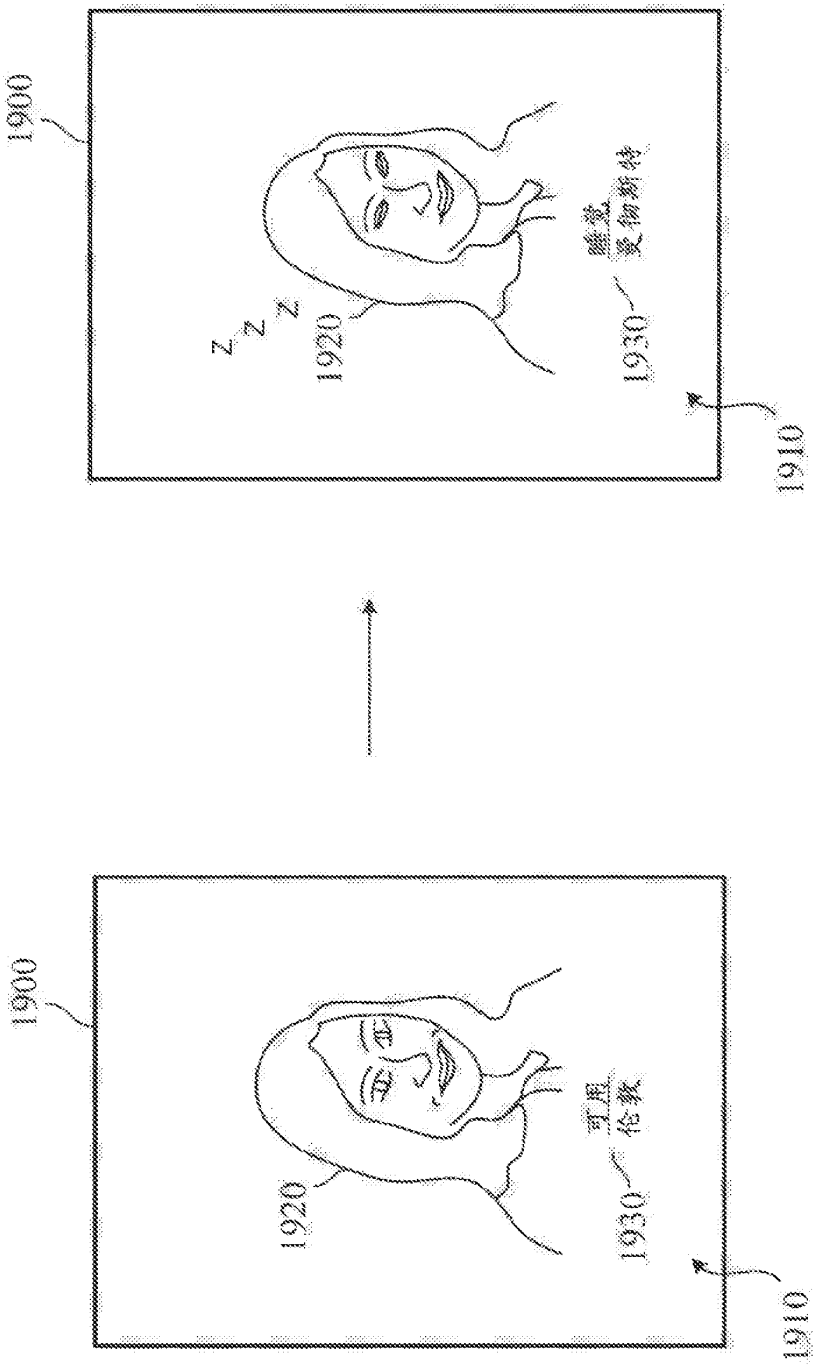


图 19A

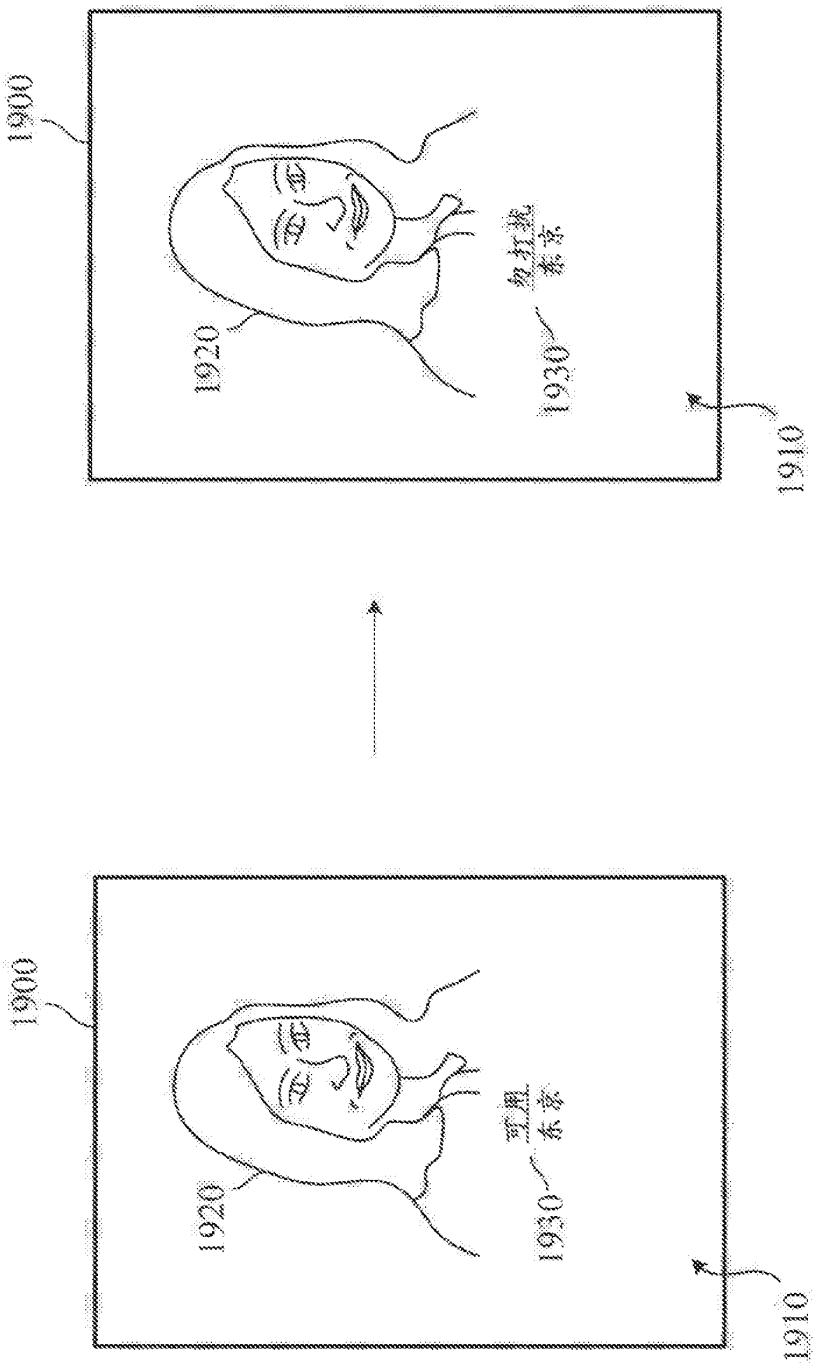


图 19B

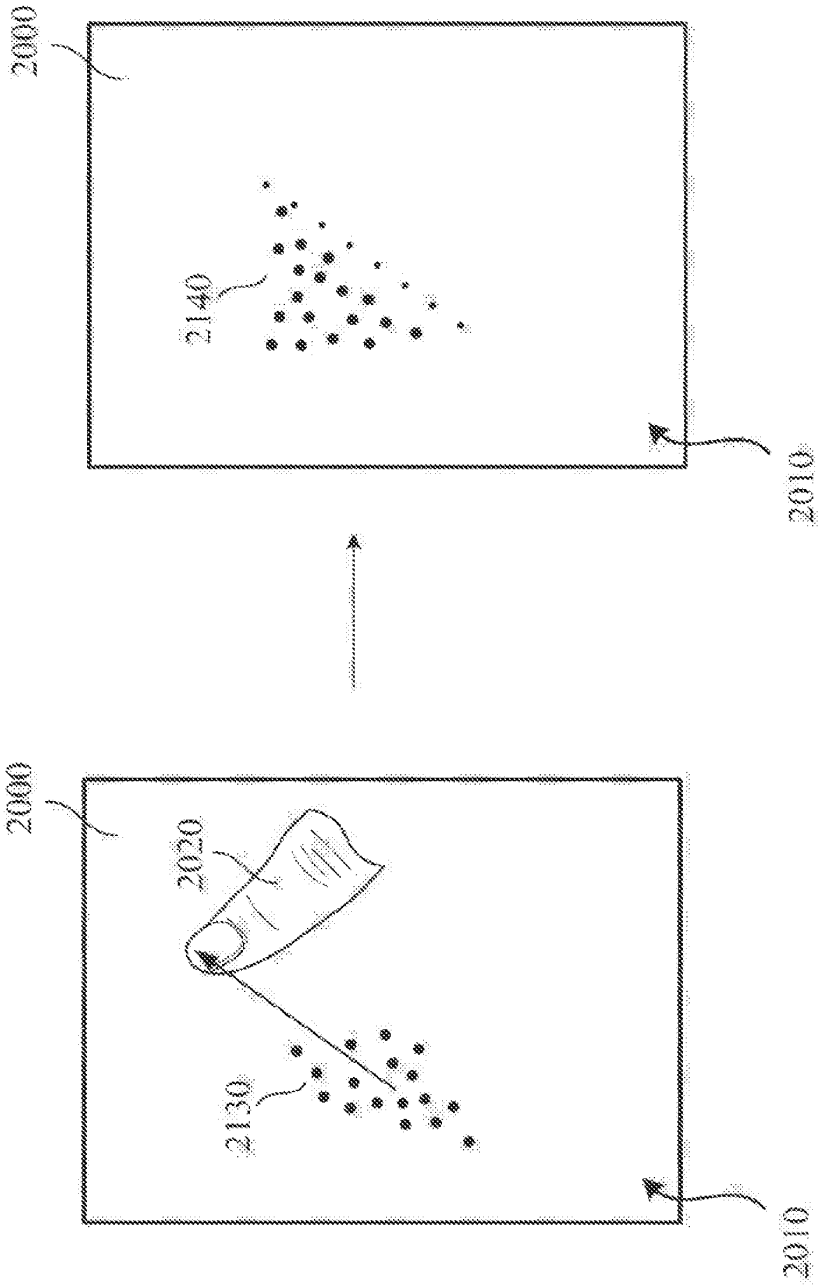


图 20

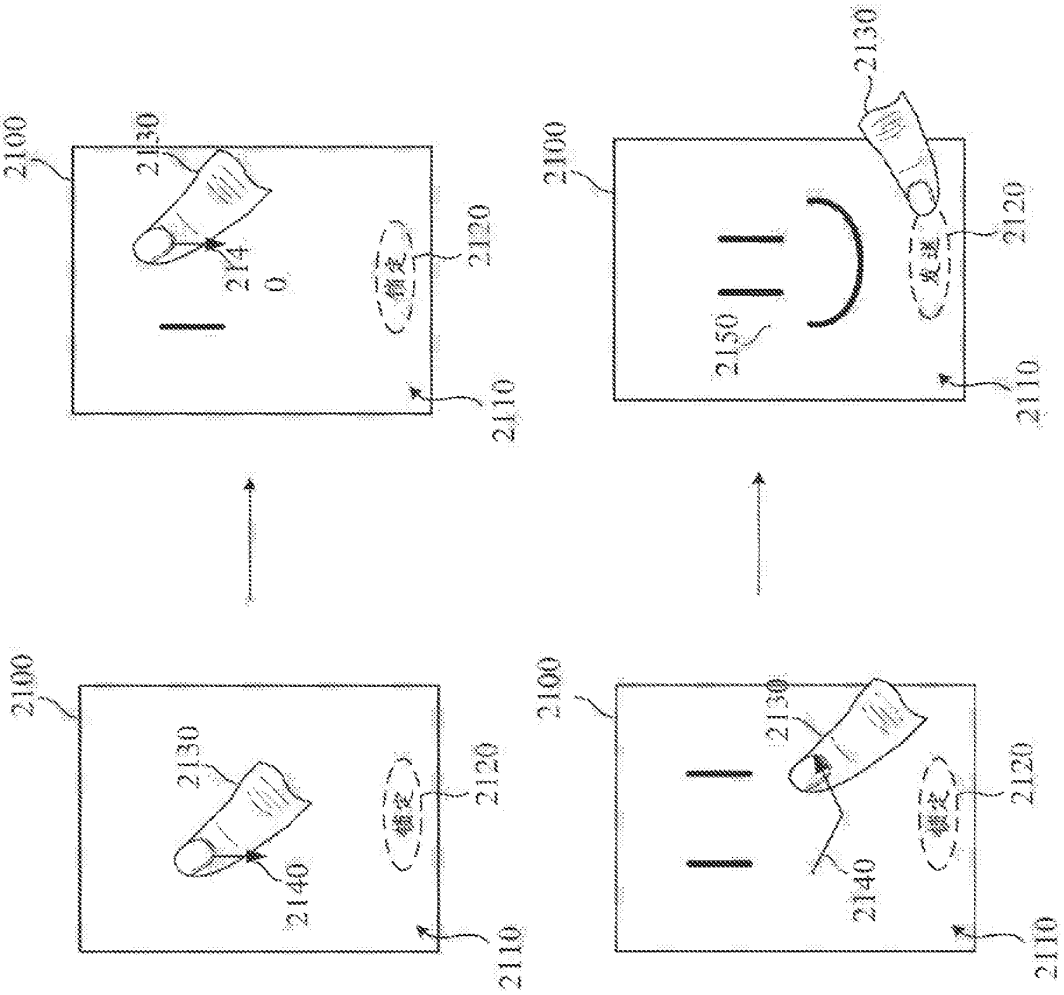


图 21

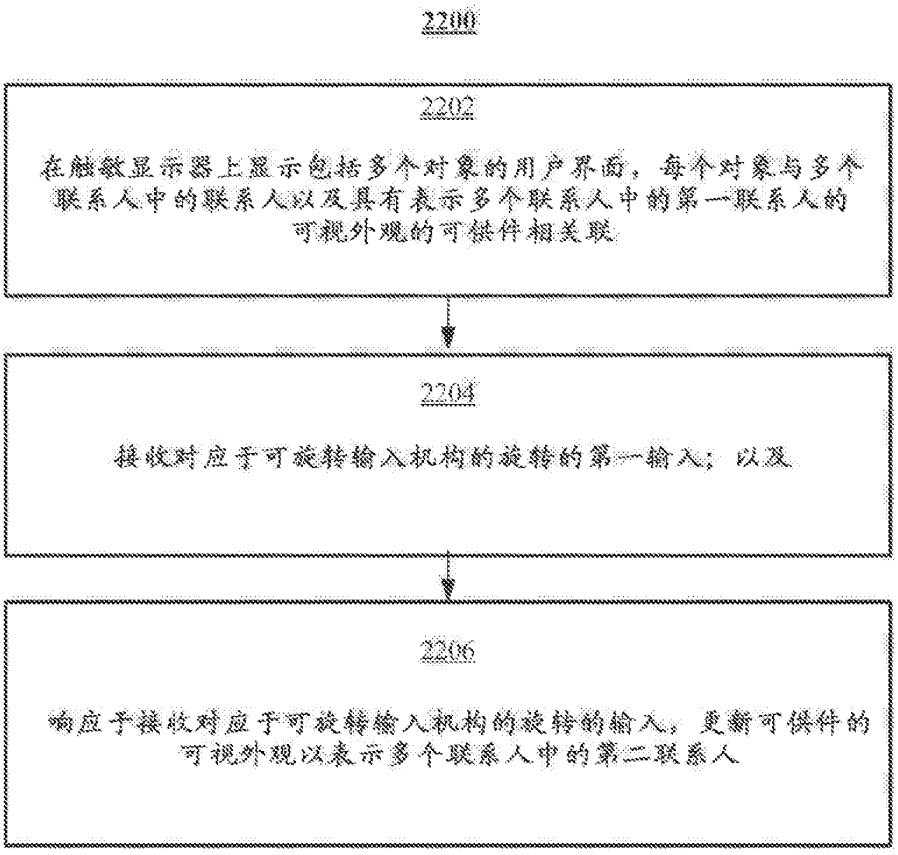

2200
2202
在触敏显示器上显示包括多个对象的用户界面，每个对象与多个联系人中的联系人以及具有表示多个联系人中的第一联系人的可视外观的可供件相关联
2204
接收对应于可旋转输入机构的旋转的第一输入；以及
2206
响应于接收对应于可旋转输入机构的旋转的输入，更新可供件的可视外观以表示多个联系人中的第二联系人

图 22

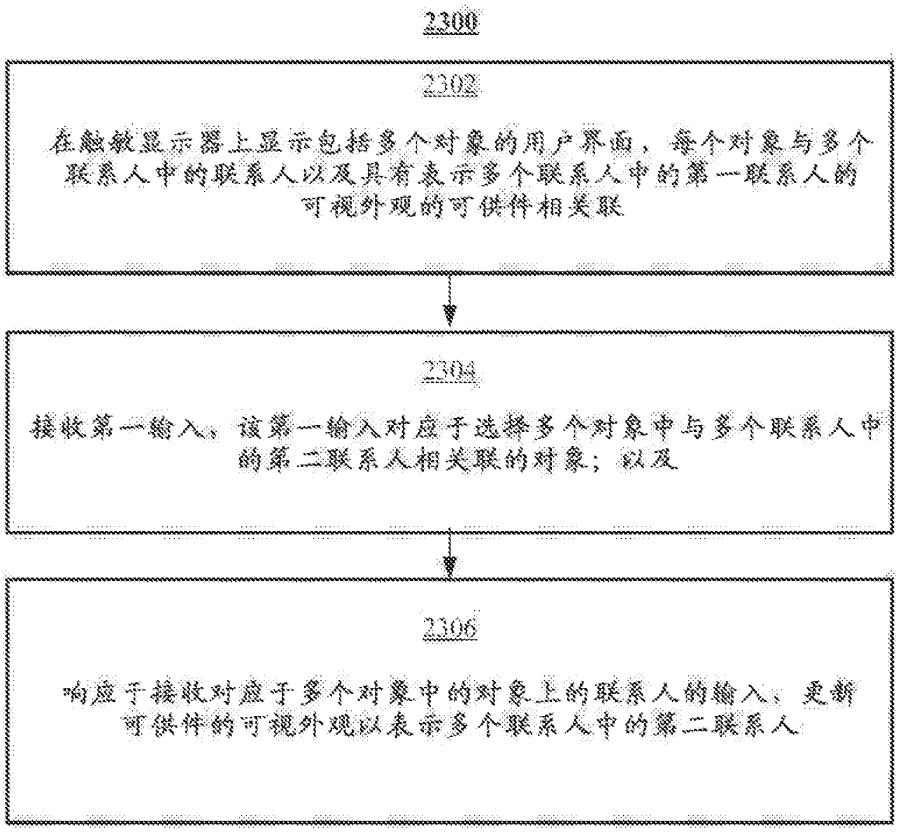

2300
2302
在触敏显示器上显示包括多个对象的用户界面，每个对象与多个联系人中的联系人以及具有表示多个联系人中的第一联系人的可视外观的可供件相关联
2304
接收第一输入，该第一输入对应于选择多个对象中与多个联系人中的第二联系人相关联的对象；以及
2306
响应于接收对应于多个对象中的对象上的联系人的输入，更新可供件的可视外观以表示多个联系人中的第二联系人

图 23

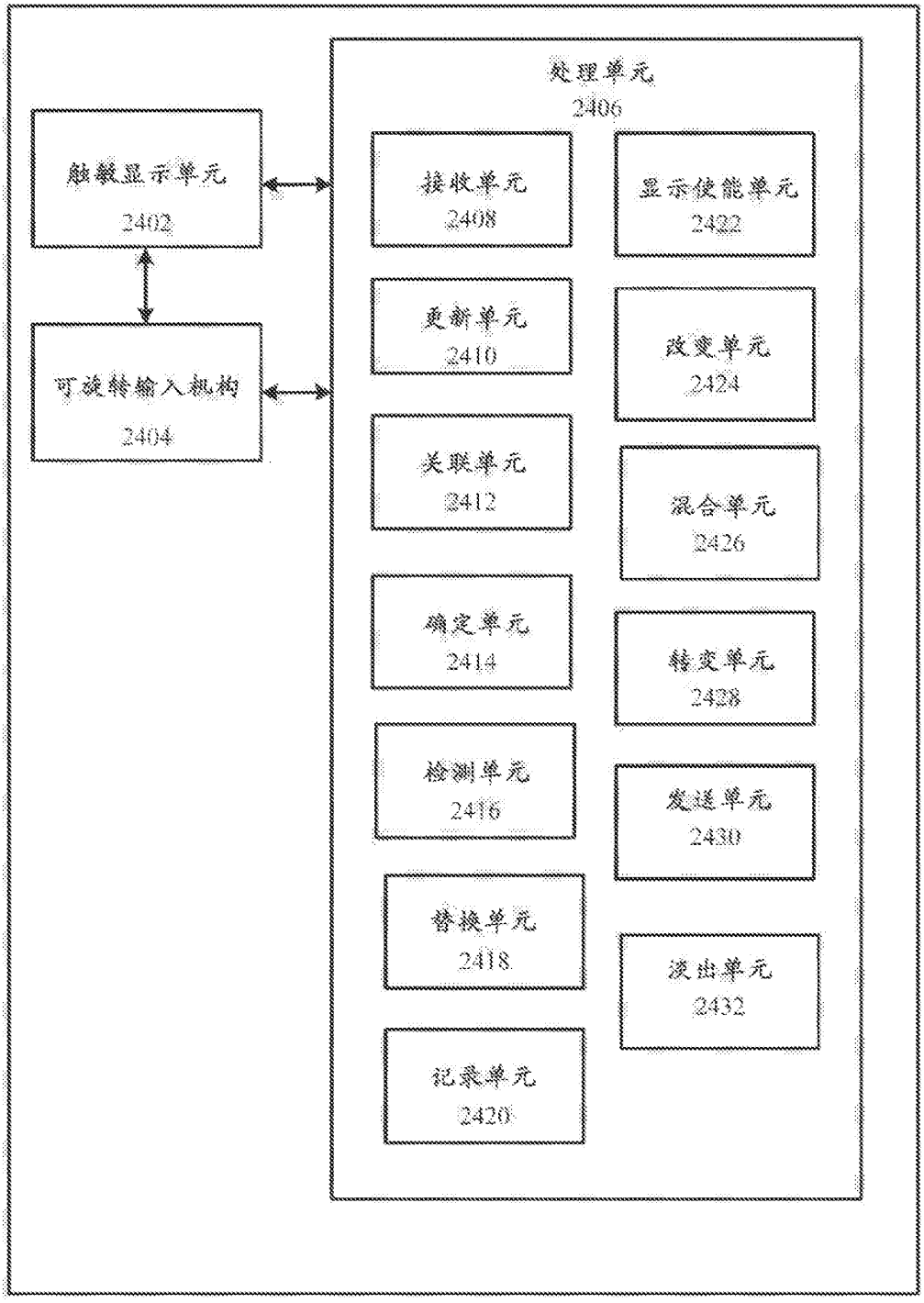

2400
处理单元
2406
触敏显示单元
2402
可旋转输入机构
2404
接收单元
2408
更新单元
2410
关联单元
2412
确定单元
2414
检测单元
2416
替换单元
2418
记录单元
2420
显示使能单元
2422
改变单元
2424
混合单元
2426
转变单元
2428
发送单元
2430
淡出单元
2432

图 24

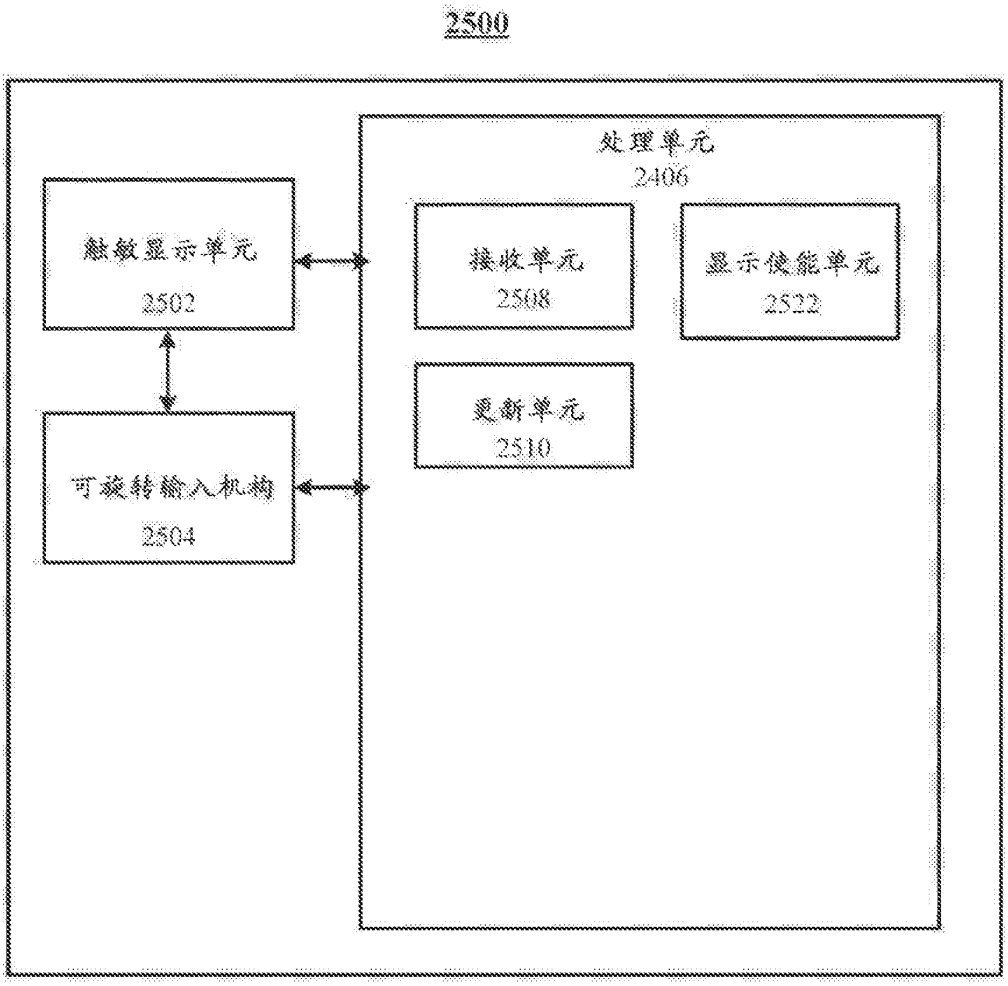

2500
处理单元
2406
触敏显示单元
2502
接收单元
2508
显示使能单元
2522
更新单元
2510
可旋转输入机构
2504

图 25

Espacenet

Bibliographic data: CN105556423 (A) — 2016-05-04

Systems and methods for pressure-based haptic effects

Inventor(s): ULLRICH CHRISTOPHER J; WEDDLE AMAYA; YU HUA; BIRNBAUM DAVID ± (ULLRICH CHRISTOPHER J, ; WEDDLE AMAYA, ; YU HUA, ; BIRNBAUM DAVID, ; 克里斯托弗·J·乌尔里希, ; 阿马亚·韦德尔, ; 于画, ; 大卫·比恩鲍姆)

Applicant(s): IMMERSION CORP ± (IMMERSION CORPORATION, ; 意美森公司)

Classification: - international: *G06F3/01*
- cooperative: **G06F3/016 (EP, US)**; **G06F3/04845 (US)**; **G06F3/0488 (US)**; G06F2203/014 (EP, US); G06F2203/04105 (US); G06F3/041 (US)

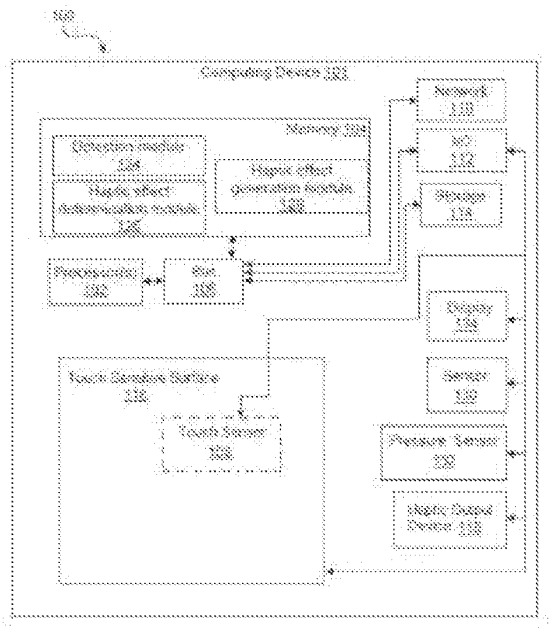
Application number: CN20148033405 20140611 Global Dossier

Priority number(s): WO2014US41964 20140611 ; US201361833626P 20130611

Also published as: CN105556423 (B) CN110109534 (A) EP3008550 (A1) EP3144780 (A1) JP2016521891 (A) JP2019194872 (A) JP6538657 (B2) KR20160019468 (A) US10488931 (B2) US2014362014 (A1) US2017192510 (A1) US2018188811 (A1) US2019018490 (A1) US9632581 (B2) US9939904 (B2) WO2014201151 (A1) less

Abstract of CN105556423 (A)

The invention provides systems and methods for pressure-based haptic effects. One illustrative system disclosed herein includes a sensor configured to detect a user interaction with a touch surface and transmit a sensor signal including data associated with a pressure of the user interaction. The illustrative system also includes a processor in communication with the sensor, the processor configured to: receive the sensor signal; determine, based on the sensor signal, a pressure level; determine a user interface level based at least in part on the pressure level; perform a function associated with the user interface level and the user interaction; determine a haptic effect based at least in part on the user interface level and the user interaction; generate a haptic signal based at least in part on the haptic effect; and transmit the haptic signal. The illustrative system further includes a haptic output device in configured to receive the haptic signal and output the haptic effect.


100
Computing Device 102
Network 118
I/O 122
Storage 124
Display 126
Sensor 120
Pressure Sensor 220
Haptic Output Device 128
Memory 104
Operation module 106
Haptic effect generation module 108
Haptic effect determination module 110
Processor 116
Bus 114
Touch-Sensitive Surface 112
Touch Sensor 206

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105556423 A
(43)申请公布日 2016.05.04

(21)申请号 201480033405.3

(22)申请日 2014.06.11

(30)优先权数据
61/833,626 2013.06.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.11

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/041964 2014.06.11

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/201151 EN 2014.12.18

(71)申请人 意美森公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 克里斯托弗·J·乌尔里希
阿马亚·韦德尔 于画
大卫·比恩鲍姆

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 夏东栋 陆锦华

(51)Int.Cl.
G06F 3/01(2006.01)

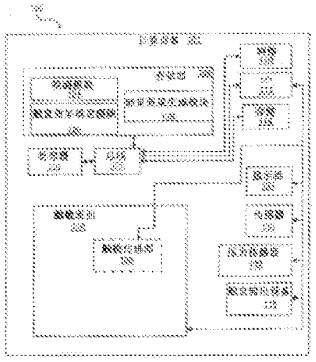
权利要求书2页 说明书19页 附图5页

(54)发明名称

用于基于压力的触觉效果的系统和方法

(57)摘要

这里公开的一种说明性系统包括：传感器，被配置为检测用户与触摸表面的交互并且发射包括与用户交互的压力相关联的数据的传感器信号。说明性系统还包括与所述传感器相通信的处理器，所述处理器被配置为：接收所述传感器信号；基于所述传感器信号确定压力水平；至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别；执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能；至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果；至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号；以及发射所述触觉信号。说明性系统进一步包括触觉输出设备，被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。



CN 105556423 A

1.一种系统，包括：

传感器，所述传感器被配置为检测与触摸表面的用户交互并且发射包括与用户交互的压力相关联的数据的传感器信号；

处理器，所述处理器与所述传感器相通信，所述处理器被配置为：

接收所述传感器信号；

基于所述传感器信号确定压力水平；

至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别；

执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能；

至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果；

至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号；以及

发射所述触觉信号；以及

触觉输出设备，所述触觉输出设备与所述处理器相通信，所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

2.如权利要求1所述的系统，其中，所述压力水平是从多个压力水平中选择的。

3.如权利要求1所述的系统，其中，确定触觉效果包括确定没有触觉效果。

4.如权利要求1所述的系统，其中，所述触摸表面包括触摸屏显示器。

5.如权利要求1所述的系统，其中，所述功能包括使相机聚焦、拍摄照片、或者游戏功能。

6.如权利要求1所述的系统，其中，所述处理器被进一步配置为：

至少部分基于所述用户交互来改变显示器上虚拟对象输出的特性。

7.如权利要求1所述的系统，其中，所述传感器包括电容性传感器、应变仪、受抑内反射压力传感器、或者力感测电阻器传感器。

8.如权利要求1所述的系统，其中，所述多个压力水平中的每个与不同触觉效果相关联。

9.如权利要求1所述的系统，其中，确定触觉效果进一步包括确定虚拟对象的特性，以及

至少部分基于所述特性来确定所述触觉效果。

10.一种方法，包括：

从传感器接收传感器信号，其中，所述传感器信号包括与触摸表面的用户交互的压力相关联的数据；

基于所述传感器信号确定压力水平；

至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别；

执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能；

至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果；

至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号；以及

发射所述触觉信号到触觉输出设备，其中，所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

11.如权利要求10所述的方法，其中，所述压力水平是从多个压力水平中选择的。

12.如权利要求10所述的方法，其中，确定触觉效果包括确定没有触觉效果。

13.如权利要求10所述的方法，其中，所述触摸表面包括触摸屏显示器。

14.如权利要求10所述的方法，其中，所述功能包括使相机聚焦、拍摄照片、或者游戏功能。

15.如权利要求10所述的方法，进一步包括：

至少部分基于所述用户交互来改变显示器上虚拟对象输出的特性。

16.如权利要求10所述的方法，其中，所述传感器包括电容性传感器、应变仪、受抑内反射压力传感器、或者力感测电阻器传感器。

17.如权利要求10所述的方法，进一步包括：

确定虚拟对象的特性；以及

至少部分基于所述特性来确定所述触觉效果。

18.一种非瞬时计算机可读介质，包括程序代码，当所述程序代码被处理器执行时，所述程序代码被配置为使得处理器：

从传感器接收传感器信号，其中所述传感器信号包括与触摸表面的用户交互的压力相关联的数据；

基于所述传感器信号确定压力水平；

至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别；

执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能；

至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果；

至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号；以及

发射所述触觉信号到触觉输出设备，其中所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

19.如权利要求18所述的非瞬时计算机可读介质，其中，压力水平是从多个压力水平中选择的。

20.如权利要求18所述的非瞬时计算机可读介质，其中，所述功能包括使相机聚焦、拍摄照片、或游戏功能。

用于基于压力的触觉效果的系统和方法

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本申请要求2013年6月11日提交的题为"Rendering of Haptic Effects Based on Discrete Pressure Values"美国临时专利申请No.61/833,626的优先权，其完整内容在此通过援引加入进来。

技术领域

[0003] 本发明涉及用户接口设备的领域。更具体地，本发明涉及基于压力的触觉效果。

背景技术

[0004] 随着基于计算机的系统变得更加流行，人们与这些系统交互的接口的质量正变得愈发重要。由于其直观和交互的特性而愈发流行的一种接口是触摸屏显示器。通过触摸屏显示器，用户可以通过以用户手指来接触触摸屏的区域来执行各种任务。为了创建更直观和增强的用户体验，设计者通常利用物理交互来达到用户体验。这通常是通过视觉、音频和/或触觉反馈来重现与物理世界的交互的一些方面而完成的。触觉反馈通常采取机械振动的形式。存在对用来生成触觉反馈的额外系统和方法的需要。

发明内容

[0005] 本公开的实施例包括计算设备，其特征在于基于压力的触觉效果。在一个实施例中，本公开的一种系统可以包括传感器，该传感器被配置为检测与触摸表面的用户交互并且发射包括与用户交互的压力相关联的数据的传感器信号。系统还可包括处理器，该处理器与所述传感器相通信，所述处理器被配置为：接收所述传感器信号；基于所述传感器信号确定压力水平；至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别。所述处理器还可以配置为：执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能；至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果；至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号；以及发射所述触觉信号。系统还可进一步包括触觉输出设备，该触觉输出设备与所述处理器相通信，所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。

[0006] 在另一实施例中，本公开的方法可包括：从传感器接收传感器信号，其中，所述传感器信号包括与触摸表面的用户交互的压力相关联的数据。方法还可包括：基于所述传感器信号确定压力水平，以及至少部分基于所述压力水平来确定用户界面级别。方法可进一步包括：执行与所述用户界面级别和所述用户交互相关联的功能；至少部分基于所述用户界面级别和所述用户交互来确定触觉效果；至少部分基于所述触觉效果来生成触觉信号；以及发射所述触觉信号到触觉输出设备，其中，所述触觉输出设备被配置为接收所述触觉信号并且输出所述触觉效果。又一实施例包括用于实现这样的方法的计算机可读介质。

[0007] 这些说明性实施例被提及并非要限制或定义本主题的限制，而是要提供示例以帮助对其的理解。在详细描述中讨论了说明性的实施例，并且提供了进一步的描述。通过审阅本说明书和/或实践所要求保护的主题的一个或多个实施例可以进一步理解各种实施例所

EX1002 - Page 1280

提供的优点。

附图说明

[0008] 在说明书的剩余部分中更加具体地阐述完全和可实施的公开。说明书对下面的附图进行引用。

[0009] 图1是根据一个实施例的示出用于基于压力的触觉效果的系统的框图；

[0010] 图2是示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一框图；

[0011] 图3示出用于基于压力的触觉效果的系统的实施例；

[0012] 图4示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例；

[0013] 图5示出用于基于压力的触觉效果的系统的又一实施例；

[0014] 图6示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例；

[0015] 图7示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例；以及

[0016] 图8是根据一个实施例的用于执行用于提供基于压力的触觉效果的方法的步骤的流程图。

具体实施方式

[0017] 现在将具体参考各种和替换说明性实施例以及附图。通过解释来提供每个示例，而不作为限制。本领域技术人员将认识到，可以进行修改和变形。例如，被说明或描述为一个实施例的一部分的特征可以用于另一实施例中以得到又一实施例。因此，本公开旨在包括在所附权利要求及其等价物的范围内的修改和变形。

[0018] 基于压力的触觉效果的说明性示例

[0019] 本公开的一个说明性的实施例包括计算设备，诸如智能电话、平板计算机、或电子阅读器。计算设备包括触摸屏显示器、存储器、相机、以及与这些元件中每个元件通信的处理器。

[0020] 在说明性实施例中，触摸屏显示器被配置为输出用户界面。例如，触摸屏显示器可以输出与相机应用相关联的用户界面。用户可以与相机应用交互，例如，以拍摄照片或视频。用户界面包括用户可以交互的多个用户界面级别。每个用户界面级别可以被配置为使得计算设备执行一个或多个功能。例如，第一用户界面级别可以被配置为允许用户聚焦于相机视野内的对象(例如，人物、动物、树木、机动车或建筑物)上。第二用户界面级别可以被配置为拍摄对象的照片。

[0021] 在说明性实施例中，用户可以通过如下与不同用户界面级别交互(或激活不同用户界面级别)：将与该级别相关联的压力的量施加到触摸屏显示器。计算设备被配置为检测压力的量且将压力的量归类为多个压力水平之一(即，落入两个压力阈值之间的压力范围)。每个压力水平可以与用户界面级别相关联。例如，没有压力(例如，用户在触摸表面上施加少量压力或不施加压力)可能不与用户界面级别相关联。软压力(例如，用户以低压力接触触摸表面)可以与第一用户界面级别相关联。因此，用户可以通过将软压力施加于触摸屏显示器而能够将相机聚焦于对象上。强压力(例如，用户以比软压力水平多的压力接触触摸表面)可以与第二用户界面级别相关联。因此，用户可能能够通过将强压力施加于触摸屏显示器来拍摄对象的照片。

EX1002 - Page 1281

[0022] 在说明性实施例中，计算设备也与触觉输出设备相通信。触觉输出设备被配置为从计算设备接收信号并且输出用户可感知的触觉效果。

[0023] 在说明性实施例中，计算设备被配置为至少部分基于用户界面级别，来确定触觉效果以输出。例如，在说明性实施例中，如果计算设备确定用户将少量压力或无压力施加在触摸屏显示器上，计算设备可以确定没有触觉效果。在说明性实施例中，如果计算设备确定用户在触摸屏显示器上施加软压力，计算设备输出触觉效果(例如，触觉效果被配置为模拟相机镜头的运动)。进一步，在说明性实施例中，如果计算设备确定用户对触摸屏显示器施加强压力，计算设备输出另一触觉效果(例如，触觉效果被配置为模拟拍摄照片和影片的相机的快门推进到下一帧)。因此，用户可能能够将相机聚焦于对象且拍摄对象照片，而不必从触摸屏显示器上单个位置移动用户的手指。对于用户来说，这可以使得与相机应用的交互更简单。

[0024] 在一些实施例中，与两个或更多用户界面级别相关联的触觉效果可以是相同的。例如，在一些实施例中，与第一用户界面级别和第二用户界面级别相关联的触觉效果可以是相同的(例如，振动)。在其他实施例中，与两个或更多用户界面级别相关联的触觉效果可以不同。例如，在一些实施例中，与第一用户界面级别相关联的触觉效果可以包括振动且与第二用户界面级别相关联的触觉效果可以包括明显区别于第一种振动的第二种振动，或者在可感知的摩擦系数上有改变。

[0025] 上面对说明性实施例的描述仅仅提供作为示例。这里描述了本发明的各种其他实施例且本领域技术人员将理解这样的实施例的变形。可以通过查看本说明书和/或通过实践所要求保护的主题的一个或多个实施例而进一步理解各种实施例所提供的优点。

[0026] 用于基于压力的触觉效果的说明性系统

[0027] 图1是示出根据一个实施例的用于基于压力的触觉效果的系统100的框图。如图1中所示，系统100包括计算设备101。计算设备101可包括例如移动电话、平板计算机、电子阅读器、笔记本计算机、桌面计算机、车载计算机系统、医疗设备、游戏控制台(game console)、游戏控制器、或便携游戏设备。进一步，在一些实施例中，计算设备101可以包括多功能控制器，例如用于在报摊、机动车、警报系统、恒温器、或其他类型的计算设备中使用的控制器。尽管系统100在图1中被示出为单个设备，在其他实施例中，系统100可以包括多个设备，诸如游戏控制台和一个或多个游戏控制器。

[0028] 计算设备101包括处理器102，处理器102与其他硬件经由总线106通信。存储器104，其能够包括任何合适的有形(且非瞬时)计算机可读介质，诸如RAM、ROM、EEPROM等，体现配置计算设备101的操作的程序部件。在所示实施例中，计算设备101进一步包括一个或多个网络接口设备110、输入/输出(I/O)部件112、和存储器114。

[0029] 网络接口设备110可以代表一个或更多个任何部件，其便于网络连接。示例包括但不限于有线接口，诸如以太网、USB、IEEE 1394，和/或无线接口，诸如IEEE 802.11、蓝牙，或用于接入蜂窝电话网络的无线电接口(例如用于接入CDMA、GSM、UMTS或其他移动通信网络的收发信机/天线)。

[0030] I/O部件112可以用于便于有线或无线连接到诸如一个或多个显示器134、游戏控制器、键盘、鼠标、游戏杆、相机、按钮、扬声器、麦克风的设备和/或用于输入数据或输出数据的其他硬件。存储器114代表非易失存储器，诸如包括在计算设备101中或耦合到处理器

EX1002 - Page 1282

102的磁性、光学或其他存储介质。

[0031] 系统100进一步包括触敏表面116，其在示例中被集成到计算设备101。触敏表面116代表被配置为感应用户的触觉输入的任何表面。一个或多个触摸传感器108被配置为当对象接触触敏表面116时检测在触摸区域中的触摸并且提供适合数据以便处理器102使用。任何合适数目、类型或布置的传感器都可被使用。例如，电阻性和/或电容性传感器可以被嵌入到触敏表面116中并用于确定触摸的位置和其他信息，诸如压力、速度和/或方向。作为另一示例，针对(in view of)触敏表面116的光学传感器可以用于确定触摸位置。

[0032] 在其他实施例中，触摸传感器108可以包括LED检测器。例如，在一个实施例中，触敏表面116可以包括安装在显示器134侧面的LED手指检测器。在一些实施例中，处理器102与单个触摸传感器108通信，在其他实施例中，处理器102与多个触摸传感器108，例如第一触摸屏和第二触摸屏，通信。触摸传感器108被配置为检测用户交互，并且基于用户交互，发射信号到处理器102。在一些实施例中，触摸传感器108可以被配置为检测用户交互的多个方面。例如，触摸传感器108可以检测用户交互的速度和压力，并且将该信息结合到接口信号内。

[0033] 取决于系统100的特定配置，触敏表面116可以包括或不包括(或以其他方式对应于)显示器134。一些实施例包括可触摸显示器，其组合了设备的触敏表面116和显示器134。触敏表面116可以对应于显示器134外部或在显示器134上所示的部件上方的一个或多个层的材料。

[0034] 在一些实施例中，计算设备101包括触敏表面116，触敏表面116可以映射到图形用户界面，该图形用户界面设置在包括在系统100中的显示器134中且与计算设备101对接(interfaced to)。例如，如图2中所示，计算设备201包括触敏表面216，其可以映射到设置在包括在计算系统220中的显示器222中的图形用户界面。计算系统220通信耦合到计算设备201。计算设备201可以包括例如鼠标、轨迹板或其他设备。计算系统220可以包括例如笔记本计算机、桌面计算机、机顶盒(例如DVD播放器、DVR、有线电视盒子)或另一计算系统。不管是否与显示器222集成，在这里的示例中对平面触敏表面216的描述并不意味着限制。其他实施例可以包括曲面或不规则的触敏表面216。

[0035] 返回图1，系统100进一步包括压力传感器132。压力传感器132被配置为检测用户对与计算设备101相关联的表面(例如，触敏表面116)所施加的压力量。压力传感器132进一步被配置为发射传感器信号到处理器102。压力传感器132可以包括例如电容性传感器、应变仪、受抑全内反射传感器、或FSR。在一些实施例中，压力传感器132可以被配置为确定用户和计算设备101相关联的表面之间的接触的表面区域。在一些实施例中，触敏表面116或触摸传感器108可以包括压力传感器132。

[0036] 系统100包括一个或多个额外传感器130。在一些实施例中，传感器130可以包括例如相机、陀螺仪、加速计、全球定位系统(GPS)单元、温度传感器、应变仪、力传感器、范围传感器或深度传感器。在一些实施例中，陀螺仪、加速计和GPS单元可以分别检测计算设备101的定向、加速度和位置。在一些实施例中，相机、范围传感器、和/或深度传感器可以检测计算设备101和外部对象(例如，用户的手、头、胳膊、脚或腿；另一人；机动车；树木；建筑物；或一件家具)之间的距离。尽管图1中所示的实施例描述了传感器130在计算设备101内部，在一些实施例中，传感器130可以在计算设备101外部。例如，在一些实施例中，一个或多个传

EX1002 - Page 1283

感器130可以与可穿戴设备(例如,戒指、手镯、套袖、领子、帽子、衬衫、手套、衣物或眼镜)相关联和/或耦合到用户身体。在一些实施例中,处理器102可以与单个传感器130通信,在其他实施例中,处理器102可以与多个传感器130,例如陀螺仪和加速计通信。传感器130被配置为发射传感器信号到处理器102。

[0037] 系统100进一步包括与处理器102通信的触觉输出设备118。触觉输出设备118被配置为响应触觉信号输出触觉效果。在一些实施例中,触觉效果可以包括例如振动、所感知的摩擦系数的改变、模拟的纹理、温度的改变、抚摸的感觉、电触感效果或表面变形中的一种或多种。

[0038] 在图1中所示的实施例中,触觉输出设备118与处理器102通信且在计算设备101内部。在其他实施例中,触觉输出设备118可以远离计算设备101,但通信耦合到处理器102。例如,触觉输出设备118可以在计算设备101外部且经由诸如以太网、USB、IEEE 1394的有线接口和/或诸如IEEE 802.11、蓝牙或无线电接口的无线接口与计算设备101通信。在一些实施例中,触觉输出设备118可以耦合到可穿戴设备,其可以远离计算设备101。在一些实施例中,可穿戴设备可以包括鞋子、套袖、上衣、眼镜、手套、戒指、手表、腕带、手镯、衣物、帽子、头带和/或珠宝。在这样的实施例中,可穿戴设备可以与用户身体的一部分,例如用户的手指、胳膊、手、脚、腿、头或其他身体部分相关联。

[0039] 在一些实施例中,触觉输出设备118可以被配置为输出包括振动的触觉效果。触觉输出设备118可以包括例如压电致动器、电动马达、电磁致动器、音圈、形状记忆合金、电活性聚合物、螺线管、偏心旋转质量马达(ERM)或线性谐振致动器(LRA)。

[0040] 在一些实施例中,触觉输出设备118可以被配置为在与计算设备101相关联的表面(例如触敏表面116)上输出触觉效果,包括感知摩擦系数的变化。在一个实施例中,触觉输出设备118包括超声致动器。超声致动器可以以超声频率振动,例如20kHz,在与计算设备101相关联的表面(例如,触敏表面116)上增加或降低感知的系数。在一些实施例中,超声致动器可以包括压电材料。

[0041] 在其他实施例中,触觉输出设备118可以使用静电吸引,例如通过使用静电致动器,来输出触觉效果。在这样的实施例中,触觉效果可以包括在与计算设备101相关联的表面(例如,触敏表面116)上的模拟的纹理、模拟的振动、抚摸的感觉、或感知的摩擦系数的改变。在一些实施例中,静电致动器可以包括传导层和绝缘层。传导层可以是任何半导体或其他传导材料,诸如铜、铝、金或银。绝缘层可以是玻璃、塑料、聚合物或任何其他绝缘材料。而且,处理器102可以通过施加电信号,例如AC信号到传导层来操作静电致动器。在一些实施例中,高电压放大器可以生成AC信号。电信号可以生成在传导层和靠近或接触触觉输出设备118的对象(例如,用户的手指、头、脚、胳膊、肩膀、腿或其他身体部分、或触针)之间的电容性耦合。在一些实施例中,使对象和传导层之间的吸引水平变化可以改变与计算设备101交互的用户所感知的触觉效果。

[0042] 在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括变形设备。变形设备可以被配置为通过使得与触觉输出设备相关联的表面(例如计算设备101的外壳或触敏表面116)变形而输出触觉效果。在一些实施例中,触觉输出设备118可以包括智能凝胶,其通过改变刚度、体积、透明度和/或颜色来响应于一个或多个刺激。在一些实施例中,刚度可以包括与触觉输出设备118相关联的表面抵抗变形的阻力。在一个实施例中,一个或多个线嵌入或耦合到智

EX1002 - Page 1284

能凝胶。随着电流通过线，发射热，使得智能凝胶扩张或收缩，使得与触觉输出设备118相关联的表面变形。

[0043] 在其他实施例中，触觉输出设备118可包括耦合到胳膊的致动器，该致动器使变形部件旋转。致动器可包括压电致动器、旋转/线性致动器、螺线管、电活性聚合物致动器、宏纤维复合材料(MFC)致动器、形状记忆合金(SMA)致动器和/或其他致动器。随着致动器旋转变形部件，变形部件可以移动与触觉输出设备118相关联的表面，使其变形。在一些实施例中，触觉输出设备118可以包括计算设备101的外壳的一部分或计算设备101的部件。在其他实施例中，触觉输出设备118可以容纳在覆盖计算设备101的柔性外壳内或计算设备101的部件的内部。

[0044] 在一些实施例中，触觉输出设备118可以被配置为输出热或电触感触觉效果。例如，触觉输出设备118可以被配置为输出触觉效果，包括与触觉输出设备118相关联的表面的温度的改变。在一些实施例中，触觉输出设备118可以包括导体(例如导线或电极)，用于输出热或电触感效果。例如，在一些实施例中，触觉输出设备118可以包括嵌入与触觉输出设备118相关联的表面的导体。计算设备101可以通过发射电流到导体而输出触觉效果。导体可以接收电流并且例如生成热，由此输出触觉效果。

[0045] 尽管这里示出了单个触觉输出设备118，一些实施例可以使用相同或不同类型的多个触觉输出设备来提供触觉反馈。一些触觉效果可以利用耦合到设备外壳的致动器，且一些触觉效果可以按顺序和/或合作使用多个致动器。例如，在一些实施例中，多个振动致动器和静电致动器可以单独或合作使用以提供不同触觉效果。在一些实施例中，触觉输出设备118可以包括螺线管或其他力或位移致动器，其可以耦合到触敏表面116。进一步，触觉输出设备118可以是刚性或柔性的。

[0046] 转到存储器104，程序部件124、126和128被描绘以示出设备如何可以在一些实施例中配置为提供基于压力的触觉效果。在这个示例中，检测模块124将处理器102配置为经由触摸传感器108监视触敏表面116以确定触摸的位置。例如，检测模块124可以对触摸传感器108进行采样，以便追踪触摸的存在或缺失，并且如果触摸存在，就追踪触摸的位置、路径、速度、加速度、压力和/或其他特性中的一个或多个。

[0047] 触觉效果确定模块126表示程序部件，其分析数据以确定要生成的触觉效果。触觉效果确定模块126可以包括用来基于例如与触敏表面116的交互来确定要输出的触觉效果的代码，还包括用来选择一个或多个要提供的触觉效果以便输出该效果的代码。例如，在一些实施例中，触敏表面116的一些或全部区域可以映射到图形用户界面。触觉效果确定模块126可以基于触摸的位置而选择不同触觉效果，以在触敏表面116的表面上模拟特征(例如，虚拟化身、机动车、动物、卡通形象、按钮、控制杆、滑块、列表、菜单、标识或人物)的存在。在一些实施例中，这些特征可以对应于界面上特征的可视表示。但是，即使对应元素未显示在界面中，触觉效果也可以被输出(例如，即使边界未显示，如果界面的边界被跨越也可以提供触觉效果)。

[0048] 在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以至少部分基于与虚拟对象相关联的特性(例如，虚拟大小、宽度、长度、颜色、纹理、材料、轨迹、类型、运动、模式或位置)来选择触觉效果。例如，在一个实施例中，如果与虚拟对象相关联的颜色是蓝色，触觉效果确定模块126可以确定包括振动的触觉效果。在这样的实施例中，如果与虚拟对象相关联的颜色是

EX1002 - Page 1285

红色，触觉效果确定模块126可以确定包括温度改变的触觉效果。作为另一示例，如果虚拟对象包括相关联的沙质或粗糙的虚拟纹理，触觉效果确定模块126可以确定被配置为模拟沙的纹理的触觉效果。

[0049] 在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以至少部分基于来自压力传感器132的信号而选择触觉效果。也就是，触觉效果确定模块126可以基于用户向与计算设备101相关联的表面(例如触敏表面116)施加的压力的量来确定触觉效果。例如，在一些实施例中，如果用户对表面施加很小或不施加压力的话，触觉效果确定模块126可以输出第一触觉效果或不输出触觉效果。在一些实施例中，如果用户对表面施加低压力的话，触觉效果确定模块126可以输出第二触觉效果或不输出触觉效果。进一步，在一些实施例中，如果用户对表面施加强压力的话，触觉效果确定模块126可以输出第三触觉效果或不输出触觉效果。在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以将不同触觉效果与无压力、软压力和/或强压力相关联。在其他实施例中，触觉效果确定模块126可以将相同触觉效果与无压力、软压力和/或强压力相关联。

[0050] 在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以包括有限状态机。有限状态机可以包括计算的数学模型。一旦向数学模型施加输入，有限状态机可以从当前状态转换到新状态。在这样的实施例中，有限状态机可以基于状态之间的转换而选择触觉效果。在一些实施例中，这些状态转换可以至少部分地基于来自压力传感器132的传感器信号而驱动。

[0051] 在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以包括用来至少部分地基于来自传感器130的信号(温度、环境光的量、加速计测量或陀螺仪测量)而确定触觉效果的代码。例如，在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以基于环境光的量来确定触觉效果。在这样的实施例中，随着环境光减少，触觉效果确定模块126可以确定这样的触觉效果，该触觉效果被配置为使计算设备101的表面变形或者改变在与触觉输出设备118相关联的表面上感知的摩擦系数。在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以基于温度确定触觉效果。例如，随着温度降低，触觉效果确定模块126可以确定触觉效果，其中用户感知到在与触觉输出设备118相关联的表面上的摩擦系数的降低。

[0052] 触觉效果生成模块128表示这样的程序，该程序用于使得处理器102发射触觉信号到触觉输出设备118以生成所选触觉效果。例如，触觉效果生成模块128可以访问存储的波形或命令以向触觉输出设备118发送。作为另一示例，触觉效果生成模块128可以包括用来确定触觉信号的算法。触觉效果生成模块128可以包括用来确定用于触觉效果的目标坐标的算法。这些目标坐标可以包括例如在触敏表面116上的位置。

[0053] 图3示出了用于基于压力的触觉效果的系统的实施例。系统300包括计算设备302。如上所注意到的，在一些实施例中，计算设备302可以包括平板、电子阅读器、车载计算机(例如用于控制诸如立体声系统、HVAC、照明、导航或其他车辆功能的一个或多个机动车系统或设备的计算机)、医疗设备、笔记本计算机、桌面计算机、游戏系统、便携游戏设备、游戏板或另一电子设备。在其他实施例中，计算设备302可以包括多功能控制器，例如，在报摊、机动车、警报系统、恒温器或其他类型计算设备中使用的控制器。在图3中所示的实施例中，计算设备302包括移动电话，诸如智能电话。

[0054] 在这个示例中，计算设备302还包括触摸屏显示器304，其结合了触敏表面和显示器。触摸屏显示器304输出用户界面(例如游戏)。在一些实施例中，用户界面可以包括一个

EX1002 - Page 1286

或多个虚拟对象306。在图3中所示的实施例中，虚拟对象306包括虚拟枪。

[0055] 用户308可以与用户界面交互，例如通过在触摸屏显示器304上敲击、触摸或做手势(例如双手指捏合或划动)。在一些实施例中，用户308可以与用户界面交互以玩视频游戏，例如用虚拟枪射击虚拟目标。

[0056] 如上所讨论的，在一些实施例中，用户界面可以包括多个级别，用户308可与所述多个级别交互。用户308可以通过施加与该用户界面级别相关联的压力水平而与不同界面级别交互。例如，在一个实施例中，用户308可以通过施加软压力而在用户界面中感受与对象相关联的纹理。在这样的实施例中，用户308可以通过施加更硬的压力而选择对象。因此，计算设备302可以提供与虚拟对象306交互的多个层，其可以提高用户体验。

[0057] 在图3中所示的实施例中，用户可以与虚拟对象306交互，例如，从而玩视频游戏。用户308可以通过施加不同量的压力到触摸屏显示器304与虚拟对象306交互，例如，以执行游戏功能。例如，用户可以通过施加软压力到虚拟对象306(例如虚拟枪)来与用户界面的第一级别交互。在一些实施例中，计算设备302可以执行与第一用户界面级别相关联的游戏功能(例如，加载弹匣到虚拟枪中或瞄准虚拟枪)。进一步，在一些实施例中，用户可以通过向虚拟对象306施加强压力来与用户界面的第二级别交互。在一些实施例中，计算设备302可以执行与第二用户界面级别相关联的游戏功能(例如，射击虚拟枪)。在一些实施例中，一旦用户释放在虚拟对象306上的强压力，计算设备306可以执行与第一用户界面级别相关联的另一游戏功能(例如，从虚拟枪退出空弹壳)。因此，用户308可以在不必将手指从虚拟对象306移开的情况下，能够执行多个游戏功能。这可为用户提供更直觉和简化的体验。

[0058] 计算设备302被配置为至少部分基于用户界面级别确定触觉效果。例如，在一些实施例中，如果用户308不对虚拟对象306施加压力，计算设备302可以确定没有触觉效果。如果用户308施加软压力给虚拟对象306，计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟枪柄或把手的纹理(例如木质或橡胶纹理)。进一步，在一些实施例中，如果用户308施加强压力到虚拟对象306，计算设备302可以输出与第二用户界面级别相关联的触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟枪开火(例如，更短持续时间的高幅度振动)。在一些实施例中，除了触觉效果之外，计算设备302可以输出与用户界面级别相关联的声音(例如，开枪的声音)。因此，用户可以接收与一个或多个用户界面级别相关联的触觉和/或音频反馈。这可以给用户提供增强的游戏体验。例如，用户308可以在不必看着触摸屏显示器304的情况下，能够施加软压力给虚拟武器以确定是什么类型的武器。进一步，用户308可以在不必看着触摸屏显示器304的情况下，能够施加强压力给虚拟武器以操纵或使武器开火。因此，用户可以任意集中用户注意力到其他游戏活动。

[0059] 在一些实施例中，用户界面级别可以与多个功能相关联。例如，在一些实施例中，如果用户308释放强压力，计算设备302可以执行与第一用户界面级别相关联的另一功能。例如，计算设备302可以从虚拟枪虚拟地退出用过的弹药。进一步，多个触觉效果可以与用户界面级别相关联。例如，一旦用户释放强压力，计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的另一触觉效果。例如，计算设备302可以输出被配置为模拟从虚拟枪退出用过的弹药的触觉效果(例如，较短持续时间的低幅度振动)。进一步，如果用户308释放软压力，计算设备302可以执行另一功能和/或输出触觉效果。例如，计算设备302可以输出被配置为模拟从武器卸载弹匣的触觉效果(例如，较长持续时间的低幅度振动)。因此，用户308可以通

EX1002 - Page 1287

过向用户界面中显示的虚拟对象施加不同水平的压力而执行不同的功能。进一步，计算设备302可以确定和输出与功能和/或压力水平相关联的不同触觉效果。

[0060] 作为另一示例，在一些实施例中，计算设备302可以包括模拟器。模拟器可以被配置为输出虚拟对象306并且模拟与对象的物理交互。例如，模拟器可以输出虚拟碳酸饮料罐（例如苏打或啤酒罐）且被配置为模拟与实际碳酸饮料罐的交互。在一些实施例中，一旦用户308施加软压力给虚拟碳酸饮料罐，计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟碳酸的释放（例如，较长持续时间的低幅度振动）。在一些实施例中，一旦用户308施加强压力给虚拟对象306，计算设备302可以输出与第二用户界面级别相关联的触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟打开罐子的拉环（例如，较短持续时间的高幅度振动）。一旦用户308释放强触摸，计算设备302可以输出与第一用户界面级别相关联的另一触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟饮料的倒出（例如流动感）。

[0061] 又一示例可包括虚拟对象306，包括虚拟车。用户306可能能够在视频游戏中驾驶虚拟车。在一些实施例中，如果用户308施加软压力给虚拟对象306，计算设备302可以例如启动虚拟车的引擎。计算设备302还可以输出触觉效果，例如配置为模拟引擎启动的轰鸣声（例如，长、低频振动）。在一些实施例中，如果用户308施加强压力给虚拟对象406，计算设备302可以例如加速虚拟车。计算设备302可以输出触觉效果，例如配置为模拟踩压车辆的加速器。在一些实施例中，一旦用户308释放强压力，计算设备302例如可以停车和/或将车熄火。计算设备302还可以输出另一触觉效果，例如配置为模拟将车熄火（例如计算设备302可以停止输出触觉效果）。因此，用户可以在不必将手指从虚拟对象移开的情况下能够玩视频游戏，这可能使得视频游戏更容易玩。

[0062] 在一些实施例中，虚拟对象306可以包括虚拟吉他。用户306可能能够在视频游戏中弹奏虚拟吉他。在一些实施例中，如果用户308施加软压力给虚拟对象306，计算设备302可以例如轻轻地弹奏虚拟吉他。计算设备302还可以输出触觉效果，例如被配置为模拟吉他弦的振动（例如，幅度随时间衰减的振动）。在一些实施例中，如果用户308施加强压力给虚拟对象406，计算设备302可以例如激烈地弹奏虚拟吉他。计算设备302可以输出触觉效果，例如被配置为模拟激烈地弹奏吉他弦。因此，用户可能能够在不必移动手指的情况下进行虚拟调整用户弹奏的强度。这可以使得玩视频游戏更容易。

[0063] 在一些实施例中，用户308可能能够使用与用户界面级别相关联的压力的量而与虚拟对象306的多个部分交互。虚拟对象306的每个部分可以与不同功能相关联。例如，虚拟对象306可以包括水碗。用户308可能能够与虚拟水碗的边缘交互以执行与用户界面级别相关联的功能（例如，选择虚拟水碗）。用户308可能还能够与水碗中的虚拟水交互以执行与用户界面级别相关联的另一功能（例如，泼水，作为视频游戏的一部分）。

[0064] 进一步，计算设备302可以至少部分基于用户正与之交互的虚拟对象306而输出触觉效果。例如，在上述的实施例中，如果用户308施加轻压力给虚拟水碗中的水，计算设备302可以输出与第一用户界面级别和水相关联的触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟水的感觉（例如，模拟的水纹理或触摸屏显示器304的表面上感受到的摩擦系数的降低）。进一步，如果用户308施加轻压力给虚拟水碗的边缘，计算设备302可以输出与第一用户界面级别和边缘相关联的另一触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟碗的边缘的感觉（例如，模拟的陶瓷或玻璃纹理）。在一些实施例中，如果用户308施加强压力给虚拟水碗中的水，计算设

EX1002 - Page 1288

备302可以输出与第二用户界面级别和水相关联的触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟泼洒水(例如，短持续时间的多个高频振动)。在这样的实施例中，如果用户308施加强压力给虚拟水碗的边缘，计算设备302可以输出与第二用户界面级别和边缘相关联的触觉效果。例如，触觉效果配置为模拟玻璃破碎(例如多个短振动)。

[0065] 图4示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例。系统400包括计算设备402，例如智能电话或平板电脑。

[0066] 计算设备402还包括触摸屏显示器404。计算设备402可以在触摸屏显示器404上输出虚拟对象406。虚拟对象406可以包括任何类型或数量的对象，例如按钮、滑块、把手、列表、菜单。例如，在一些实施例中，虚拟对象406可以包括电话号码输入屏幕。电话号码输入屏幕可以包括多个按钮，例如具有数位0-9、星号以及英镑符号。在图4中所示的实施例中，虚拟对象406包括虚拟键盘。用户408可以经由触摸屏显示器404与虚拟对象406交互。

[0067] 如上所讨论的，计算设备402被配置为将用户408对计算设备402施加的压力归类为多个压力水平之一(例如，无压力、软压力或强压力)。任何数量或配置的压力水平是可能的。压力水平可以是离散的(即，分离且区别的)。在一些实施例中，每个压力水平可以与用户界面级别相关联。

[0068] 在一些实施例中，用户界面级别可以与触觉效果相关联，触觉效果被配置为给用户提供引导信息。例如，在一些实施例中，用户408可以用手指使用与用户界面级别相关联的压力的量来探寻虚拟对象406。例如，用户408可以使用软压力，例如通过用手指在屏幕上轻轻按压，来探索虚拟键盘。一旦用户408与虚拟对象406的边缘交互，计算设备402可以输出触觉效果。例如，一旦用户408与虚拟键盘按键的边缘交互，计算设备402可以输出触觉效果。触觉效果可以被配置为模拟虚拟对象的边缘。例如，计算设备402可以输出触觉效果，触觉效果被配置为通过使触摸屏显示器404的表面变形以生成由用户408感知的到的突起或脊状来模拟键盘按键的边缘。这可以允许用户408确定用户手指的位置。例如，在用户408探索虚拟键盘时，用户408可能能够确定用户的手指是否正在虚拟键盘按键之间转换。

[0069] 在一些实施例中，在用户定位了按键的边缘之后，用户可以按压按键以输入与该按键相关联的字母。在这样的实施例中，用户可以使用不同的用户界面级别，例如与强压力相关联的级别，以便按压按键。因此，在一些实施例中，一个用户界面级别可以用于引导(例如，提醒用户显示器上的位置)且另一用户界面级别可以与选择用于进一步交互的特定虚拟项相关联。

[0070] 进一步，在一些实施例中，一旦用户选择按键，计算设备302可以输出与用户界面级别相关联的触觉效果。例如，触觉效果可以被配置为向用户提供已接收到按键按压的确认(例如短振动)。因此，用户可能能够在不必看着触摸屏显示器404的情况下确定计算设备402是否登记(register)了键盘按压。

[0071] 在一些实施例中，一旦用户408与另一件虚拟对象交互，计算设备402可以输出不同触觉效果。例如，一旦用户与虚拟键盘按键的中心交互，计算设备402可以输出触觉效果。触觉效果可以被配置为模拟键盘按键的纹理，例如塑料纹理。这可以允许用户408确定用户的手指在虚拟键盘按键的中心上。作为另一示例，在一些实施例中，一旦用户408与虚拟键盘上的一个或多个朝向按键(例如键盘上的按键配置为使用户408朝向键盘上其手指的位置)诸如“F”和“J”按键交互，计算设备402可以输出触觉效果。例如，计算设备402可以以短

EX1002 - Page 1289

持续时间输出低幅度振动。这可以允许用户408确定用户手指在虚拟键盘上的位置。

[0072] 在一些实施例中，用户界面可以被配置为模拟与真实世界对象的物理交互。例如，在一些实施例中，虚拟对象406可以包括虚拟砖。用户408可以通过与虚拟对象406交互同时施加软压力而"抓住"(例如，选择)虚拟对象406。一旦用户408抓住虚拟对象406，计算设备402可以输出触觉效果。例如，触觉效果被配置为模拟砖(例如，模拟的砖的纹理)。进一步，例如通过将手指沿着触摸屏显示器404移动同时施加强压力，用户408可以将虚拟对象406拖到新位置。一旦用户408移动虚拟砖，计算设备402可以输出触觉效果。例如，被配置为模拟移动砖(例如，可感知在触摸屏显示器404的表面上的摩擦系数的增加)的触觉效果。用户408可以在新位置放下虚拟对象406，例如通过释放强压力。在一些实施例中，当用户放下虚拟对象时，计算设备402可以输出触觉效果，例如被配置为模拟放下砖(例如，高幅度、短持续时间的振动)的触觉效果。

[0073] 作为另一示例，在一些实施例中，计算设备402可以包括游戏。游戏可以包括虚拟对象406，其包括泡沫包装。随着用户408与触摸屏显示器404交互，计算设备402可以输出触觉效果。例如，触觉效果被配置为模拟泡沫包装的感觉(例如，模拟的塑料纹理)。在这样的实施例中，随着用户408施加附加压力到触摸屏显示器404，用户可以捏破虚拟泡沫包装。在这样的实施例中，计算设备402可以输出被配置为模拟泡沫捏破(高幅度、短持续时间的振动)的触觉效果。在一些实施例中，计算设备402还可以输出泡沫包装捏破的一个或多个图像和/或播放捏破的声音。

[0074] 图5示出用于基于压力触觉效果的系统的另一实施例。系统500包括计算设备502。在这个示例中，计算设备502包括智能电话、电子阅读器或平板电脑。

[0075] 计算设备502还包括触摸屏显示器504。计算设备502可以经由触摸屏显示器504输出用户界面，包括多个虚拟对象。用户510可以与触摸屏显示器504和/或虚拟对象交互。如上所讨论的，计算设备502被配置为将用户510对计算设备502施加的压力归类到多个压力水平之一(例如，无压力、软压力或强压力)。在一些实施例中，每个压力水平可以与用户界面级别相关联。

[0076] 在一些实施例中，用户界面可以被配置为给用户提供信息。例如，在一些实施例中，用户510可以与关联于虚拟对象506的超链接交互(例如触摸)。用户510可以使用与用户界面级别相关联的量的压力与超链接交互，例如以执行功能。例如，用户可以使用软压力来与超链接交互，以观看相关联网页(例如，在气泡悬浮框中)的预览。作为另一示例，用户可以使用软压力与超链接交互以观看与网页相关联的其他数据(例如HTML或其他代码、网站统计或趋势，或者在网页内容内编码的元数据)。计算设备502可以输出与用户界面级别相关联的触觉效果(例如，中等幅度、中等持续时间的振动)。在一些实施例中，用户510可以使用与另一用户界面级别相关联的另一量的压力与超链接交互，例如以执行另一功能。例如，用户510可以使用强压力与超链接交互。在一些实施例中，强压力可以使得计算设备502打开指向与超链接相关联的网页的浏览器窗口。在这样的实施例中，计算设备502可以输出触觉效果。例如，被配置为模拟按钮按压的触觉效果。

[0077] 在一些实施例中，计算设备502可以输出被配置为简化与用户界面的用户交互的一个或多个触觉效果。例如，在一些实施例中，用户510可以使用软压力沿着触摸屏显示器504划动手指以滚动文本。在一些实施例中，计算设备502可以输出触觉效果，该触觉效果被

EX1002 - Page 1290

配置为减小触摸屏显示器504的表面上的摩擦系数。减小触摸屏显示器504的表面上的摩擦系数可以使得用户更容易沿着触摸屏显示器504移动手指以滚动文本。

[0078] 进一步，在一些实施例中，用户510可以使用与另一用户界面级别相关联的压力的量(例如强压力)与虚拟对象506交互以执行另一功能。例如，用户510可以使用强压力与虚拟对象506交互以选择文本。在一些实施例中，计算设备502可以输出触觉效果。例如，被配置为通知用户510文本已被选择的触觉效果(例如，中等幅度、短持续时间的振动)。这可以防止用户510错误选择或修改文本。

[0079] 在一些实施例中，一旦用户以与用户界面级别相关联的压力的量与虚拟对象508交互，计算设备502可以显示一个或多个新的虚拟对象512(或更新虚拟对象508)。例如，在一些实施例中，一旦用户与虚拟对象交互，计算设备502可以输出工具提示(例如，配置为给用户提供信息的悬浮框)。计算设备502还可以输出触觉效果。在一些实施例中，如果用户510施加额外压力，计算设备502可以在触摸屏显示器504上改变或更新虚拟对象508。例如，计算设备502可以在虚拟日历上将月输出从十二月改为一月。在一些实施例中，计算设备502还可以输出触觉效果。

[0080] 在一些实施例中，用户510可能能够使用各种量的压力(例如，无压力、软压力或强压力)与新虚拟对象512(例如工具提示)交互。例如，在一些实施例中，如果用户510使用软压力与工具提示交互，计算设备502可以输出额外文本信息。计算设备502还可以输出触觉效果。在这样的实施例中，如果用户510使用强压力与工具提示交互，计算设备可以播放声音或视频(例如，给用户提供额外非文本信息)。用户510可能能够使用与任意数量的用户界面级别之一相关联的量的压力与任意数量的虚拟对象交互。

[0081] 图6示出了用于基于压力的触觉效果的系统的又一实施例。系统600包括计算设备602。在此示例中，计算设备602包括桌面计算机。计算设备602与用户输入设备606(例如键盘)通信。计算设备602还与触敏表面608通信。用户可以经由用户输入设备606而与计算设备602交互。进一步，用户可以通过触摸、做手势或与触敏表面608的其它交互来与计算设备602交互。

[0082] 计算设备602进一步包括显示器604。计算设备602可以在显示器604上输出包括虚拟对象610的用户界面。在图6中所示的实施例中，计算设备602正在输出包括桃子的虚拟对象610。

[0083] 在一些实施例中，计算设备602可以被配置为模拟在不同深度与虚拟对象610交互或者与虚拟对象610的不同表面交互。例如，用户可以使用软压力与虚拟桃子交互。作为响应，计算设备602可以输出与软压力相关联的触觉效果。例如，计算设备602可以输出被配置为模拟桃子的绒毛或表皮的触觉效果。进一步，在一些实施例中，用户可以使用强压力与虚拟对象610交互。作为响应，计算设备602可以输出与强压力相关联的触觉效果。例如，计算设备602可输出触觉效果，该触觉效果被配置为模拟随着用户按压到桃子中、桃子内的湿软或柔软质地。这样，用户可以通过使用不同压力与用户界面交互而感受虚拟对象610的不同表面或深度。

[0084] 作为另一示例，在一些实施例中，虚拟对象610可以包括装有钉子的纸板箱。在一些实施例中，用户可以使用软压力与虚拟纸板箱交互。作为响应，计算设备602可以输出触觉效果，配置为模拟纸板箱(例如，纸板箱纹理)。在一些实施例中，用户可以使用强压力而

EX1002 - Page 1291

与虚拟的纸板箱的钉子交互。作为响应，计算设备602可以输出被配置为模拟纸板箱内的钉子的触觉效果(例如，金属纹理)。因此，用户可以通过使用不同量的压力与纸板箱交互而感知虚拟纸板箱内部和外部两者。

[0085] 在一些实施例中，虚拟对象610可以包括一个或多个图标。用户可以使用软压力与图标交互。作为响应，计算设备602可以执行功能，例如，计算设备602可以突出显示图标。突出显示图标可以提示用户该图标可以被激活(例如，可点击)。计算设备602还可以输出例如被配置为提示用户该图标可以被激活的触觉效果。在这样的实施例中，用户可以使用强压力与图标交互。作为响应，计算设备602可以执行功能，例如，计算设备602可以打开与图标相关联的程序。计算设备602可以输出与程序相关联的触觉效果或者以其他方式执行与激活图标相关联的命令。例如，计算设备602可以输出被配置为与程序的品牌或制造商相关联的触觉效果。因此，在一些实施例中，用户可能能够在不必观看显示器604的情况下，定位可以被激活的图标。进一步，用户可能能够在不必观看显示器604的情况下打开程序或执行与图标相关联的其他命令。因此，用户可以随意集中到其他活动上面同时与用户界面交互。

[0086] 图7示出用于基于压力的触觉效果的系统的另一实施例。系统700包括计算设备。在这个示例中，计算设备包括车载计算机(例如，用于控制一个或多个机动车系统或设备的计算机)。系统700包括触摸屏显示器702。计算设备可以经由触摸屏显示器702输出用户界面，该用户界面包括一个或多个虚拟对象。用户可以通过与触摸屏显示器702交互而提供输入给计算设备。系统700还可以包括一个或多个触敏按钮704、游戏杆、换挡器、或者其他用户接口设备。

[0087] 在一些实施例中，计算设备可以输出用户界面，该用户界面被配置为允许用户与用户界面交互而不必可视地聚焦于用户界面。例如，在一些实施例中，计算设备可以输出用户界面，包括地图(例如，用于导航)。在一些实施例中，用户可以使用软压力与地图交互。计算设备可以检测软压力并且将软压力与用户界面级别相关联，所述用户界面级别例如被配置为开启GPS导航。计算设备可以输出相关联的触觉效果。例如，触觉效果被配置为确认计算设备已经开启导航(小幅度、短持续时间的振动)。

[0088] 进一步，在一些实施例中，用户可以使用强压力与虚拟地图上的点交互。计算设备可以检测强压力并且将强压力与用户界面级别相关联，该用户界面级别被配置为输出与该点相关联的信息。该信息可以包括例如附近的加油站、餐馆、电影院、警察局、或医院，或者其他信息，诸如交通状况、限速或城市历史。在一些实施例中，计算设备可以至少部分基于信息的内容输出触觉效果。例如，如果信息包括附近的加油站，计算设备可以输出被配置为模拟机动车引擎的轰鸣声的触觉效果(例如，低幅度、长持续时间的振动)。作为另一示例，如果信息包括糟糕的交通状况，计算设备可以输出被配置为模拟“停停走走”的交通状况的触觉效果(例如，具有短持续时间的四个中等幅度的振动，以相等时间间隔隔开)。这样，用户可能能够与系统700交互且接收信息而不必使用户眼睛离开路面。

[0089] 用于基于压力的触觉效果的说明性方法

[0090] 图8是根据一个实施例用于执行用于提供基于压力的触觉效果的方法的步骤的流程图。在一些实施例中，图8中的步骤可以以由处理器执行的程序代码来实现，处理器例如是通用计算机、移动设备或服务器中的处理器。在一些实施例中，这些步骤可以由处理器组来实现。在一些实施例中，图8中所示的一个或多个步骤可以被忽略或以不同次序执行。类

EX1002 - Page 1292

似地，在一些实施例中，可以执行图8中未示出的额外步骤。结合上面关于图1中所示的系统100所述的部件来描述下面的步骤。

[0091] 进一步，结合画图应用来描述下面的步骤。用户可以与画图应用交互以画出虚拟图像。用户可以与画图应用交互，例如通过用手指沿着触敏表面116的表面划动。

[0092] 方法800开始于步骤802，这时处理器102从压力传感器132接收传感器信号。传感器信号可以与用户可以用来与触敏表面116交互的压力的量相关联。例如，用户可以用手指沿着触敏表面116划动以执行与画图应用相关联的功能，诸如画出直线。压力传感器132可以检测与划动相关联的压力的量并且将传感器信号发射到处理器102。

[0093] 方法800继续到步骤804，此时处理器102确定压力水平(例如基于传感器信号)。如上所注意到的，压力水平包括落入两个压力阈值之间的压力的范围。在一些实施例中，处理器102可以确定所检测到的压力是否落入与压力水平(例如，软压力水平或强压力水平)相关联的压力范围内。如果落入的话，处理器102可以确定压力水平。例如，如果所检测到的压力落入到软压力水平的范围内，处理器102可以确定软压力水平。

[0094] 方法800继续到步骤806，此时处理器102至少部分基于压力水平来确定用户界面级别。在一些实施例中，处理器102可以依赖于存储器104中的编程来确定用户界面级别。例如，在一些实施例中，存储器104可以包括查找表。在一些实施例中，处理器102可以使用查找表来将压力水平与特定用户界面级别相关联。例如，处理器102可以查阅查找表并且将软压力水平与第一用户界面级别相关联。

[0095] 在一些实施例中，处理器102可以将单个压力水平与用户界面级别相关联。例如，处理器102可以将软压力与第一用户界面级别相关联，将强压力与第二用户界面级别相关联。在其他实施例中，处理器102可以将多个压力水平与用户界面级别相关联。例如，在一些实施例中，处理器102可以将软压力和强压力与单个用户界面级别相关联。

[0096] 方法继续到步骤808，此时处理器102执行与用户界面级别和/或用户交互相关联的功能。在一些实施例中，功能可以包括输出、去除、改变、更新或删除用户界面中的虚拟对象。例如，如果用户施加软压力到触敏表面116，处理器102可以执行与第一用户界面级别和用户交互相关联的功能。功能可以包括例如在画图应用中通过模仿用户手指沿着触敏表面116移动的路径的形状来画出黑线。如果用户施加强压力到触敏表面116，处理器102可以执行与第二用户界面级别和用户交互相关联的功能。功能可以包括例如擦除与用户交互相关联的虚拟图像的一部分。

[0097] 在其他实施例中，功能可以包括输出音频数据、视频数据或信息(例如，附近的加油站、餐馆、电影院、警察局或医院，或者交通状况或限速)。例如，在一些实施例中，一旦用户施加强压力到触敏表面116，处理器102可以输出音频数据，包括怎样使用画图应用的指令。在一些实施例中，功能可以包括进行电话呼叫；发送文本消息、SMS消息或电子邮件；打开网络浏览器或访问网站；打开应用；执行后台处理；执行前台处理；保存文件；打开文件；执行游戏功能；接收数据；发送数据；或者任何其他数量或配置的计算机功能。例如，在一些实施例中，一旦用户从触敏表面116去除压力，处理器102可以保存虚拟图像。

[0098] 方法继续到步骤810，此时处理器102至少部分基于用户交互改变在显示器上的虚拟对象输出的特性(例如，可视性、类型、大小、形状、宽度、长度、颜色、图案、位置、运动或内容)。例如，一旦用户施加软压力到触敏表面116，处理器102可以将与用户交互相关联的光

EX1002 - Page 1293

标图像，从默认图像改变为画笔。这可以向用户表示用户可以使用软压力来画线。进一步，一旦用户施加强压力到触敏表面116，处理器102可以改变光标图像为橡皮擦。这可以向用户表示用户可以使用强压力来擦除虚拟图像的一部分。

[0099] 方法800继续到步骤812，此时处理器102至少部分基于用户界面级别和用户交互来确定触觉效果。在一些实施例中，处理器102可以依赖于包含在触觉效果确定模块126中的编程来确定触觉效果。在一些实施例中，处理器102可以将多个触觉效果与每个用户界面级别或用户交互相关联。

[0100] 在一些实施例中，处理器102可以关联用于各个用户界面级别或用户交互的不同触觉效果。例如，处理器102可以将第一用户界面级别与包括触敏表面116的表面上的可感知摩擦系数的减小的触觉效果相关联。这可以使得用户画图更容易，因为用户可能能够更容易地沿着触敏表面116的表面移动手指。处理器102可以将第二用户界面级别与包括振动的触觉效果相关联。这可以提示用户设置已改变，如果与第二用户界面级别相关联的功能包括例如改变绘图设置(例如改变绘图工具的颜色)，这可能较为合适。

[0101] 在一些实施例中，处理器102可以基于与用户交互相关联的压力的量来确定触觉效果。例如，在一些实施例中，如果用户在压力阈值以下与触敏表面116交互，处理器102可以确定触觉效果。例如，如果用户以软压力与触敏表面116交互，处理器102可以确定包括静电触觉效果(例如可告知摩擦系数的改变)的触觉效果。进一步，在一些实施例中，如果用户在压力阈值以上与触敏表面116交互，处理器102可以确定触觉效果。例如，如果用户以强压力与触敏表面116交互，处理器102可以确定包括振动的触觉效果。在一些实施例中，处理器102可以基于压力的量输出不同触觉效果，因为用户所感知的触觉效果的质量可以随着压力而改变。例如，如果用户施加更多压力给触敏表面116，静电触觉效果的质量可以被用户感知为较差。

[0102] 在一些实施例中，处理器102可以至少部分基于来自触摸传感器108、传感器130的信号、事件或算法来确定触觉效果。这里所使用的事件是在设备操作期间的任何交互、行为、碰撞或者其他事件，其可以潜在包括相关联触觉效果。在一些实施例中，事件可以包括用户输入(例如，按钮按压、操纵游戏杆、与触敏表面交互、倾斜或导向用户接口设备)、系统状态(例如，低电量、低存储量、或者系统通知，诸如基于系统接收到进入呼叫而生成的通知)、发送数据、接收数据或程序事件(例如，如果程序是游戏，程序事件可以包括爆炸、枪击、碰撞、游戏角色之间的交互、进入新级别或者在颠簸地形上驾驶)。例如，在一些实施例中，处理器102可以将进入呼叫与包括振动的触觉效果相关联。如果在进入呼叫期间用户正以与用户界面级别相关联的量的压力来接触计算设备101，则处理器102可以确定包括低幅度振动的触觉效果。如果在进入呼叫期间用户正以与另一用户界面级别相关联的量的压力来接触电话，处理器102可以确定不同的触觉效果，例如包括高幅度振动的触觉效果。

[0103] 在一些实施例中，触觉效果确定模块126可以包括查找表。在一些实施例中，处理器102可以使用查找表来将事件、用户交互或用户界面级别与特定触觉效果(例如纹理)相关联。在一些实施例中，查找表可以包括与用户界面的特征或用户界面级别以及多个可用触觉效果相关联的数据。例如，一些实施例中，查找表可以包括以用户界面，诸如在虚拟按钮上滑动用户手指，进行的用户交互以及多个可用触觉效果相关联的数据。例如，在这样的实施例中，响应于用户在虚拟按钮上滑动手指，处理器102可以查阅查找表。基于查找表，处

EX1002 - Page 1294

理器102可确定要由触觉输出设备118输出的触觉效果，其中，在触敏表面116上所感知的摩擦系数被增加。在一些实施例中，增加量可以基于用户界面级别。在一些实施例中，多个可用触觉效果可包括多个纹理。例如，多个纹理可以包括以下纹理中的一个或多个：沙、玻璃、冰、橡胶、水或任何其他可用纹理。

[0104] 在一些实施例中，用户可以具有“触觉档案”，其中，用户可以在存储器104中确定并保存用户想要与特定事件、用户交互和/或用户界面级别相关联的触觉效果的“档案”。例如，在一些实施例中，用户可以从可用触觉效果的列表中选择并且将这些触觉效果的一个或多个与用户交互相关联。在一个实施例中，该列表可以包括例如触觉效果，诸如快速流动感觉、缓慢流动感觉、强烈振动、轻微振动、或者诸如颠簸、弹性或光滑的纹理。在一些实施例中，用户可以将多个触觉效果与特定虚拟对象相关联，在一些实施例中，每个触觉效果可以与不同用户交互相关联。处理器102可以查阅用户的触觉档案以确定生成哪种触觉效果。例如，如果用户的触觉档案将沿着虚拟滑块的划动与振动相关联，响应于用户沿着虚拟滑块划动，处理器102可以确定用户感知振动的触觉效果。

[0105] 方法继续到步骤814，此时处理器102确定虚拟对象的特性。在一些实施例中，特性可以包括虚拟对象的可见性、类型、大小、形状、宽度、长度、颜色、图案、位置、运动或内容。在一些实施例中，处理器102可确定虚拟对象的特性，用户与之交互，例如经由触敏表面116。例如，处理器102可以确定与用户所画的虚拟图像相关联的一个或多个颜色。例如，处理器102可以确定，与虚拟图像相关联的颜色是橙色与蓝色。

[0106] 方法继续到步骤816，此时处理器102至少部分基于虚拟对象的特性来确定触觉效果。例如，处理器102可以至少部分地基于虚拟对象的可见性、类型、大小、形状、宽度、长度、颜色、图案、位置、运动或内容来确定触觉效果。在一些实施例中，处理器102可以使用关于步骤812所述的任何方法(例如，算法、触觉档案、或查找表)来至少部分地基于虚拟对象的特性而确定触觉效果。例如，处理器102可以查阅查找表，并且将橙色和蓝色的混合与包括振动的触觉效果相关联。这可以向用户表示橙色和蓝色可能在美学上不合适在一起。

[0107] 方法800继续到步骤818，此时处理器102生成与触觉效果相关联的触觉信号。触觉信号至少部分地基于触觉效果。在一些实施例中，处理器102可以访问存储在存储器104中且与特定触觉效果相关联的驱动信号。在一个实施例中，通过访问存储的算法和输入与触觉效果相关联的参数来生成信号。例如，在这样的实施例中，算法可以输出数据用于基于幅度和频率参数来生成驱动信号。作为另一示例，触觉信号可以包括要由致动器解码的数据。例如致动器自身可以响应于规定诸如幅度和频率的参数的命令。触觉信号可以是模拟或数字的。

[0108] 方法800继续到步骤820，此时处理器102发射触觉信号到触觉输出设备118。触觉输出设备118被配置为接收触觉信号并输出触觉效果。例如，触觉输出设备118可以接收触觉信号并输出触觉效果，所述触觉效果包括例如在触敏表面116上可感知的摩擦系数的减小和/或振动。这些触觉效果可以例如使得用户绘画更为简单，或者提示用户在用户的虚拟图像中的颜色可能在美学上不合适在一起。

[0109] 基于压力的触觉反馈的优点

[0110] 存在许多对于基于压力的触觉效果的优点。这样的系统可以允许用户在不看设备的情况下进行状态确定(例如，确定设备所处于的模式)。这样，用户可能能够保持聚焦于其

EX1002 - Page 1295

他任务。例如，用户可能能够在无需可视地聚焦于显示器的情况下进行有关程序中或用户界面上的可用操作的确定。类似地，触觉效果可以充当对于操作可用、已完成、或者为某个重要级别的确认。

[0111] 在一些实施例中，基于压力的触觉效果可以允许更独特、交互和有效的用户界面。例如，在一些实施例中，通过施加不同量的压力到用户界面部件，用户可能能够执行更宽范围的功能，同时与单个用户界面部件交互。进一步，在一些实施例中，用户可能能够使用一个量的压力(例如软压力)来定位用户界面部件的位置以及通过使用另一量的压力(例如强压力)来激活用户界面部件。这样，用户可能能够在不必从用户界面上移除用户手指的情况下，定位用户界面部件且执行相关联的功能。这不像传统用户界面那样——用户必须从用户界面上移除其手指然后执行敲击来激活用户界面部件。例如在运动车辆中，这样的敲击会是挑战，其中环境运动、认知负荷和视觉分心可能使其难以精确在用户界面部件上敲击。

[0112] 在其他实施例中，基于压力的触觉效果可以启用非视觉界面。例如，在一些实施例中，用户可能能够通过用户的手指使用与用户界面级别相关联的量的压力来开拓(explore)非视觉用户界面。一旦用户手指与不可见界面部件(例如，虚拟音量开关)的位置交互，计算设备可以输出触觉反馈。这可以允许用户识别不可见界面部件的位置。一旦识别了界面部件的位置，用户可能能够以与另一用户界面级别相关联的量的压力与界面部件交互(例如按压)，例如用于执行与不可见界面部件相关联的功能(例如，增加音量)。作为响应，系统可以执行功能和/或向用户提供触觉反馈，例如，以确认用户输入的接收。

[0113] 在一些实施例中，基于压力的触觉效果可以提供更现实或沉浸式的用户体验。例如，在一些实施例中，用户可以使用与压力水平相关联的量的压力与虚拟对象交互。用户可以接收触觉反馈，该触觉反馈被配置为模拟与虚拟对象相关联的表面(例如，一个水果外)。用户可以进一步使用与另一压力水平相关联的量的压力与虚拟对象交互。用户可以接收被配置为模拟与虚拟对象相关联的不同表面(例如，一个水果内)的触觉反馈。在一些实施例中，这可以使得虚拟对象感觉更加现实和/或三维。进一步，通过将不同触觉效果与不同压力水平相关联，用户可能能够感知多个触觉效果同时与单一的虚拟对象交互。这可以允许更大范围的触觉体验。

[0114] 在一些实施例中，基于压力的触觉效果可以提供更安全的用户体验。例如，通过传统触敏界面，当与触敏表面交互以便计算设备登记用户输入时，用户可能难以确定要施加多少压力(或者用户正在施加多少压力)。这可能使得用户以大量的压力与触敏表面交互，这可能损害触敏表面、弄伤用户、或者引起疲劳或紧张。然而，在一些实施例中，基于压力的触觉效果可能向用户通知计算设备已经接收到用户输入或用户已经以正确量的压力与各种对象交互。因此，用户可以使用更小的整体压力来与触敏表面交互，由此防止用户受伤或对计算设备造成损伤。

[0115] 进一步，在一些实施例中，基于压力的触觉效果可能允许计算设备替换常规开关。这可能允许计算设备操作为多功能控制器和/或用于之前未使用的地方。在一些实施例中，使用计算设备作为多功能控制器或者在之前未使用的地方可能降低价格并增加整体用户满意度。

[0116] 一般考虑

[0117] 上面讨论的方法、系统和设备都是示例。各种配置可以适当地忽略、替换或添加各

EX1002 - Page 1296

种步骤或部件。例如，在可替换配置中，方法可以以不同于所述的次序来执行，和/或各种阶段可以被添加、忽略和/或合并。而且，关于特定配置所述的特征可以被合并在各种其他配置中。配置的不同方面和元素可以以类似方式合并。而且，技术演进以及由此的许多元素都是示例，不限定公开内容或权利要求的范围。

[0118] 在说明书中给出了特定细节以提供对示例配置(包括实施)的透彻理解。但是，配置可以不用这些具体细节而实践。例如，公知的电路、处理、算法、结构和技术已被示出而略去不必要的细节，以便避免模糊配置。该描述仅提供了示例配置，而不限制权利要求的范围、适用性或配置。实际上，在先的配置描述将向本领域技术人员提供用来实现所述技术的使能描述。可以在不背离公开内容的精神或范围的情况下，进行元素的功能和布置上的各种改变。

[0119] 而且，配置可以被描述作为描绘为流程图或框图的处理。尽管每个可以描述操作为顺序处理，许多操作可以并行或同时被执行。此外，操作的次序可以被重新安排。处理可以具有不包括在图中的额外步骤。而且，方法的示例可以由硬件、软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言或其任何组合来实现。当以软件、固件、中间件或微代码实现时，执行必要任务的程序代码或代码段可以被存储在诸如存储介质的非瞬时计算机可读介质中。处理器可以执行所述的任务。

[0120] 已经描述了若干示例配置，可以在不背离公开内容的精神的情况下，使用各种修改、替换构造或等价物。例如，上面的元素可以是更大系统的部件，其中，其他规则可以优先或修改本发明的应用。而且，可以在考虑上面的元素之前、期间或之后进行多个步骤。因此，上面的描述不约束权利要求的范围。

[0121] 这里“适于”或“配置为”的使用意味着开放和包含的语言，其不排除适于或配置为执行额外任务或步骤的设备。此外，“基于”的使用意味着开放和包含，“基于”一个或多个所引条件或值的处理、步骤、计算或其他行为实际上可以基于超越所引的额外的条件或值。这里包括的小标题、列表或编号是仅仅用于解释的便利而不意味着限定。

[0122] 根据本主题的各方面的实施例可以以数字电子电路、计算机硬件、固件、软件或者前述的组合来实现。在一个实施例中，计算机可以包括一个或多个处理器。处理器包括计算机可读介质或可访问计算机可读介质，计算机可读介质诸如耦合到处理器的随机存取存储器(RAM)。处理器执行存储在存储器中的计算机可执行程序，诸如执行一个或多个计算机程序，包括传感器采样程序、选择程序和其他程序来执行上述的方法。

[0123] 这样的处理器可以包括微处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、场可编程门门阵列(FPGA)和状态机。这样的处理器可以进一步包括可编程电子器件，诸如PLC、可编程中断控制(PIC)，可编程逻辑驱动(PLD)，可编程只读存储器(PROM)、电可擦写只读存储器(EPROM或EEPROM)或者类似器件。

[0124] 这样的处理可以包括介质，或者可以与介质通信，介质例如是有形计算机可读介质，其可以存储指令，当指令被处理器执行时，可以使得处理器执行这里所述由处理器执行或辅助的步骤。计算机可读介质的实施例可以包括但不限于，所有电子、光学、磁性或其他存储设备，能够向处理器，诸如网络服务器中的处理器，提供计算机可读指令。其他的介质的示例包括但不限于，软盘、CD-ROM、磁盘、存储器芯片、ROM、RAM、ASIC、配置处理器、所有光学介质、所有磁带或其他磁性介质，或者可以计算机处理器可以从中读取的任何其他介质。

EX1002 - Page 1297

而且，各种其他设备可以包括计算机可读介质，诸如路由器、专用或公用网络、或者其他传输设备。所述的处理器和处理可以被描述为一个或多个结构，并且可以通过一个或多个结构来传播。处理器可以包括用于执行这里所述一个或多个方法的代码。

[0125] 尽管关于其特定实施例详细描述了本主题，本领域技术人员将认识到，一旦获得前述的理解，可以易于产生对这样的实施例的更改、变形和等价物。因此，应该理解的是，本公开内容已经出于示例的目的而被呈现，而并非限制，并且不排除包括这样的修改、变形和/或对本主题的增添，如本领域普通技术人员将易于认识到的。

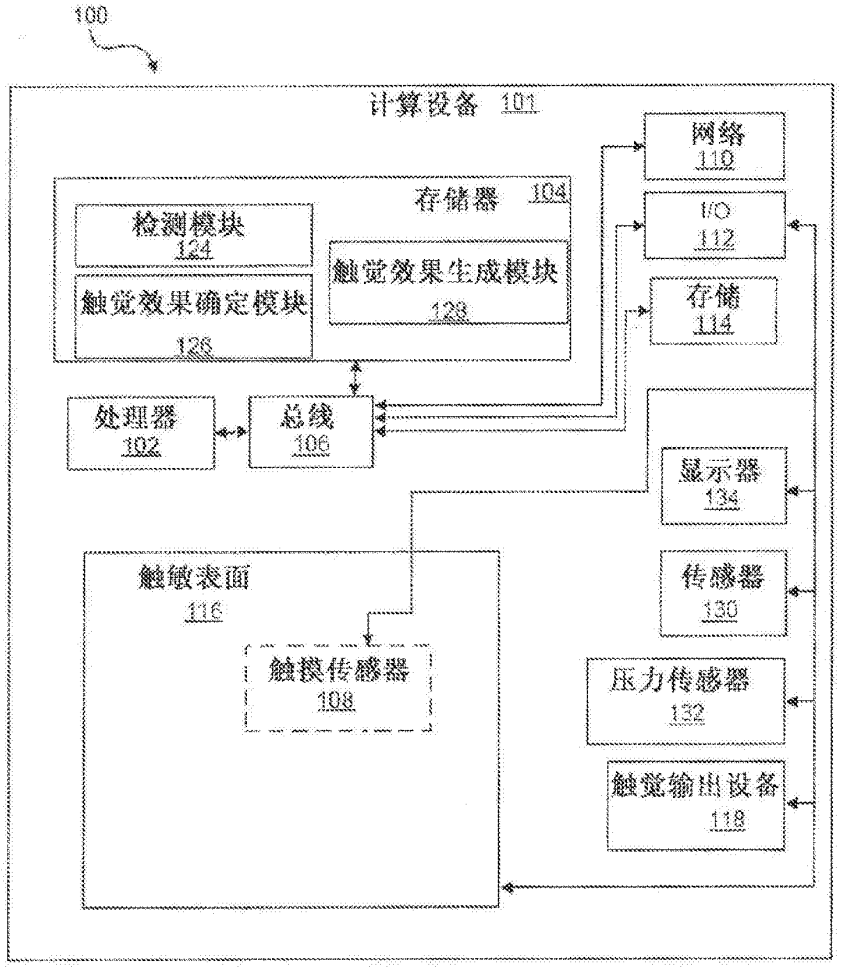

100
计算设备 101
网络 110
存储器 104
检测模块 124
触觉效果生成模块 128
I/O 112
触觉效果确定模块 126
存储 114
处理器 102
总线 106
显示器 134
触敏表面 116
传感器 130
触摸传感器 108
压力传感器 132
触觉输出设备 118

图1

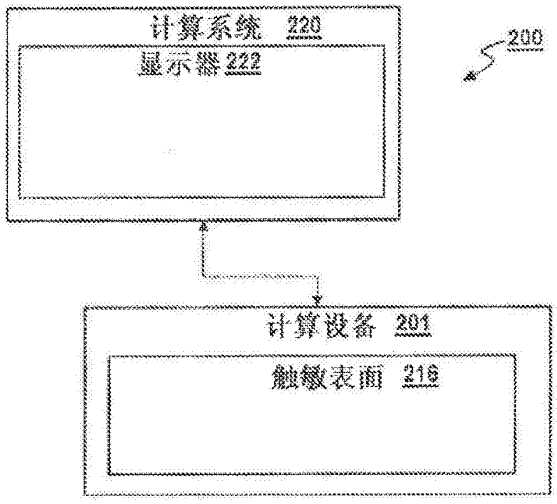


图2

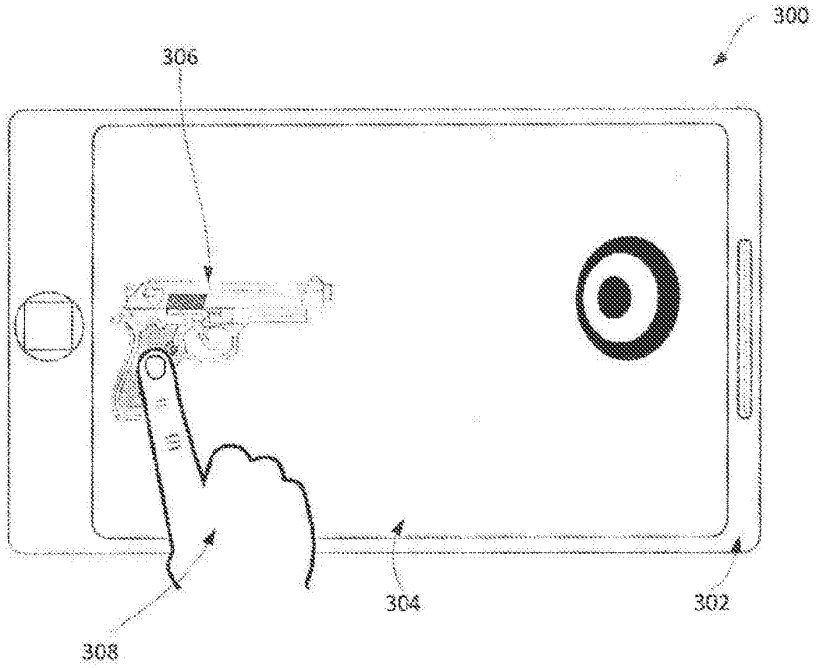


图3

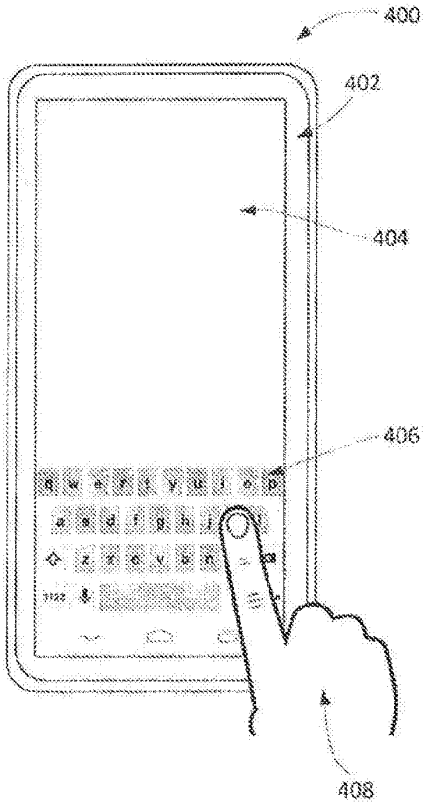

400
402
404
406
408

图4

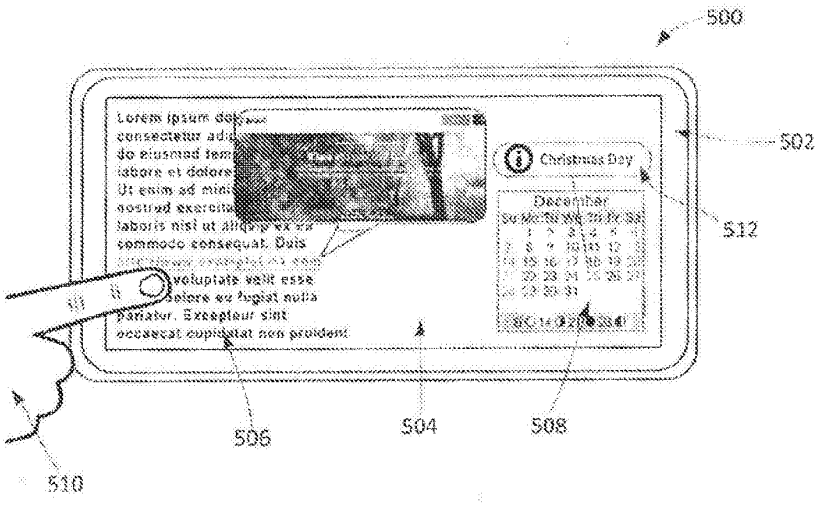

500
502
512
Christmas Day
December
506
504
508
510

图5

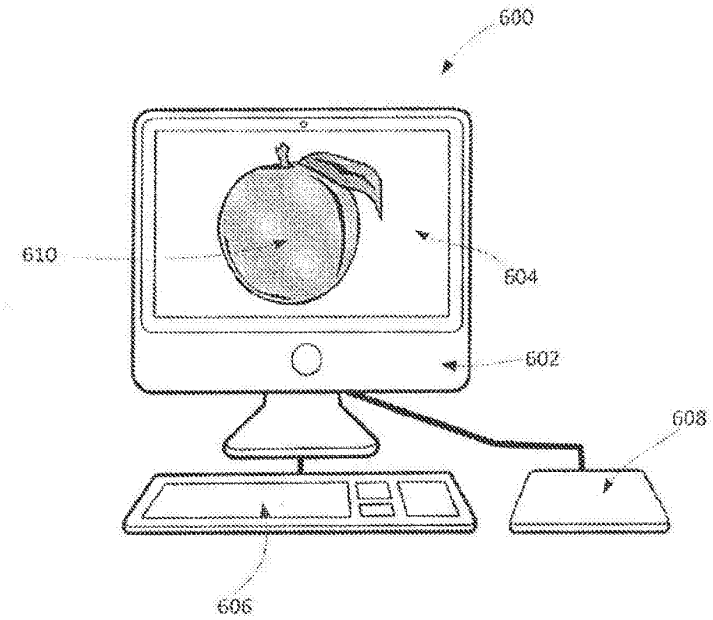


图6

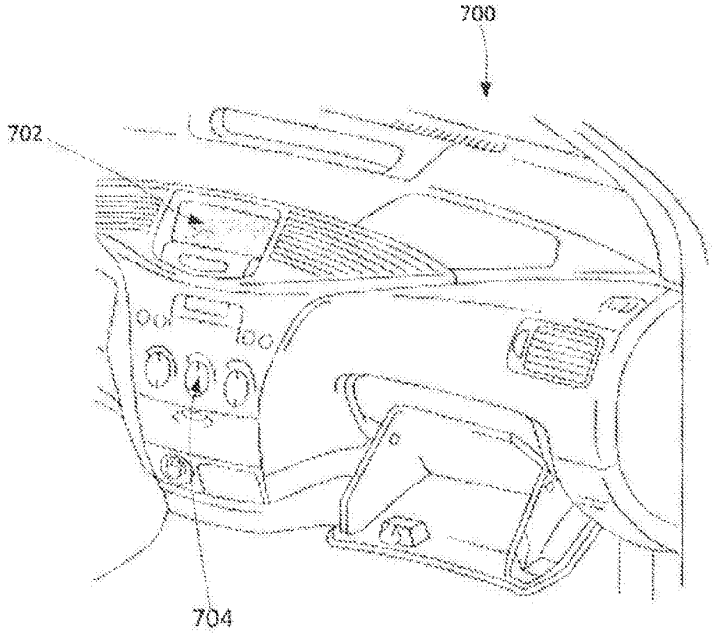


图7

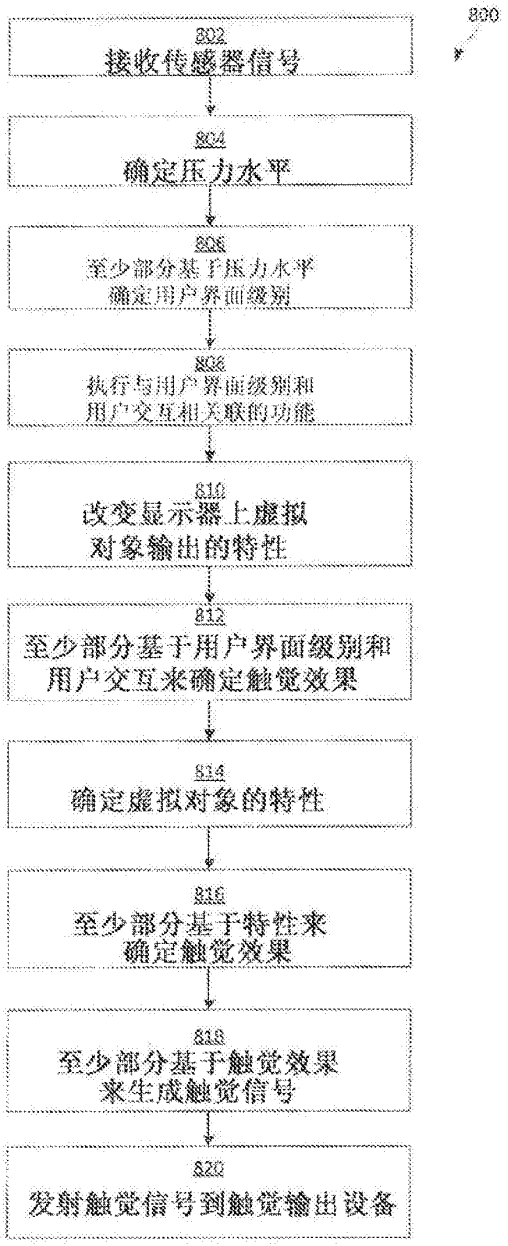

800
802
接收传感器信号
804
确定压力水平
806
至少部分基于压力水平
确定用户界面级别
808
执行与用户界面级别和
用户交互相关联的功能
810
改变显示器上虚拟
对象输出的特性
812
至少部分基于用户界面级别和
用户交互来确定触觉效果
814
确定虚拟对象的特性
816
至少部分基于特性来
确定触觉效果
818
至少部分基于触觉效果
来生成触觉信号
820
发射触觉信号到触觉输出设备

图8

Espacenet

Bibliographic data: CN105900045 (A) — 2016-08-24

Touch sensor detector system and method

Inventor(s): ROSENBERG LLYA DANIEL; ZARRAGA JOHN AARON ± (伊利亚·丹尼尔·罗森伯格, ; 约翰·亚伦·萨拉加)

Applicant(s): SENSEL INC ± (森赛尔股份有限公司)

Classification: - international: ***G06F3/041***
- cooperative: G06F3/03545 (EP, US); G06F3/04144 (EP, US); G06F3/04162 (EP, US); G06F3/041661 (EP, US); G06F3/04182 (EP, US); G06F3/0441 (EP, US); G06F3/0442 (EP, US); G06F3/0443 (EP, US); G06F3/0446 (EP, US); G06F3/0447 (EP, US); G06F3/046 (EP, US); G06F2203/04104 (EP, US)

Application number: CN20148065162 20140927 Global Dossier

Priority number(s): US201361883597P 20130927 ; US201461928269P 20140116 ; US201414314662 20140625 ; US201462025589P 20140717 ; US201414499001 20140926 ; US201414498478 20140926 ; WO2014US57912 20140927

Also published as: CN105900045 (B) CN105900046 (A) CN105900046 (B) EP3049900 (A1) EP3049900 (A4) EP3049900 (B1) EP3049901 (A1) EP3049901 (A4) EP3049901 (B1) EP3049902 (A1) EP3049902 (A4) EP3049902 (B1) less

Abstract of CN105900045 (A)

A touch sensor detector system and method incorporating an interpolated sensor array is disclosed. The system and method utilize a touch sensor array (TSA) configured to detect proximity/contact/pressure (PCP) via a variable impedance array (VIA) electrically coupling interlinked impedance columns (IIC) coupled to an array column driver (ACD), and interlinked impedance rows (IIR) coupled to an array row sensor (ARS). The ACD is configured to select the IIC based on a column switching register (CSR) and electrically drive the IIC using a column driving source (CDS). The VIA conveys current from the driven IIC to the IIC sensed by the ARS. The ARS selects the IIR within the TSA and electrically senses the IIR state based on a row switching register (RSR). Interpolation of ARS sensed current/voltage allows accurate detection of TSA PCP and/or spatial location.

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109000816A
(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201480063162.1

(22)申请日 2014.09.27

(30)优先权数据
61/883,697 2013.09.27 US
61/928,269 2014.01.16 US
14/314,682 2014.06.25 US
62/025,589 2014.07.17 US
14/499,001 2014.09.26 US
14/498,478 2014.09.26 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.06.27

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/057912 2014.09.27

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/048583 EN 2015.04.02

(71)申请人 森赛尔股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 伊利亚·乌尼尔·罗森伯格
约翰·亚伦·萨拉加

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224
代理人 贾振宏

(51)Int.Cl.
G06F 3/044(2006.01)

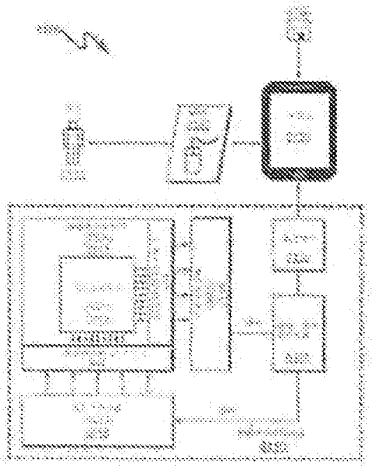
权利要求书4页 说明书15页 附图8页

(54)发明名称

触摸传感器检测器系统及方法

(57)摘要

本申请公开了包含内嵌传感器阵列的触摸传感器检测器系统和方法。所述系统和方法利用了触摸传感器阵列(TSA)。所述TSA配置为经由电偶联至互连组件(IIC)和互连进行(IIR)的可变阻抗阵列(VIA)，检测接近度/接触/压力(PCP)。其中所述IIC偶联至阵列驱动器(ACD)，所述IIR偶联至阵列行传感器(ARS)。ACD配置为基于列开关寄存器(CSR)来选择IIC，并使用列驱动器(CDS)来电驱动IIC。VIA将来自被驱动的IIC的电流传输给由ARS感测到的IIC。ARS选择TSA的IIR，并基于行开关寄存器(RSR)对IIR状态进行电子传感。ARS感测电流/电压的内嵌允许对TSA PCP和/或空间位置进行准确检测。



CN 109000816 A

1.一种触摸传感器检测器系统，包括：

(a)触摸传感器阵列(TSA)；

(b)阵列列驱动器(ACD)；

(c)列开关寄存器(CSR)；

(d)列驱动源(CDS)；

(e)阵列行传感器(ARS)；

(f)行开关寄存器(RSR)；

(g)模拟数字转换器(ADC)；以及

(h)计算控制装置(CCD)；

其中

所述TSA包括可变阻抗阵列(VIA)，所述VIA包含VIA列和VIA行；

所述VIA配置为使所述TSA内的多个互连阻抗列(IIC)与所述TSA内的多个互连阻抗行(IIR)电偶联；

所述IIC进一步包括在所述VIA列之间串联电连接的多个单独的列阻抗元件(ICIE)；

所述IIR进一步包括在所述VIA行之间串联电连接的多个单独的行阻抗元件(IRIE)；

所述ACD配置为基于所述CSR在所述TSA内选择所述IIC；

所述ACD配置为使用所述CDS电驱动所述选定的IIC；

所述ARS配置为基于所述RSR在所述TSA内选择所述IIR；

所述ADC配置为感测所述选定的IIR的电状态并将所述电状态转换为感测的数字值(SDV)；

所述电状态由所述VIA内的可变阻抗元件的电流贡献的总和确定，其中每个元件由所述电流贡献由所述VIA列之间形成的分压器、所述VIA行之间形成的电流分路以及所述阻抗元件的状态确定，从而对与所述VIA的指定行-列交叉点产生感测电流；以及

所述CCD配置为在所述TSA内的多个位置，从所述ADC对所述SDV进行采样，以形成触摸传感器矩阵(TSM)数据结构。

2.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CDS包括选自包括以下各项的组中的电源：DC电压源；AC电压源；任意波形发生器(AWG)电压源；DC电流源；AC电流源；以及任意波形发生器(AWG)电流源。

3.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CSR配置为将所述IIC的每个单独的外阵列电偶联至选自包括以下各项的组中的电源类型：开路；零电位电压源；由所述CSR定义的电压源；由所述CSR定义的电流源；源自所述CDS的电压；以及源自所述CDS的电流。

4.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述RSR配置为将所述IIR的每个单独的外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的电源类型：开路；零电位电压源；由所述RSR定义的电压源；由所述RSR定义的电流源；以及所述ADC。

5.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述ICIE包括多个与相邻的所述VIA的列电偶联的电阻器，且所述IRIE包括多个与相邻的所述VIA的行电偶联的电阻器。

6.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列中的行与所述阵列中的列电偶联的压敏电阻元件阵列，其中所述电偶联根据施加于所述

TSA上的压力而变化。

7.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为通过动态地改变所述CSR和所述RSR的配置来改变由所述ADC所采样的所述TSA有效面积。

8.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSR并产生选自包括以下各项的组中的数字指针值(DPV)矢量：所述TSA上的多个内插位置，所述TSA上的多个内插最大压力位置；施加至所述TSA的多个内插总力；所述TSA上被感测的多个内插总区域；所述TSA上的多个内插压力位置，所述TSA上的多个检测形状；所述TSA上的多个检测的椭圆形的内插位置，其中每个所述椭圆形包括主要轴、次要轴和转动方向。

9.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述ADC包括含有电压数字转换器或电流数字转换器的信号转换器，其中所述信号转换器电偶联至选自包括以下各项的组中的信号调节电路：放大器；低通滤波器；以及低通滤波器和放大器的组合。

10.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA还包括通过位于所述物理列和物理行的交叉点处的压敏传感元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述压敏传感元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列。

11.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIC包括可变电阻器，其将所述VIA的列与所述CSR所限定的所述可变电阻器的电阻互连。

12.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIR包括可变电阻器，其将所述VIA的行与所述RSR所限定的所述可变电阻器的电阻互连。

13.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个电阻器。

14.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个电阻器。

15.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个MOSFET。

16.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个MOSFET。

17.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，用于互连所述LIC的阻抗基于所述CSR而动态配置。

18.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述用于互连所述LIR的阻抗基于所述RSR而动态配置。

19.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，基于所述CSR的状态而改变所述CDS。

20.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，基于所述RSR的状态而改变所述CDS。

21.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件具有比所述ICTE的阻抗幅度大的阻抗幅度。

22.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件具有比所述

IRIE的阻抗幅度大的阻抗幅度。

23.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件具有比所述ICIE和所述IRIE两者的阻抗幅度大的阻抗幅度。

24.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述ADC包括配置为基于所述IIR的所述电状态的历史平均值而激活的动态可调节的阈值检测器。

25.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为改变所述CSR和所述RSR的调整速率和所述ADC的采样速率。

26.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSM依序存储在三维矩阵中，以提供施加到所述TSA的基于时间的压盖的时间性表示。

27.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述COS包括在不同频率下操作的多个AC电源。

28.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述ADC用于分辨多个AC频率。

29.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，

所述VIA的多个列经由使用在不同频率下操作的多个AC电源对所述COS进行调节在所述CCD的控制下驱动；和

所述VIA的多个行经由所述ADC在所述CCD的控制下被感测。

30.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述ADC配置为在所述选定的IIR中同时分辨多个AC频率，并为每个所述经分辨的AC频率产生所述SDV。

31.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行和所述阵列的列电偶联的电容敏感元件阵列，其中所述电偶联基于所述TSA感测到的电容而变化。

32.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括共同配置为将所述阵列的行和所述阵列的列电偶联的电容敏感元件和压敏元件阵列，其中所述电偶联基于所述TSA在所述阵列的行和所述阵列的列的交叉点处感测到的电容和压力而变化。

33.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为采集VIA力和压力传感数据和VIA电容触摸感测数据，并将其储存在所述TSM中。

34.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述系统还包括配置为接收从所述IIC或所述IIR发送的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

35.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述系统还包括配置为发射供所述IIC和所述IIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

36.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述系统还包括配置为发射供所述IIC或所述IIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)，其中所述无线信号基于对所述ACS的用户输入而改变。

37.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括非矩形阵列结构。

38.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括正交的行感测元件和列感测元件的阵列。

39.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括非正交的行感测元件和列感测元件的阵列。

40.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括行感测元件和列感测元件的径向阵列。

41.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括行感测元件和列感测元件的椭圆阵列。

42.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为将所述TSM发送到数字数据处理器(DDP)。

43.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CSR配置为将所述TIC的外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电源：开路；零电位电压源；由所述CSR定义的电压源；由所述CSR定义的电流源；源自所述CDS的电压；以及源自所述CDS的电流。

44.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述RSR配置为将所述TIR的外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电路：开路；零电位电压源；由所述RSR定义的电压源；由所述RSR定义的电流源；以及所述ADC。

45.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个阻抗。

46.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个有源电路。

47.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个阻抗。

48.根据权利要求1所述的触摸传感器检测系统，其中，所述TIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个有源电路。

49.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSM包括的列数小于或等于所述VIA中的列数。

50.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSM包括的行数小于或等于所述VIA中的行数。

51.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的内插位置的数字指针值(DPV)。

52.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的内插最大压力位置的数字指针值(DPV)。

53.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加至所述TSA的内插总力的数字指针值(DPV)。

54.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于在所述TSA上感测到的内插总面积的数字指针值(DPV)。

55.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于在所述TSA上的检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)。

56.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于包括主要轴、次要轴和旋转方向的所检测的椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)。

EX1002 - Page 1309

57.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插位置的数字指针值(DPV)的矢量。

58.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插最大压力位置的数字指针值(DPV)的矢量。

59.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加至所述TSA的多个内插总力的数字指针值(DPV)的矢量。

60.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上感测到的多个内插总面积的数字指针值(DPV)的矢量。

61.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插压力位置的数字指针值(DPV)的矢量。

62.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)的矢量。

63.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上多个检测到的椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)的矢量，其中所述椭圆形的每一个包括主要轴、次要轴和旋转方向。

64.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIR的电状态在被所述ADC感测之前，由信号调节器进行处理。

65.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述ADC包括电压数字转换器。

66.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述ADC包括电流数字转换器。

67.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述V1A还包括经由位于所述物理列和所述物理行的交叉点处的电容传感元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述电容传感元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列。

68.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIC内的所述阻抗基于所述CSR的状态而可动态配置。

69.根据权利要求1所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述LIR内的所述阻抗基于所述RSR的状态而可动态配置。

70.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述V1A包括力传感器，所述力传感器基于向所述力传感器施加的压力而改变电阻。

71.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述V1A包括力传感器，所述力传感器包括电容触摸传感器层、电磁共振(EMR)传感器层以及光学触摸传感器层中的一个或多个。

72.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述V1A包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述V1A前检测接近度的电容触摸传感器层。

73.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述V1A包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述V1A前检测接近度的光学传感器层。

74.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA还包括在所述V1A上方的柔性层。

75.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA还包括层叠在所述VIA上方的柔性层。

76.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA还包括在所述VIA上方的可压缩层。

77.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA还包括层叠在所述VIA上方的可压缩层。

78.根据权利要求70所述的触摸传感器检测系统，其中，所述TSA还包括含有凹凸图案的触觉覆层。

79.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA还包括具有光滑上表面的柔韧覆层。

80.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA附接在包含刚性材料的基底上。

81.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括柔性印刷电路板(PCB)。

82.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括层叠在弯曲刚性表面上的柔性传感器。

83.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括层叠到与指尖形状相符的弯曲刚性表面上的柔性传感器。

84.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括位于所述VIA上方的柔性显示器。

85.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括显示器，其中所述显示器的底层上形成一层所述VIA。

86.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括显示器，其中所述VIA形成于所述显示器的内层中。

87.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA包括选自包括以下各项的组中的透明材料、铟锡氧化物(ITO)、透明有机导电颗粒、石墨烯、碳纳米管、银纳米丝、以及金属纳米颗粒。

88.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括置于所述显示器之上的透明VIA。

89.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；内插力感测阵列(IFSA)传感器，以及刚性衬垫。

90.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；内插力感测阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

91.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；内插力感测阵列(IFSA)传感器；EMR传感器；以及刚性衬垫。

92.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；内插力感测阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

93.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；柔性显示器；内插力感测阵列(ITSA)传感器；以及刚性衬垫。

94.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；柔性显示器；内插力感测阵列(ITSA)传感器；以及刚性衬垫。

95.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；柔性显示器；内插力感测阵列(ITSA)传感器；EMR传感器；以及刚性衬垫。

96.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；柔性显示器；内插力感测阵列(ITSA)传感器；EMR传感器；以及刚性衬垫。

97.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA、所述ACD、所述CSR、所述CDS、所述ARS、所述RSR、所述ADC以及所述CCD电偶联在单一印刷电路板(PCB)上，所述PCB构成供所述VIA形成的基板。

98.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA、所述ACD、所述CSR、所述CDS、所述ARS、所述RS、所述ADC以及所述CCD电偶联在单一印刷电路板(PCB)上，所述PCB构成供所述VIA形成的基板，所述VIA含有内嵌式的基板电阻器。

99.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且在传感器元件之间包括1mm节距。

100.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且每个行电极和列电极涂覆有力感测材料。

101.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括位于两层基面的迹线之间的力感测材料。

102.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括具有每平方电阻与体电阻的高比值的薄层。

103.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且具有比所述LIR的阻抗和所述LIC的阻抗的传感器元件的电阻大的电阻。

104.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括利用与所述VIA内的力感测元件对准的节段来分段的力感测层。

105.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括装载有导电颗粒的聚合物。

106.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括图案化的力感测层。

107.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括利用随机图案或伪随机图案进行图案化的力感测层。

108.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括还具有力感测材料的迹线。

109.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括具有选自以下各项的组中的材料的力感测层：导电橡胶；导电泡沫；导电凝

料；以及有导电颗粒的KAPTON或导电油墨；导电颗粒和绝缘颗粒的混合物；以及混合有聚合物的碳颗粒。

110.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有镍金层的导电迹线。

111.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有无电镀镍金(ENIG)镀层的导电迹线。

112.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有丝网印刷碳镀层的导电迹线。

113.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括刚性印刷电路板(PCB)。

114.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括含有FR4材料的刚性印刷电路板(PCB)。

115.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括柔性印刷电路板(PCB)。

116.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括使用添加剂印刷电子工艺形成的印刷电路板(PCB)。

117.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，且包括进一步含有离散表面安装的电阻器的内插电阻器。

118.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，并包括进一步含有准确率为1%或以上的离散表面贴装的电阻器的内插电阻器。

119.根据权利要求70所述的触摸传感器检测器系统，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，且包括进一步含有经激光修整的电阻器的内插电阻器。

120.一种配置为在触摸传感器检测系统中操作的触摸传感器检测器方法，所述系统包括：

(a)触摸传感器阵列(TSA)；

(b)阵列列驱动器(ACD)；

(c)列开关寄存器(CSR)；

(d)列驱动器(CDS)；

(e)阵列行传感器(ARS)；

(f)行开关寄存器(RSR)；

(g)模拟数字转换器(ADC)；以及

(h)计算控制装置(CCD)；

其中

所述TSA包括可变阻抗阵列(VIA)，所述可变阻抗阵列包含VIA列和VIA行；

所述VIA配置为令所述TSA内的多个互连阻抗列(IIC)与所述TSA内的多个互连阻抗行(IIR)电耦联；

所述IICS包括串联电连接在所述VIA列之间的多个单独的列阻抗元件(ICIE)；

所述IIRS包括串联电连接在所述VIA行之间的多个单独的行阻抗元件(IRIE)；

所述ACD配置为基于所述CSR在所述TSA内选择所述IIC；

所述ACD配置为使用所述CDS电驱动所述选定的TIC；

所述ARS配置为基于所述RSR在所述TSA内选择所述TIR；

所述ADC配置为感测所述选定的TIR的电状态并将所述电状态转换为感测的数字值(SDV)；

所述电状态由所述VIA内的可变阻抗元件的电流贡献的总和确定，其中每个元件的所述电流贡献由所述VIA列之间形成的分压器，所述VIA行之间形成的电流分路器和所述阻抗元件的状态确定，从而为与所述VIA内的指定行-列交叉点产生感测电流；和

所述CCD配置为在所述TSA内的多个位置从所述ADC对所述SDV进行采样，以形成触摸传感器矩阵(TSM)数据结构；

其中，所述方法包括以下步骤：

(1)在所述CCD的控制下，在所述VIA内配置所述TIC；

(2)在所述CCD的控制下，在所述VIA内配置所述TIR；

(3)在所述CCD的控制下，利用所述CDS对所述TIC进行电刺激；

(4)在所述CCD的控制下，利用所述ADC将所述TIR中的所述电状态感测为所述VIA内的指定行-列交叉点的感测电流，并将所述电状态转换为数字数据；

(5)在所述CCD的控制下，将所述数字数据储存在所述TSM中；

(6)在所述CCD的控制下，确定所述CDR、所述TIC和所述TIR中的预定变化是否已经记录到所述TSM中，若是，则进行至步骤(8)；

(7)在所述CCD的控制下，为新VIA感测变体重新配置所述CDR、所述TIC和所述TIR，并进行至步骤(3)；

(8)在所述CCD的控制下，对所述TSM值内插以确定所述VIA内的活动触点；

(9)在所述CCD的控制下，将所述触点活动信息转换为用户界面输入指令序列；以及

(10)在所述CCD的控制下，将所述用户界面输入指令序列发送到计算机系统上运行，并进行至步骤(1)。

121.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CDS包括选自包含以下各项的组中的电源：DC电压源，AC电压源，任意波形发生器(AWG)电压源，DC电流源，AC电流源，以及任意波形发生器(AWG)电流源。

122.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CSR配置为将所述TIC的每个单独的外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的电源类型：开路，零电位电压源，由所述CSR定义的电压源，由所述CSR定义的电流源，源自所述CDS的电压，以及源自所述CDS的电流。

123.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述RSR配置为将所述TIR的每个单独的外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的电源类型：开路，零电位电压源，由所述RSR定义的电压源，由所述RSR定义的电流源，以及所述ADC。

124.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述ICIE包括与相邻的所述VIA的列电偶联的多个电阻器，且所述IRIE包括与相邻的所述VIA的行电偶联的多个电阻器。

125.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列中的行与所述阵列中的列电偶联的压敏电阻元件阵列，其中所述电偶联基于施加于

所述TSA的压力而变化。

126.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为通过动态地改变所述CRS和所述RSR的配置来改变所述ADC采样的所述TSA有效面积。

127.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生选自包括以下各项的组中的数字指针值(DPV)矢量：所述TSA上的多个内插位置；所述TSA上的多个内插最大压力位置；施加至所述TSA上的多个内插总力；所述TSA上感测的多个内插总传感区域；所述TSA上的多个内插压力位置；所述TSA上的多个检测形状；所述TSA上的多个检测的椭圆形的内插位置，其中每个所述椭圆形包括主要轴、次要轴和转动方向。

128.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述ADC包括含有电压数字转换器或电流数字转换器的信号转换器，其中所述信号转换器电偶联至选自包括以下各项的组中的信号调节电路：放大器；低通滤波器；和低通滤波器和放大器的组合。

129.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA还包括经由位于所述物理列和物理行的交叉点处的压敏传感元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述压敏传感元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列。

130.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TIC包括可变电阻器，所述可变电阻器将所述VIA的列与所述CSR所限定的所述可变电阻器的电阻互连。

131.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TIR包括可变电阻器，所述可变电阻器将所述VIA的行与所述RSR所限定的所述可变电阻器的电阻互连。

132.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个电阻器。

133.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个电阻器。

134.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个MOSFET。

135.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个MOSFET。

136.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，互连所述TIC的阻抗基于所述CSR而动态配置。

137.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，互连所述TIR的阻抗基于所述CSR而动态配置。

138.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，基于所述CSR的状态而改变所述CDS。

139.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，基于所述RSR的状态而改变所述CDS。

140.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括配置为电偶联所述阵列的行和所述阵列的列的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件的阻抗幅度大于所述TCIC的阻抗幅度。

141.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括配置为将所

述阵列的行和所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中所述VIA阻抗元件的阻抗幅度均大于所述IRIE的阻抗幅度。

142.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行和所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中所述VIA阻抗元件的阻抗幅度均大于所述ICIE的阻抗幅度和所述IRIE的阻抗幅度两者。

143.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述ADC包括配置为基于所述LIE的所述电状态的历史平均值而激活的动态可调节阈值检测器。

144.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为改变所述CSR和所述RSR的调整速率和所述ADC的采样速率。

145.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSW依序储存在三维矩阵中，以提供施加到所述TSA的基于时间的压差的时间性表示。

146.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CDS包括在不同频率下操作的多个AC电源。

147.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述ADC配置为分辨多个AC频率。

148.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，

所述VIA的多个列通过使用在不同频率下操作的多个AC电源对所述CDS进行激活而在所述CCD的控制下被驱动；和

所述VIA的多个行通过所述ADC在所述CCD的控制下被感测。

149.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述ADC配置为在所述选定的LIE中同时分辨多个AC频率，并为每个所述经分辨的AC频率产生所述SDV。

150.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行和所述阵列的列电偶联的电容敏感元件阵列，其中所述电偶联基于所述TSA感测到的电容而变化。

151.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括共同配置为将所述阵列的行和所述阵列的列电偶联的电容敏感元件和压敏元件阵列，其中所述电偶联基于由所述TSA在所述阵列的行和所述阵列的列的交叉点处感测到的电容和压力而变化。

152.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为采集VIA力和压力传感数据和VIA电容触摸感测数据，并将其储存在所述TSW中。

153.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述系统还包括配置为接收从所述LIC或所述LIR发送的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

154.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述系统还包括配置为发射供所述LIC和所述LIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

155.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述系统还包括配置为发射供所述LIC和所述LIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)，其中所述无线信号基于对所述ACS的用户输入而改变。

156.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括非矩形阵列结构。

157.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括汇文的行感

测元件和列感测元件的阵列。

158.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括非正交的行感测元件和列感测元件的阵列。

159.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括行感测元件和列感测元件的径向阵列。

160.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括行感测元件和列感测元件的椭圆阵列。

161.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为将所述TSM发送到数字数据处理器(DDP)。

162.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CSR配置为将所述IIC的外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电源：开路；零电位电压源；由所述CSR定义的电压源；由所述CSR定义的电流源；源自所述CDS的电压；以及源自所述CDS的电流。

163.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述RSR配置为将所述IIR的外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电路：开路；零电位电压源；由所述RSR定义的电压源；由所述RSR定义的电流源；以及所述ADC。

164.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述IIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个阻抗。

165.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述IIC包括电偶联所述VIA的相邻列的有源电路。

166.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个阻抗。

167.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的有源电路。

168.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSM包括的列数小于或等于所述VIA中的列数。

169.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSM包括的行数小于或等于所述VIA中的行数。

170.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的内插位置的数字指针值(DPV)。

171.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的内插最大压力位置的数字指针值(DPV)。

172.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加到所述TSA的内插总力的数字指针值(DPV)。

173.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上感测到的内插总面积的数字指针值(DPV)。

174.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)。

175.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于检测的椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)，所述检测的椭圆形包括主

要轴、次要轴和旋转方向。

176.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插位置的数字指针值(DPV)矢量。

177.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插最大压力位置的数字指针值(DPV)矢量。

178.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加至所述TSA的多个内插总力的数字指针值(DPV)的矢量。

179.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上感测到的多个内插总面积的数字指针值(DPV)的矢量。

180.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插压力位置的数字指针值(DPV)的矢量。

181.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)的矢量。

182.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上检测到的多个椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)的矢量，其中所述椭圆形中的每个包括主要轴、次要轴和旋转方向。

183.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述LIR的电状态在被所述ADC感测之前由信号调节器进行处理。

184.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述ADC包括电压数字转换器。

185.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述ADC包括电流数字转换器。

186.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA还包括经由位于所述物理列和所述物理行的交叉点处的电容传感元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述电容传感元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列。

187.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述LIC内的所述阻抗基于所述CSM的状态而可动态配置。

188.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述LIR内的所述阻抗基于所述RSR的状态而可动态配置。

189.根据权利要求120所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器基于向所述力传感器施加的压力而改变电阻。

190.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器包括电容触摸传感器层、电磁共振(EMR)传感器层以及光学触摸传感器层中的一个或多个。

191.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述VIA前检测接近度的电容触摸传感器层。

192.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述VIA前检测接近度的光学传感器层。

193.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA还包括在所述VIA

上方的柔性层。

194.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA还包括层叠在所述VIA上方的柔性层。

195.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA还包括在所述VIA上方的可压缩层。

196.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA还包括层叠在所述VIA上方的可压缩层。

197.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA还包括含有凹凸图案的触觉表层。

198.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA还包括具有光滑上表面的柔韧覆层。

199.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA附接在包含刚性材料的基底上。

200.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括柔性印刷电路板(PCB)。

201.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括层叠在弯曲刚性表面上的柔性传感器。

202.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括层叠到与指尖形状相符的弯曲刚性表面上的柔性传感器。

203.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括位于所述VIA上方的柔性显示器。

204.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括显示器，其中在所述显示器的底层上形成一层所述VIA。

205.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括显示器，其中所述VIA形成于所述显示器的内层中。

206.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA包括选自包括以下各项的组中的透明材料：铟锡氧化物(ITO)；透明有机导电颗粒；石墨烯；碳纳米管；银纳米丝；以及金属纳米颗粒。

207.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括置于所述显示器顶部的透明VIA。

208.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；内插力感测阵列(IPSA)传感器；以及刚性衬垫。

209.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；内插力感测阵列(IPSA)传感器；以及刚性衬垫。

210.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；内插力感测阵列(IPSA)传感器；EMR传感器；以及刚性衬垫。

211.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；内插力感测阵列(IPSA)传感器；EMR传感

器；以及刚性衬垫。

212.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；柔性显示器；内插力传感阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

213.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；柔性显示器；内插力感测阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

214.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；柔性显示器；内插力感测阵列(IFSA)传感器；EMR传感器；以及刚性衬垫。

215.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；柔性显示器；内插力感测阵列(IFSA)传感器；EMR传感器；以及刚性衬垫。

216.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA、所述ACD、所述CSR、所述CDS、所述ARS、所述RSR、所述ADC以及所述CCD电偶联在单一印刷电路板(PCB)上，所述PCB构成供所述VIA形成的基板。

217.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA、所述ACD、所述CSR、所述CDS、所述ARS、所述RSR、所述ADC以及所述CCD电偶联在单一印刷电路板(PCB)上，所述PCB构成供所述VIA形成的基板，所述VIA含有内嵌式的基板电阻器。

218.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且在传感器元件之间包括1mm节距。

219.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且每个行电极和列电极涂覆有力感测材料。

220.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括位于两层暴露的迹线之间的力感测材料。

221.根据权利要求189所述的触摸化感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括具有每平方电阻与体电阻的高比值的薄层。

222.根据权利要求180所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括电阻大于所述TIR的阻抗和所述TIC的阻抗的传感器元件。

223.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括具有利用与所述VIA内的力感测元件对准的节段来分段的力感测层。

224.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括载有导电颗粒的聚合物。

225.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括图案化的力感测层。

226.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括利用随机或伪随机图案进行图案化的力感测层。

227.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括迂包含力感测材料的迹线。

228.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结

构来配置，且包括具有选自以下各项的组中的材料的力传感层：导电橡胶；导电泡沫；导电塑料；嵌入导电颗粒的KAPTON®；导电油墨；导电颗粒和绝缘颗粒的混合物；以及混合有聚合物的碳颗粒。

229.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有镀金层的导电迹线。

230.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有无电镀镍金(ENIG)镀层的导电迹线。

231.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有丝网印刷碳镀层的导电迹线。

232.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括刚性印刷电路板(PCB)。

233.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括含有FR4材料的刚性印刷电路板(PCB)。

234.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括柔性印刷电路板(FCB)。

235.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括使用添加剂印刷电子工艺来形成的刚性印刷电路板(PCB)。

236.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，且包括进一步含有离散表面贴装的电阻器的内插电阻器。

237.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，并包括进一步含有准确率为1%或以上的离散表面贴装的电阻器的内插电阻器。

238.根据权利要求189所述的触摸传感器检测器方法，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，且包括进一步含有经激光修整的电阻器的内插电阻器。

239.一种有形的非瞬时计算机可用介质，其具有包含配置为在触摸传感器检测器系统上操作的触摸传感检测方法的计算机可读程序代码方法，所述系统包括：

(a)触摸传感器阵列(TSA)；

(b)阵列列驱动器(ACD)；

(c)列开关寄存器(CSR)；

(d)列驱动源(CDS)；

(e)阵列行传感器(ARS)；

(f)行开关寄存器(RSR)；

(g)模拟数字转换器(ADC)；以及

(h)计算控制装置(CCD)；

其中

所述TSA包括可变阻抗阵列(VIA)，所述可变阻抗阵列包含VIA列和VIA行；

所述VIA配置为令所述TSA内的多个互连阻抗列(IIC)与所述TSA内的多个互连阻抗行(IIR)电偶联；

所述IIC进一步包括串联电连接在所述VIA列之间的多个单独的列阻抗元件(ICIE)；

所述IIR进一步包括串联电连接在所述VIA行之间的多个单独的行阻抗元件(IRIE)。

所述ACD配置为基于所述CSR在所述TSA内选择所述LIC；

所述ACD配置为使用所述CDS电驱动所述选定的LIC；

所述ARS配置为基于所述RSR在所述TSA内选择所述LIR；

所述ADC配置为感测所述选定的LIR的电状态并将所述电状态转换为感测的数字值(SDV)；

所述电状态由所述VIA内的可变阻抗元件的电流贡献的总和决定，其中每个元件的所述电流贡献由所述VIA列之间形成的电压分路器、所述VIA行之间形成的电流分路器和所述阻抗元件的状态决定，从而对与所述VIA的指定行-列交叉点产生感测电流，和

所述CCD配置为在所述TSA内的多个位置处从所述ADC对所述SDV进行采样，以形成触摸传感器矩阵(TSM)数据结构；

其中，所述方法包括以下步骤：

(1)在所述CCD的控制下，在所述VIA内配置所述LIC；

(2)在所述CCD的控制下，在所述VIA内配置所述LIR；

(3)在所述CCD的控制下，利用所述CDS对所述LIC进行电刺激；

(4)在所述CCD的控制下，利用所述ADC将所述LIR中的所述电状态感测为所述VIA内的指定行-列交叉点的感测电流，并将所述电状态转换为数字数据；

(5)在所述CCD的控制下，将所述数字数据储存在所述TSM中；

(6)在所述CCD的控制下，判定所述CDR、所述LIC和所述LIR中的预定变化是否已经记录到所述TSM中，若是，则进行至步骤(8)；

(7)在所述CCD的控制下，为新VIA感测变体来重新配置所述CDS、所述LIC和所述LIR，并进行至步骤(3)；

(8)在所述CCD的控制下，内插所述TSM值以确定所述VIA内的活动焦点；

(9)在所述CCD的控制下，将所述焦点活动信息转换为用户界面输入指令序列；以及

(10)在所述CCD的控制下，将所述用户界面输入指令序列发送到计算机系统上运行，并进行至步骤(1)。

240.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CDS包括选自包括以下各项的组中的电源：DC电压源；AC电压源；任意波形发生器(AWG)电压源；DC电流源；AC电流源；以及任意波形发生器(AWG)电流源。

241.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CSR配置为将所述LIC的每个单独的外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的电源类型：开路；零电位电压源；由所述CSR定义的电压源；由所述CSR定义的电流源；源自所述CDS的电压；以及源自所述CDS的电流。

242.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述RSR配置为将所述LIR的每个单独的外部行电偶联至选自以下各项的电源类型：开路；零电位电压源；由所述RSR定义的电压源；由所述RSR定义的电流源；以及所述ADC。

243.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述LCLD包括与相邻的所述VIA的列电偶联的多个电阻器，且所述LRLD包括与相邻的所述VIA的行电偶联的多个电阻器。

244.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列中的行与所述阵列中的列电偶联的压敏电阻元件阵列，其中所述电偶联根据施加到所述

TSA的压力而变化。

245.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为通过动态地改变所述CRS和所述RSR的配置来改变所述ADC采样的所述TSA有效面积。

246.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSV并产生选自以下各项的数字指针值(DPV)的矢量：所述TSA上的多个内插位置；所述TSA上的多个内插最大压力位置；所述TSA上的多个内插施加总力；所述TSA上的多个内插总感测区域；所述TSA上的多个内插压力位置；所述TSA上的多个检测形状；所述TSA上的多个检测的椭圆形的内插位置，其中所述椭圆形的每个包括主要轴、次要轴和转动方向。

247.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述ADC包括含有电压数字转换器或电流数字转换器的信号转换器，其中所述信号转换器电偶联至选自包括以下各项的组中的信号调节电路：放大器；低通滤波器；以及低通滤波器和放大器的组合。

248.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA还包括位于所述物理列和物理行的交叉点处的压敏传感元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述压敏传感元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列

249.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIC包括可变电阻器，所述可变电阻器将所述VIA的列与所述CSR所限定的所述可变电阻器的电阻互连。

250.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIR包括可变电阻器，所述可变电阻器将所述VIA的行与所述RSR所定义的所述可变电阻器的电阻互连。

251.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个电阻器。

252.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个电阻器。

253.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个MOSFET。

254.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个MOSFET。

255.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，基于所述CSR动态配置互连所述TIC的阻抗。

256.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，基于所述RSR动态配置互连所述TIR的阻抗。

257.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，基于所述CSR的状态而改变所述CDS。

258.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，基于所述RSR的状态而改变所述CDS。

259.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件的阻抗幅度大于所述TCIE的阻抗幅度。

260.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件的阻抗幅度大于

所述IRIE的阻抗幅度。

261.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶极的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件的阻抗幅度大于所述ICIE的阻抗幅度和所述IRIE的阻抗幅度。

262.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述ADC包括配置为基于所述IIR的所述电状态的历史平均值而激活的动态可调节阈值检测器。

263.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为改变所述CSR和所述RSR的调整速率和所述ADC的采样速率。

264.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TSM依序储存在三维矩阵中，以提供施加到所述TSA的基于时间的压强的时间性表示。

265.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述COS包括在不同频率下操作的多个AC电源。

266.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述ADC配置为分辨多个AC频率。

267.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，

所述VIA的多个列经由使用在不同频率下操作的多个AC电源对所述COS进行激活，而在所述CCD的控制下被驱动；以及

所述VIA的多个行经由所述ADC在所述CCD的控制下进行被感测。

268.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述ADC配置为在所述选定的IIR中同时分辨多个AC频率，并为每个所述分辨的AC频率产生所述SDV。

269.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶联的电容感测元件阵列，其中所述电偶联基于所述TSA感测到的电容而变化。

270.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括共同配置为将所述阵列的行与所述阵列的列电偶联的电容感测元件和压感元件阵列，其中所述电偶联基于所述TSA在所述阵列的行和所述阵列的列的交叉点处感测到的电容和压力而变化。

271.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为采集VIA力和压力传感数据和VIA电容触摸感测数据，并将其储存在所述TSM中。

272.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述系统还包括配置为接收从所述IIC或所述IIR传输的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

273.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述系统还包括配置为发射供所述IIC和所述IIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

274.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述系统还包括配置为发射供所述IIC或所述IIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)，其中所述无线信号基于对所述ACS的用户输入而改变。

275.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括非矩形阵列结构。

276.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括正交的行感测元件和列感测元件的阵列。

277.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括非正交的行感测元件和列感测元件的阵列。

278.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括行感测元件和列感测元件的径向阵列。

279.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括行感测元件和列感测元件的椭圆阵列。

280.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为将所述TSM发送到数字数据处理器(DDP)。

281.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CSR配置为将所述IIC的外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电源：开路；零电位电压源；由所述CSR定义的电压源；由所述CSR定义的电流源；源自所述COS的电压；以及源自所述COS的电流。

282.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述RSR配置为将所述IIR的外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电路：开路；零电位电压源；由所述RSR定义的电压源；由所述RSR定义的电流源；以及所述ADC。

283.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述IIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个阻抗。

284.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述IIC包括电偶联所述VIA的相邻列的有源电路。

285.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个阻抗。

286.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的有源电路。

287.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TSM包括的列数小于或等于所述VIA中的列数。

288.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TSM包括的行数小于或等于所述VIA中的行数。

289.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的内插位置的数字指针值(DPV)。

290.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的内插最大压力位置的数字指针值(DPV)。

291.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加至所述TSA的内插总力的数字指针值(DPV)。

292.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上感测到的内插总面积的数字指针值(DPV)。

293.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)。

294.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于包括主要轴、次要轴和旋转方向的检测椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)。

295.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插位置的数字指针值(DPV)的矢量。

296.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产

生对应于所述TSA上的多个内插最大压力位置的数字指针值(DPV)的矢量。

297.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加至所述TSA的多个内插总力的数字指针值(DPV)的矢量。

298.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上感测到的多个内插总面积的数字指针值(DPV)的矢量。

299.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插压力位置的数字指针值(DPV)的矢量。

300.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)的矢量。

301.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上多个检测到的椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)的矢量，其中所述椭圆形的每个包括主要轴、次要轴和旋转方向。

302.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIR的电状态在被所述ADC感测之前，由信号调节器进行处理。

303.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述ADC包括电压数字转换器。

304.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述ADC包括电流数字转换器。

305.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA还包括经由位于所述物理列和物理行的交叉点处的电容传感元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述电容传感元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列。

306.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIC内的所述阻抗基于所述CSR的状态而可动态配置。

307.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述TIR内的所述阻抗基于所述RSR的状态而可动态配置。

308.根据权利要求239所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器基于向所述力传感器施加的压力而改变电阻。

309.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器包括电容触摸传感器层、电磁共振(EMR)传感器层以及光学触摸传感器层中的一个或多个。

310.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述VIA前检测接近度的电容触摸传感器层。

311.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述VIA前检测接近度的光学传感器层。

312.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA还包括在所述VIA上方的柔性层。

313.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA还包括层叠在所述VIA上方的柔性层。

314.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA还包括在所述VIA上方的可压缩层。

315.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA还包括层叠在所述VIA上

方的可压缩层。

316.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA还包括含有凹凸图案的触觉覆层。

317.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA还包括具有光滑上表面的柔韧覆层。

318.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA附着在包含刚性材料的基底上。

319.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括柔性印刷电路板(PCB)。

320.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括层叠到弯曲刚性表面上的柔性传感器。

321.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括层叠到符合指尖形状的弯曲刚性表面上的柔性传感器。

322.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括位于所述VIA上方的柔性显示器。

323.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括显示器，其中所述显示器的底层上形成一层所述VIA。

324.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括显示器，其中所述VIA形成于所述显示器的内层中。

325.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA包括选自包括以下各项的组中的透明材料：铟锡氧化物(ITO)，透明有机导电聚合物，石墨烯，碳纳米管，银纳米丝，以及金属纳米颗粒。

326.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括置于所述显示器顶部的透明VIA。

327.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；内插力感测阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

328.根据权利要求308所述的计算机可用介质系统，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；内插力传感阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

329.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；内插力感测阵列(IFSA)传感器；EMR传感器；以及刚性衬垫。

330.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；内插力传感阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

331.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；柔性显示器；内插力感测阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

332.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；柔性显示器；内插力感测阵列(IFSA)传感器；以及刚性衬垫。

333.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括由以下各项组成的

层状结构序列，顶表面，柔性显示器，内嵌力感测阵列(IFSA)传感器，ISR传感器，以及刚性衬垫。

331.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA包括由以下各项组成的层状结构序列：顶表面；电容触摸传感器；柔性显示器；内嵌力感测阵列(IFSA)传感器；ISR传感器，以及刚性衬垫。

332.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA，所述ACD，所述CSR，所述COS，所述ARS，所述RSR，所述ADC和所述CCD电偶联在单一印刷电路板(PCB)上，所述PCB构成供所述VIA形成的基板。

333.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA、所述ACD、所述CSR、所述COS、所述ARS、所述RSR、所述ADC以及所述CCD电偶联在单一印刷电路板(PCB)上，所述PCB构成供所述VIA形成的基板，所述VIA含有内嵌式的基板电阻器。

337.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且在传感器元件之间包括1mm节距。

338.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且每个行电极和列电极涂覆有力感测材料。

339.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括位于两层基底的迹线之间的力感测材料。

340.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括具有每平方电阻与体电阻的高比值的薄层。

341.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括电阻大于所述1R的阻抗和所述1C的阻抗的传感器元件。

342.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括具有与所述VIA内的力感测元件对准的节段来分段的力感测层。

343.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括载有导电颗粒的聚合物。

344.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括图案化的力感测层。

345.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括以随机或伪随机图案进行图案化的力感测层。

346.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括还包含力感测材料的迹线。

347.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括具有包括以下各项的组中的材料的力感测层：导电橡胶；导电泡沫；导电塑料；嵌入导电颗粒的KAPTON 或导电油墨；导电颗粒和绝缘颗粒的混合物；以及混合有聚合物的碳颗粒。

348.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有镀金层的导电迹线。

349.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂覆有无电镀镍金(ENIG)镀层的导电迹线。

350.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括涂敷有丝网印刷镍镀层的导电迹线。

351.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括刚性印刷电路板(PCB)。

352.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括含有FR4材料的刚性印刷电路板(PCB)。

353.根据权利要求308所述的计算机可用介质系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括柔性印刷电路板(PCB)。

354.根据权利要求308所述的计算机可用介质系统，其中，所述VIA使用直通模式结构来配置，且包括使用添加剂印刷电子工艺形成的印刷电路板(PCB)。

355.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，且包括进一步含有离散表面贴装的电阻器的内插电阻器。

356.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，并包括进一步含有准确率为1%或以上的离散表面贴装的电阻器的内插电阻器。

357.根据权利要求308所述的计算机可用介质，其中，所述TSA使用直通模式结构来配置，且包括进一步含有经激光修整的电阻器的内插电阻器。

触摸传感器检测器系统及方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 专利继续申请(CPA)

[0003] 本申请是发明人丹尼尔·罗森伯格、伊利亚和亚伦·萨拉加·约瑜于2014年6月25日向美国专利商标局电子提交的美国发明专利申请"触摸传感器检测器系统及方法(TOUCH SENSOR DETECTOR SYSTEM AND METHOD)"(序列号14/314,662,EFSID 19410170,确认号8306,案号]SENS.00002)的专利继续申请(CPA),所述申请通过引用并入本申请。

[0004] 发明专利申请

[0005] 本申请根据35U.S.C.§120要求发明人丹尼尔·罗森伯格·伊利亚和亚伦·萨拉加·约瑜于2014年6月25日向美国专利商标局电子提交的美国发明专利申请"触摸传感器检测器系统及方法(TOUCH SENSOR DETECTOR SYSTEM AND METHOD)"(序列号14/314,662,EFSID19410170,确认号8306,案号]SENS.00002)的优先权,所述申请通过引用并入本申请。

[0006] 临时专利申请

[0007] 本申请根据35U.S.C.§119要求发明人丹尼尔·罗森伯格·伊利亚于2013年9月27日向美国专利商标局电子提交的美国临时专利申请"内插力敏阵列(INTERPOLATING FORCE SENSING ARRAY)"(序列号61/883,597,案号P2224)的优先权,所述申请通过引用并入本申请。

[0008] 本申请根据35U.S.C.§119要求发明人丹尼尔·罗森伯格·伊利亚于2014年1月16日向美国专利商标局电子提交的美国临时专利申请"内插力敏阵列(INTERPOLATING FORCE SENSING ARRAY)"(序列号61/928,269,案号P2224.01)的优先权,所述申请通过引用并入本申请。

[0009] 本申请根据35U.S.C.§119要求发明人丹尼尔·罗森伯格·伊利亚和亚伦·萨拉加·约瑜于2014年7月17日向美国专利商标局电子提交的美国临时专利申请"触觉式触摸传感器系统及方法(TACTILE TOUCH SENSOR SYSTEM AND METHOD)"(序列号62/025,689,EFS ID 19606351,确认号5185,案号]SENS.00003)的优先权,所述申请通过引用并入本申请。

[0010] 部分放弃版权声明

[0011] 本专利申请中的所有材料均受到美国和其他国家的版权法的版权保护。自本申请的第一有效申请日起,本材料作为未发表材料受到保护。

[0012] 但是,在版权所有人不反对任何人对专利文件或专利公开进行摹真复制的范围内,在此授予对本材料以其在美国专利及商标局存档或记录中所呈现的形式进行复制的许可,但除此之外,保留其他所有版权权利。

[0013] 联邦资助研究或开发相关声明

[0014] 不适用

[0015] 缩微胶片附件引用

[0016] 不适用

技术领域

[0017] 本发明总的来说涉及触摸传感装置领域中的系统和方法，具体发明实施例可能特别适用于，用于确定施加在压敏表面上的力的位置和大小的基于触摸的力感测装置。

[0018] 现有技术及发明背景

[0019] 在基于触摸的力感测装置领域中，多点触摸传感器已被开发，且常用于向各种通信和计算装置(包括电脑、平板电脑和类似电子装置)添加触摸式用户输入。

[0020] 对于力感测装置，多点触摸压力或力感测是指计算系统使用基于触摸的传感器来分辨并独立追踪实时施加在感测装置上的多点触摸的能力。所述技术允许计算装置操作者使用多个手和手指和其他物体(例如尖笔)来提供输入，并允许多个用户同时与传感器装置进行交互。

[0021] 对于现有触摸感测系统的一个问题是对确定施加在感测表面上的力的精确位置和性质的准确性要求。此外，对具有用于输入基于触摸的指令以操作计算程序和应用的较大触屏区域的较大装置，存在着市场需求，对于具有增强的追踪分辨率的小型传感器(例如用于移动设备的触摸传感器)也存在需求。因此，本领域中，有动机寻求保持准确性且对于生产和操作仍然经济可行的触摸感测技术。

[0022] 因此，显然需要一种力感测装置，其具有较大应用区和较少电子器件，且可以在输入操作的多点触摸序列中，能够感测到每一触摸施加的力的存在、位置及大小。

[0023] 背景信息

[0024] 创建用于用户界面应用的多点触摸传感器中的一个最重大的挑战在于，大多数人能够非常精确地移动，并期望触摸传感器也能真实地捕捉他们的输入。为了达到良好的用户体验，用于手指交互的触摸板通常要求达到0.5mm数量级的准确度，而与尖笔的交互则要求达到0.1mm数量级的更高准确度。此外，大多数用户想要更大的装置表面来进行交互。这可以通过智能手机尺寸的增加和具有较大触摸表面的装置(如平板电脑和触控显示器)的日益流行来证明。

[0025] 此外，消费型电子产品的复杂度倾向于随时间而提高，而价格则降低，这暗示着任何用于消费电子应用的触摸传感器装置应当低成本生产，且必须具有高性价比。因此，需要能够在大范围上非常精确地追踪触摸且能够以合理价格点建行生产的传感器。最后，用户需要额外的交互维度。该技术不仅提供了价格点合理的在大的表面上精确触摸追踪，还测量了每一触摸的力的额外维度，这能够在许多用户界面应用中提高交互性和控制水平。

[0026] 现有技术缺陷

[0027] 上述现有技术中存在以下缺陷：

[0028] 现有技术的传感器系统需要传感阵列中的每行/列具有单个列驱动和行传感电路。

[0029] 现有技术的传感器系统，在扫描传感阵列时消耗显著的动态耗电量，因为必须驱动每一列，并感测每一行，以检测感测阵列中指定行/列交叉点的压力/存在。

[0030] 现有技术的传感器系统需要显著的电子器件集成来支持大范围感测表面。

[0031] 现有技术的传感器系统无法用同一装置感测接触和压力。

[0032] 现有技术的传感器系统需要相对复杂的生产过程才能达到高空间感测分辨率。

[0033] 现有技术的传感器系统通常与标准PCB生产过程和方法不兼容。

[0034] 现有技术的传感器系统不能适用于非平面格式的结构。

[0035] 现有技术的传感器系统要求相对复杂的校准过程才能得到准确的传感器定位数据。

[0036] 现有技术的传感器系统不能产生阵列中的传感器数据和检测到的空间定位之间的线性关系。

[0037] 现有技术的传感器系统不利于用在非矩形传感器形状的设计中，因为在创建非矩形传感器时会产生非线性。

[0038] 现有技术的传感器系统不允许在保持线性的前提下以各种分辨率扫描传感器。

[0039] 虽然某些现有技术可能教导了一些解决上述问题的方案，现有技术系统中的核心缺陷仍未得到解决。

[0040] 发明目的

[0041] 因此，本发明的目标在于(但不限于)克服现有技术中的缺陷，并达成以下目标：

[0042] (1)提供触摸传感器检测系统和方法，其不需要感测阵列中的每行/列具有单个列驱动和行传感电路。

[0043] (2)提供触摸传感器检测系统和方法，其通过减少检测传感阵列中指定行/列交叉点处的压力/存在时必须驱动的列数和必须感测的行数，在扫描传感序列时降低动态功耗。

[0044] (3)提供触摸传感器检测系统和方法，其不需要显著的电子器件集成来支持大范围感测表面。

[0045] (4)提供触摸传感器检测系统和方法，其能够用同一装置感测接触和压力。

[0046] (5)提供触摸传感器检测系统和方法，其不需要相对复杂的生产过程来达到高空间感测分辨率。

[0047] (6)提供触摸传感器检测系统和方法，其与标准PCB生产过程和方法兼容。

[0048] (7)提供触摸传感器检测系统和方法，其能适用于非平面格式的结构。

[0049] (8)提供触摸传感器检测系统和方法，其不需要相对复杂的校准过程来得到准确的传感器定位数据。

[0050] (9)提供触摸传感器检测系统和方法，其能产生阵列中的传感器数据和检测到的空间定位之间的线性关系。

[0051] (10)提供触摸传感器检测系统和方法，其允许创建非矩形传感器，该非矩形传感器在整个传感器中保持准确度和线性。

[0052] (11)提供触摸传感器检测系统和方法，其允许在保持完全准确度和线性的前提下以各种分辨率扫描传感器。

[0053] 然而所述目标不应理解为限制本发明的教导，但一般而言，通过本公开如下章节所述的发明面部分或完全实现了上述目标。本领域技术人员毫无疑问能够选择所公开的本发明的方面来达到上述目的的任意组合。

发明内容

[0054] 本发明以下列方式解决了现有技术中的若干缺陷。本发明并不是在触摸传感器阵列(TSA)中使用单个列驱动器来分别驱动TSA列，以传递供各个列传感器进行检测的电荷，

而是将多组TSA列连接至互连阻抗列(IIC)。这些IIC是使用受到列开关寄存器(CSR)控制的若干电子列驱动源(CDS)中的一个来进行驱动。当TSA内部可变阻抗阵列(VIA)检测到传感器事件时，VIA的单个列和行被电耦接。该事件允许在VIA内将电流从IIC传导至互连阻抗行(IIR)。IIR然后通过行开关寄存器(RSR)来选择IIR并通过模拟数字转换器(ADC)进行感测。

[0055] 计算机控制装置(CCD)允许使用CSR/RSR状态的不同配置和CDS驱动参数来连续扫描TSA。这些扫描允许CCD在TSA内部的VIA中收集不同传感器数据，并内插该信息以收集当前TSA状态相关的传感器轮廓(proFile)的更准确指示。例如，TSA可以配置为以一种分辨率扫描，然后用不同的分辨率再次扫描，以确定与TSA接触的焦点以及该焦点随时间及在每次TSA扫描中的移动。在此情形中，一次扫描通过中的焦点可以用于在与后续扫描通过中的焦点的比较时确定行进矢量。该传感器轮廓可以包括TSA表面上传感器活动的焦点的确切位置的信息，以及TSA表面上或其附近的传感器检测的更精确指示的相关其他信息。

[0056] 在一些优选的发明实施例中，本发明可以应用于创建低成本、多点触摸、高分辨率、力感测的触摸传感器，其可以使用传统的PCB生产方法及添加印刷技术进行生产。本发明使用了内插阵列的概念，其允许高追踪分辨率而无需向传感器扫描电子器件连接大量驱动和传感线(有源线路)。与其他传感器技术相比，本发明通过相对于有源驱动和传感线的数量而提高追踪分辨率，允许提高传感器性能并降低电子器件复杂度和成本。在此，描述了该传感器的若干个可能实施例，及其如何适用于不同用途情形，例如尖笔交互和将其嵌入显示器上方或下方。

[0057] 在一个优选的内插力感测阵列(IFSA)实施例中，本发明通过向力感测阵列的输入和输出中添加电阻器网络，将力感测阵列的分辨率从驱动和传感电路的分辨率中解偶联，从而解决了现有技术中的缺陷。该优选实施例以在各个行/列交叉点周围建立双线性内插模的方式，对传感器进行电驱动和感测。这允许以力感测阵列的分辨率重建触摸位置，即使本发明的驱动和感测电路具有低得多的分辨率。有趣的是，该驱动和感测电路的分辨率仅对两个不同触摸对于处理算法开始看上去像一个触摸的距离起作用，而对于追踪单一触摸可达到的准确度没有作用。除内插电阻器网络外，本发明教导了使用已知制作技术来构建本发明的数种方法，且其展示了驱动电路、扫描传感器的算法和解析输出的算法的实现。其还启示了本发明的传感器技术如何与其他感测和显示技术相集成。

附图说明

[0058] 为了更完整地理解本发明提供的优点，应当结合附图参考以下具体描述，其中：

[0059] 图1示出了一个优选的示例性系统实施例中的系统框图；

[0060] 图2示出了一个优选的示例性方法实施例中的流程图；

[0061] 图3示出了描绘可变阻抗阵列(VIA)、互连阻抗列(IIC)以及互连阻抗行(IIR)的细节的系统框图；

[0062] 图4示出了描绘CSR、RSR、互连阻抗列(IIC)和互连阻抗行(IIR)的细节的系统框图；

[0063] 图5示出了一个优选示例性系统实施例中的简化系统框图；

[0064] 图6示出了一个优选示例性方法实施例中的简化流程图；

[0065] 图7示出了一个示例性非正交VIA配置；

[0066] 图8示出了一个示例性径向和横跨VIA配置；

[0067] 图9示出了一个示例性电压模式列驱动电路原理图；

[0068] 图10示出了一个使用堆叠开关设计的示例性电压模式列驱动电路示意图；

[0069] 图11示出了一个使用非堆叠开关设计的示例性电压模式列驱动电路示意图；

[0070] 图12示出了一个示例性电压模式行开关电路示意图；

[0071] 图13示出了一个包含有感测线路接地使能逻辑的示例性电压模式行开关电路示意图；

[0072] 图14示出了一个示例性电流模式列驱动电路示意图；

[0073] 图15示出了一个使用叠层开关设计的示例性电流模式列驱动电路示意图；

[0074] 图16示出了一个示例性电流模式行开关电路示意图；

[0075] 图17示出了可用作LIC和/或UR阻抗元件的示例性可变阻抗装置；

[0076] 图18示出了一个示例性有源可变阻抗阵列(VIA)元件结构；

[0077] 图19示出了描述在VIA中使用可变频率激励和在行传感元件中使用切换的滤波检测的实施例中，CSR、RSR、互连阻抗列(LIC)和互连阻抗行(LIR)的细节的系统框图；

[0078] 图20示出了描绘可变频率扫描配置的示例性VIA；

[0079] 图21示出了示例性VIA全分辨率扫描配置；

[0080] 图22示出了示例性VIA半分辨率扫描配置；

[0081] 图23示出了示例性VIA四分之一分辨率扫描配置；

[0082] 图24示出了示例性VIA组合分辨率扫描配置；

[0083] 图25示出了描绘使用笔/尖笔输入的优选示例性发明实施例的系统框图；

[0084] 图26示出了描绘使用笔/尖笔输入的优选示例性发明实施例的透视图；

[0085] 图27示出了描绘在许多优选发明实施例中使用的优选示例性笔/尖笔电路的示意性框图；

[0086] 图28示出了在许多优选发明实施例中使用的优选示例性笔/尖笔电路的透视装配图；

[0087] 图29示出了在许多优选发明实施例中使用的优选示例性笔/尖笔电路的顶视图、底视图和侧视图；

[0088] 图30示出了使用笔/尖笔的优选发明实施例并描绘了来自手/手指的输入和笔/尖笔输入；

[0089] 图31示出了图30相关的感测输入的感测区域；

[0090] 图32示出了图30相关的感测输入的感测区域，分类为压力(P)输入和尖笔(S)输入；

[0091] 图33示出了具有4个有源列电极和5个有源行电极的代表性IFSA电路，其在每对有源电极之间包含两个内插电极；

[0092] 图34示出了传感器的3个有源行乘3个有源列的区域中的内插，其中，该传感器在每对有源电极之间具有2个内插电极(由此X值为2)，其中描绘了传感器扫描期间的一个时间点，列-3和-3接地，且列0以电压(Vd)驱动，同时行-3和-3接地，并测量从行0流出的电流(Is)；

[0093] 图35示出了使用本发明的驱动方案对如图34所示的7x7传感器元件阵列进行扫描

时该阵列的灵敏度分布；

[0094] 图36示出了使用本发明的驱动方案对如图34所示的7x7传感器元件阵列进行扫描时该阵列的灵敏度分布的3D表示，并描绘了传感器元件在沿X轴和Y轴远离位置(0,0)处的交叉点时，传感器元件的灵敏度线性衰减；

[0095] 图37示出了示例性分路模式力传感器，其中基板以线条表示，驱动/感测电极分别用+/-表示，且FSM以黑色表示；

[0096] 图38示出了示例性双面直通模式力传感器，其中基板以线条表示，驱动/感测电极分别用+/-表示，且FSM以黑色表示；

[0097] 图39示出了示例性单面直通模式力传感器，其中基板以线条表示，驱动/感测电极分别用+/-表示，且FSM以黑色表示；

[0098] 图40示出了示例性夹心式直通模式力传感器，其中基板以线条表示，驱动/感测电极分别用+/-表示，且FSM以黑色表示；

[0099] 图41示出了具有分段式FSM的直通模式传感器(夹心式直通模式配置)的截面图和俯视图，其中，在俯视图中，顶层的基板和力感测层(以小点图案表示)是透明的，以允许观看内部的列电极、FSM和行电极的图案；虚线表示截面相对于传感器的位置，和对齐于行和列交叉点由此在每行每列电极交叉点处建立力感测元件的力感测材料贴片；

[0100] 图42示出了具有FSM包覆电极的直通模式传感器的截面图和俯视图，其中，在俯视图中，顶层的基板是透明的，以允许观看内部的列电极、FSM和行电极的图案；虚线表示截面相对于传感器的位置；且行、列或两者可以被FSM包覆(形成单面或双面的直通模式配置的传感器)；

[0101] 图43示出了具有薄FSM电极的直通模式传感器的截面图和俯视图，其中，在俯视图中，顶层的基板和力感测层(以小点图案表示)是透明的，以允许观看内部的列电极和行电极的图案；虚线表示截面相对于传感器的位置；且薄FSM还可以替换为图案化的FSM或伪随机图案化的FSM，其中所有这些配置均为夹心式直通模式配置的变体；

[0102] 图44示出了直通模式传感器顶层的细节，其中该图相对于图41(4100)-图43(4300)翻转，以展示电极图案和安装内插电阻的方式；

[0103] 图45示出了直通模式传感器底层的细节，该图中的层定向与图41(4100)-图43(4300)相同；

[0104] 图46示出了分段式FSM层的细节，其中FSM材料的节段表示为黑色，固定FSM材料的基板为白色小点图案，且每一节段对齐到单一传感器元件(位于行电极和列电极的交叉点)，保证传感器元件之间没有串音。这是如展示用于直通模式传感器配置中的FSM层的图41(4100)中所示的同一FSM层。此类型的FSM配置还可以用作任何分流模式传感器配置中的力感测层；

[0105] 图47示出了薄FSM层的细节，其中FSM材料展示为黑色、连续，并覆盖包括行电极和列电极的整个传感器区域。由于材料薄，面内电阻较高，这降低了传感器元件之间串音的可能性。这是如展示用于直通配置中的FSM层的图43(4300)中所示的同一FSM层。此类型的FSM配置还可以用作任何分流模式传感器配置中的力感测层；

[0106] 图48示出了图案化FSM层的细节，其中FSM材料的贴片展示为黑色，固定FSM材料的基板为白色。由于该图案比各传感器元件要细微，由此令相邻传感器元件之间的串音最小

化。其可以用于替代直通模式传感器配置中如图47(4700)中所示的薄FSM层。此类型的FSM配置还可以用作任何分流模式传感器配置中的力感测层。

[0107] 图49示出了伪随机图案化FSM层的细节，其中FSM材料贴片展示为黑色，固态FSM材料的基板为白色。这与图案化FSM相似，但使用的是随机或伪随机图案，可以比图案化FSM层更易于生产。其可以替代直通模式传感器配置中如图48(4800)中所示的薄FSM层。此类型的FSM配置还可以用作任何分流模式传感器配置中的力感测层。

[0108] 图50示出了分流模式内插阵列传感器的截面图和俯视图，该传感器由顶部图案化FSM和支持内插电阻器和行电极及列电极的底层组成。在俯视图中，移去图案化FSM层以展示在FSM下形成分流模式传感器元件的暴露的行电极和列电极。虚线指示了截面相对于传感器的位置。底层反面的迹线(俯视图中不可见)使用通孔(以圆圈表示)互连暴露行电极。底层反面的迹线的详情如图52(5200)所示。

[0109] 图51示出了一个分流模式传感器的截面图和俯视图，其中力传感器元件电极被图案化为相互交叉的指状模式，其旨在提高灵敏度。该设计中的其他元件类似于图50(5000)中所示元件。

[0110] 图52示出了用于如图50(5000)-图51(5100)所示的传感器的底层反面的细节。条纹图案的区域是互连行电极的导体。以圆圈表示的通孔连接到反面的行电极。

[0111] 图53示出了分流模式传感器的截面图和俯视图，其具有双倍密度行电极阵列。通过在相邻传感器元件之间共享通孔，使得需要的通孔数量减半，还增加了围绕每个通孔的空间，这可以有利于生产。该设计中的其他元件类似于图50(5000)所示的元件。底层反面的迹线的详情如图55(5500)所示。

[0112] 图54示出了分流模式传感器的截面图和俯视图，其具有双倍密度行电极焊盘和相互交叉的指状模式行电极图案。该设计具有与前一设计和如图51(5100)所示相类似的相互交叉的指状模式相同的生产优点，且旨在提高灵敏度。该设计中的其他元件类似于图51(5100)所示的元件。底层反面的迹线的详情如图55(5500)所示。

[0113] 图55示出了如图53(5300)-图54(5400)所示的传感器的底层的反面的详情。线条图案的区域为互连行电极的导体。圆圈表示的通孔连接到对面的行电极。

[0114] 图56示出了分流模式传感器的截面图和俯视图，其具有菱形行电极和列电极图案。该图案旨在令围绕每个行/列交叉点的灵敏度分布更加对称。其还可以通过降低制造通孔所需的精确度来提高生产力。该设计中的其他元件类似于图50(5000)所示的元件。底层反面的迹线的详情如图57(5700)所示。

[0115] 图57示出了如图56(5600)所示的传感器的底层的反面的详情。线条图案的区域为互连行电极的导体。圆圈表示的通孔连接到对面的行电极。

[0116] 图58示出了带有中心孔的分流模式椭圆形传感器的截面图和俯视图。FSM层被去除以露出行电极和列电极的图案。圆圈代表与如图60(6000)所示的底部导体图案互连的通孔。

[0117] 图59示出了如图58(5800)所示的椭圆形传感器的FSM层的设计。该设计示出了节段式FSM传感器图案，但也可以使用其他类型的FSM图案，包括如图47(4700)-图49(4900)中所示的图案。

[0118] 图60示出了如图58(5800)所示的椭圆形传感器的底层的反面的详情。线条图案的

区域为互连行电极的导体。圆圈表示的通孔连接到对面的行电极；

[0119] 图61示出了带电桥的菱形图案分流模式IPSA。该图案是通过创造行和列的图案来创造的(这些列是连续的，但行图案有间断)(6101)、将绝缘材料沉积在列在行之间经过的区域中(6102)；和，沉积用于桥接属于各行的岸盘而不会电连接至列的导体材料贴片。

[0120] 图62示出了如何将设计有切口和折线的IPSA传感器弯成复杂形状。在本例中，左侧图案可以弯折，以形成如右侧所示的用于机器人指尖的传感器；

[0121] 图63示出了可能的IPSA传感器叠层的4个截面图；

[0122] 图64示出了包括显示器的可能IPSA传感器叠层的4个截面图；

[0123] 图65示出了一个优选示例性发明实施例应用于平板外形界面应用环境中的右前俯视图；

[0124] 图66示出了一个优选示例性发明实施例应用于平板界面应用环境中的右后前视透视图；

[0125] 图67示出了一个优选示例性发明实施例的基底元件应用于平板界面应用环境中的右前俯视透视图；

[0126] 图68示出了一个优选示例性发明实施例的PCB/电池元件应用于平板界面应用环境中的右前俯视透视图；

[0127] 图69示出了一个优选示例性发明实施例的PCB/电池元件应用于平板界面应用环境中的俯视图；

[0128] 图70示出了一个优选示例性发明实施例的压力膜元件应用于平板界面应用环境中的右前俯视透视图；

[0129] 图71示出了一个优选示例性发明实施例的叠加元件应用于平板界面应用环境中的右前俯视透视图。

[0130] 图72示出了一个优选示例性发明实施例的边框元件应用于平板界面应用环境中的右前俯视透视图。

[0131] 图73示出了一个优选示例性发明实施例应用于平板界面应用环境中的正面截面图；

[0132] 图74示出了一个优选示例性发明实施例应用于平板界面应用环境中的LSM连接器的细节透视图；

[0133] 图75示出了一个优选示例性发明实施例应用于平板界面应用环境中的细节透视侧视截面图；

[0134] 图76示出了一个优选示例性发明实施例应用于平板界面应用环境中的侧视截面图；

[0135] 图77示出了本发明的一个压敏触控板实施例的示例性系统方框示意图；

[0136] 图78示出了本发明的一个压敏触摸板实施例的示例性顶部铜布局；

[0137] 图79示出了本发明的一个压敏触摸板实施例的示例性底部铜布局；

[0138] 图80示出了本发明的一个压敏触摸板实施例的示例性通孔布局；

[0139] 图81示出了一个采用具有桥接的单面菱形图案的本发明的电容传感器布局的示例性实施例的俯视图；

[0140] 图82示出了一个采用具有桥接的单面菱形图案的本发明的电容传感器布局的示

例性实施例的截面图；

[0141] 图83示出了本发明的一个采用具有直行直列的双面图案的电容传感器布局的示例性实施例的俯视图；

[0142] 图84示出了一个采用具有直行直列的双面图案的本发明的电容传感器布局的示例性实施例的截面图；

[0143] 图85示出了接触饮水杯以产生压力分布的示例性触摸传感器平板电脑；

[0144] 图86示出了由CCD扫描TSA得到的TSM数据，以及检测到的相关压力区域；

[0145] 图87示出了通过对TSM和检测到的相关压力区域的上采样操作，得到的VIA中的个体力感测元件感测的力的近似重建；

[0146] 图88示出了CCD基于TSM数据计算的示例性个体检测椭圆形数据；

[0147] 图89示出了示例性触摸传感器平板电脑接触画笔以产生压力分布；

[0148] 图90示出了CCD通过扫描TSA得到的TSM数据的压力分布；

[0149] 图91示出了基于压力分布检测到的相关压力区域；

[0150] 图92示出了CCD基于TSM数据计算的示例性个体检测椭圆形数据。

[0151] 当前优选示例性实施例说明

[0152] 虽然本发明可以具有多种不同形式的实施例，下面将会详细描述如附图所示的本发明优选实施例，应当理解，本公开应当看做是本发明的原理的举例说明，而不旨在将本发明的广泛方面限制在所示实施例中。

[0153] 下面将具体引用当前优选的实施例，来描述本发明的众多创新教导，其中所述创新教导可以有利地应用在"触摸传感器检测器系统和方法"的具体问题中。但是，应当理解，该实施例仅为本文中的创新教导的众多有利用法的一个示例。一般而言，本申请的说明书中做出的陈述并不一定限制各个要求保护的发明中的任一个。此外，某些陈述可能应用于某些发明特征，而不应用于其他特征。

[0154] TIC/TIR数量无限制性

[0155] 本发明可以采用各种不同配置的互连阻抗列(TIC)和互连阻抗行(TIR)。在许多优选实施例中，具有两个或以上的TIC或两个或以上的TIR，由此允许在行和列的方向上以2或以上的系数减少VIA外部可访问的行数和列数。但是，一些优选发明实施例可以在一个或多个行/列中使用单一列间阻抗元件或单一行间阻抗元件。因此，术语TIC和TIR包括了VIA仅在一个维度中包含互连阻抗元件的情况。

[0156] 列驱动源(CDS)无限制性

[0157] 本发明可以采用各种各样的驱动VIA传感器列的源，包括但不限于：DC电压源，AC电压源，任意波形发生器(AWG)电压源，DC电流源，AC电流源，和任意波形发生器(AWG)电流源。要注意的是，在此环境中，AWG源的使用可以包括可以使用电子技术领域众所周知的常规波形生成技术来进行动态限定/生成的各种信号波形。

[0158] CSR/RSR激/肼无限制性

[0159] 本发明可以在列开关寄存器(CSR)和行开关寄存器(RSR)中使用各种的电源和电肼来配置对VIA的刺激和/或感测。在此背景中，本发明预见了使用选自包括以下各项的组中的CSR源：开路，零电位电压源，由所述CSR限定的电压源；由所述CSR限定的电流源；源自所述CDS的电压；和源自所述CDS的电流。在此背景中，本发明预见使用选自包括以下各项的

EX1002 - Page 1338

组中的RSR阱，开路；零电位电压源；由所述RSR限定的电压源；由所述RSR限定的电流阱；以及至ADC的输入。

[0160] ITC/ITR电阻器无限制性

[0161] 本文所述的示例性ITC和ITR功能中所示的电阻器可以是固定电阻器(可以有不同的值)，和/或可以包括在一些情况下可基于CSR和/或RSR进行配置的可变电阻器。在此背景中，所示电阻器可以看做是通用阻抗的可能示例，其可以包括电阻、电容和/或电感的任意组合。其他类型的阻抗元件(例如电阻元件或电感元件、有源元件(或有源电路)及其组合)可以替代所示电阻器，而不会损害所要求保护的本发明的范围的广泛性。因此，在ITC和ITR电路的背景中，可以使用任何形式的阻抗来替代所示电阻元件，且可以包括可变阻抗元件，该可变阻抗元件包括有源元件，例如MISFET和其他半导体装置。

[0162] 列间/行间阻抗数无限制性

[0163] 本发明在VIA内使用连同列间内插、行间内插的列间阻抗、行间阻抗，以实现触摸传感器检测器系统和方法。各行和各列之间的阻抗数通常配置为2个或以上，但在一些情况下，VIA可以被直接映射以通过访问系列ITC和ITR阻抗串中的内部节点来实现对所有VIA列/行的常规扫描。

[0164] 行/列无限制性

[0165] 在描述将触摸传感器阵列(TSA)配置为传统可变阻抗传感器(VIA)阵列的典型配置时，本发明将以行/列来进行讨论。然而，术语"列"和"行"可以在许多发明实施例中互换，而不会脱离所要求保护的发明的总体精神和范围。

[0166] 传感器阵列几何结构无限制性

[0167] 本发明预见了各种传感器阵列几何结构，其可以根据应用背景来使用。虽然可变阻抗元件的矩形结构阵列可能在一些优选的发明实施例中是有利的，但还预见了对其他几何结构的使用，包括多边形、圆形、椭圆形以及其他平面和非平面形状。在此广泛范围的传感器几何结构中，预见本公开的技术可应用于二维和三维形状两者。

[0168] 传感器VIA填装无限制性

[0169] 本发明预见了在一些应用中，VIA传感器阵列可以部分填装，使得传感器元件可以仅存在于总体VIA结构的一个子集中。例如，预见了一种传感器配置，在该传感器配置中，VIA还包括物理列，所述物理列通过位于所述物理列和物理行的交叉点处的压敏传感器元件而电偶极至物理行，其中所述压敏传感器元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列。这允许缩减总体的VIA传感器制造，并建立定制传感器应用和形状/物理配置的可能性。其在一些情况下，在VIA阵列上可以具有不同程度的传感器密度。

[0170] ADC无限制性

[0171] 本发明在许多优选实施例中示出了模拟数字转换器(ADC)的使用。该ADC在一些实施例中可以实现为电压模式转换器，而在其他实施例中可以实现为电流模式转换器。此外，一些优选的ADC实施例可以包含频率检测/跳跃，以便能够在模拟数字转换过程中进行频率分辨。

[0172] 传感器元件无限制性

[0173] 本发明可以应用于各种可变阻抗阵列(VIA)触摸传感器技术中，例如压力传感器、电容传感器、光学传感器、光敏传感器和基于RF的传感器技术。这些技术在一些情况下可以

进行组合而形成混合传感器系统。在一些情况下，传感器阵列可以检测不一定接触VIA传感器的感测表面的近场事件。在此背景下，本文件中的单个感测元件还可以称为"传感器元件"。

[0174] 后处理无限制性

[0175] 本发明在多个优选实施例中产生了表示从VIA采集的信息的触摸传感器矩阵(TSM)。该TSM数据结构可以由计算控制装置(CCD)发送至数字数据处理器(DDP)，或由CCD本地处理以执行各种特定应用功能。

[0176] TSM采集/处理无限制性

[0177] 表示从VIA采集的信息的触摸传感器矩阵(TSM)可以作为整个实体来采集和/或处理或在一些情况下可以以零散的方式来采集和/或处理。这可能(例如)在扫描触摸传感检测器的一个区域并从该感兴趣的部分区域中采集并处理信息的情况中出现。类似地，该部分信息可以由计算控制装置(CCD)发送至数字数据处理器(DDP)，或由CCD本地处理以执行与检测器的部分扫描区域相关的各种特定应用功能。因此，TSM的任何传输或处理假设还预见了所述矩阵的部分传输或处理。

[0178] 概念概述

[0179] 本发明涉及多点触摸触摸传感器领域，其通常用于向计算机、平板电脑和其他电子装置添加触摸输入。多点触摸感测指的是触摸传感器区分和独立追踪多个触摸的能力，这允许用户使用多个手和手指和其他物体(例如尖笔)与传感器进行交互，并允许多个用户同时与传感器装置进行交互。许多触摸传感技术仅允许确定触摸的存在/不存在及其位置，而本发明的技术还具有确定每个触点所施加的力的量的能力。

[0180] 本发明还涉及压敏阵列领域，其通常用于工业和医学应用中，用于测量区域上的压力分布和检测压力变化，包括压力分布的接触面积、峰值和最小值。

[0181] 操作目的

[0182] 在常规触摸传感器阵列的背景中，可变阻抗阵列(VIA)以特定分辨率(以传感器元件的分辨率)感测触摸。如果VIA的每行每列均各自连接至驱动/感测电子器件，则这就是数据的最大可能分辨率。在本发明的背景中，内插块(互连阻抗列(IIC)和互连阻抗行(IIR))允许以较低分辨率扫描VIA传感器。由于IIC和IIR的配置，传感器硬件可以适当地对VIA中的信号进行下采样(以线性形式)。因此，从该VIA传感器数据中提取的低分辨率阵列(触摸传感器矩阵(TSM)数据结构)中的扫描值类似于线性下采样的传感器响应。该下采样允许在软件中以VIA的分辨率(甚至可能以高于VIA的分辨率)重建触摸的位置、力、形状以及其他特征。

[0183] 作为示例，在以节距为1.25mm的177列电极和97行电极所构建的VIA传感器阵列中，理论上可能构建具有177列驱动线和97行感测线的电子器件来支持所述整个VIA的感测。但是，其成本可能过高，且难以把如此多的行线和感测线以空间高效的形式排布到传统印刷电路板(PCB)上。此外，该177×97VIA传感器配置可能需要扫描177×97＝17169个交叉点，而这利用低功率微控制器(例如ARM M3)可能产生最大扫描速率约10hz(这对典型的触屏用户交互而言，缓慢得不可接受)。最后，假设用16位ADC值，则存储这些触屏值对于单一帧可能需要存储量为17169×2＝34KB，这对可能仅配置了32KB RAM的小微控制器而言，是一种过度的存储量要求。因此，在此背景中，使用常规行/列触摸传感器技术需要更强大的

处理器和多得多的RAM，这可能使得该方案过于昂贵和复杂以致于对消费者电子应用而言无法实施。

[0184] 本发明的要旨在于，本系统配置为以较低的分辨率进行扫描，但保持好像以177×97进行扫描时的信号准确度和质量，而不是以177×97全分辨率扫描上述的示例性传感器阵列。为了能够对上述示例传感器阵列的讨论，在该传感器阵列的一个典型的本发明实施例中，其驱动电子器件可能仅需要45个列驱动器和25个行驱动器。该内插电路允许系统使用仅45×25个电子器件的补集来扫描该177×97阵列，这将必须扫描的交叉点的数量减少16倍至45×25＝1125。该配置允许以150Hz扫描传感器，并在具有RAM限制的微控制器应用背景中降低存储器消耗。虽然失去了解析一块1.25mm的两个触摸(或感知每个单独传感器元件处确切发生了什么)的能力，但由于使用ITC和ITR执行行/列内插值线性，仍可能以VIA传感器的全分辨率来追踪触摸。

[0185] 系统概述(0100)

[0186] 图1描绘了对典型应用环境中的优选示例性系统实施例的总图(0100)，其中用户(0101)与图形用户界面(GUI)(0103)交互，该GUI包含了用于执行从计算机可用介质(0104)读取的机器指令的计算机(通常包括移动或非移动计算装置，且此处通常表述为数字数据处理器(DDP))(0103)。在此应用背景中，所述优选示例性触摸传感检测器(0110)系统实施例包括了具有可变阻抗阵列(VIA)(0112)的触摸传感器阵列(0111)。

[0187] VIA(0112)可以采用电阻阵列或电容阵列，该阵列包括传感器元件的行和列，该元件可以以常规的正交方向来布置，或在一些情况下，VIA(0112)可以配置为各/列并非相互正交(如图7(0700)所示的实施例所示)。VIA(0112)在其边缘处具有互连阻抗列(ITC)(0113)和互连阻抗行(ITR)(0114)，该互连阻抗列(ITC)和互连阻抗行可以配置为电连接、测量或感测以各种连续配置的两个或以上列/行(通过ITC(0113)和ITR(0114)内的内部电子列/行节点)。

[0188] ITC(0113)和ITR(0114)由阵列列驱动器(ACD)(0115)和阵列行感测器(ARS)(0116)控制。ACD(0115)负责选择ITC(0113)、用于驱动ITC(0113)的电源以及选择ITC(0113)内受到电驱动的列的配置。ARS(0116)负责选择ITR(0114)、连接至ITR(0114)的电阱以及选择在ITR(0114)内受到电感测的行的配置。ACD(0115)和ARS(0116)利用驱动/感测控制电路(0117)来控制，所述控制电路(0117)可以包括单独的列并发寄存器(CSR)和行并发寄存器(RSR)、以及用于通过ACD(0115)驱动ITC(0113)的数字模拟转换器(DAC)和/或用于通过ARS(0116)感测所配置的ITR(0114)状态的模拟数字(ADC)转换器。

[0189] 对于在计算机(0103)上运行应用软件的环境，从ARS(0116)读取模拟信号的感测结果可以通过驱动/感测控制电路(0117)转换为数字并发送给数字接口(0118)以发送给计算系统(0103)，并通过操作系统软件来编译。在该系统环境中，可以预见各种计算机系统(0103)和相关的应用。

[0190] 所描绘的系统不同于现有技术之处在于通过ACD(0115)和ARS(0116)所确定的ITC(0113)和ITR(0114)的配置允许VIA(0112)感测元件以复杂度较低的电子器件(列驱动器和行驱动器更少)进行交互，同时仍提供与VIA(0112)中存在的物理行/列间距可比的空间粒度。通过操纵ITC(0113)和ITR(0114)的配置，并在驱动/感测控制电路(0117)中使用适当的软件，VIA(0112)感测元件可以通过不需要支持VIA(0112)内的单个行和列的有源电路的较

组输硬件接口来进行内插。该内插能力是IIC(0113)和IIR(0114)的各种硬件配置与可用于对ARS(0116)采集的原始数据进行精细化的驱动/感测控制电路(0117)内的各种软件技术相结合的组合。

[0191] 在此背景中，可以预见电驱动VIA(0112)列和感测VIA(0112)行的各种方法，包括DC和AC信号，以及使用电压模式和电流模式驱动/感测方法。

[0192] 方法概述(0200)

[0193] 本发明的示例性方法可以在如图2(0200)中的流程图中大致描述，其中包含以下步骤：

[0194] (1)在可变阻抗阵列(VIA)中配置互连阻抗列(IIC)(0201)；

[0195] (2)在VIA内配置互连阻抗行(IIR)(0202)；

[0196] (3)利用列驱动电源(CDS)电刺激IIC(0203)；

[0197] (4)利用ADC感测IIR中的电响应，并转换为数字格式(0204)；

[0198] (5)将IIR转换的数字格式响应存储在触摸传感器矩阵(TSM)数据结构中(0205)；

[0199] (6)确定预定CDR/IIC/IIR变化是否已经录入TSM，若是，则进行至步骤(8)(0206)；

[0200] (7)为下一个VIA感测变体重新配置CDR/IIC/IIR，并进行至步骤(3)(0207)；

[0201] (8)内插TSM值，以确定VIA内的活动焦点(0208)；

[0202] (9)将焦点活动信息转换为用户界面输入指令序列(0209)，以及

[0203] (10)将用户界面输入指令序列发送给计算机系统以运行，并进行至步骤(1)(0210)。

[0204] 该通用方法可以很大程度上根据若干因素进行改进，其中有本发明的范围所预期的步骤的重新排列和/或添加/删除。本发明的总体范围预见了本实施例和其他优选示例性实施例方法与此述的各种优选示例性实施例系统的组合。

[0205] VIA/IIC/IIR详情(0300)

[0206] 可变阻抗阵列(VIA)(0310)、互连阻抗列(IIC)(0320)和互连阻抗行(IIR)(0330)的其他细节大致如图3(0300)所示。在此，VIA(0310)包括阵列中的列(0312)和行(0313)，所述阵列中，单个可变阻抗阵列元件(0319)可以在阵列的行/列交叉点内互连。所述单个可变阻抗阵列元件(0319)基于应用环境可以包括有源和/或无源部件，且包括电阻部件、电容部件和电感部件的任意组合。由此，VIA(0310)阵列阻抗元件(0319)在该图中一般表示为一般化的阻抗值Z。

[0207] 应当注意的是，物理VIA列(0312)和VIA行(0313)分别通过互连阻抗列(IIC)(0320)和互连阻抗行(IIR)(0330)相互连接在一起。IIC(0320)和IIR(0330)配置为降低连接至列驱动源(0321,0323,0325)和行感测阱(0331,0333,0335)的行数和列数。同样地，IIC(0320)和IIR(0330)的组合将减少与VIA列(0312)和VIA行(0313)交互所需的外部部件。在本发明的背景中，IIC(0320)互连的数量配置为允许将列驱动源(0321,0323,0325)的数量降低到少于物理VIA列(0312)的数量(由此外部IIC列的数量通常少于内部IIC列的数量)，且IIR(0330)互连的数量配置为允许将行感测阱(0331,0333,0335)的数量降低到少于物理VIA行(0313)的数量(由此外部IIR列的数量通常少于IIR列的数量)。这个减少是通过在每个VIA物理列(0312)之间串联一个或多个IIC(0120)元件(0329)和在每个VIA物理行(0313)之间串联一个或多个IIR(0330)元件(0339)来实现。由此，仅需要P列驱动器和R行传感器即

可将X×Y VIA传感器(0310)转化为电接口。本发明包括：

[0208] $P \leq X$ (1)

[0209] 和

[0210] $Q \leq Y$ (2)

[0211] 其具有满足如下关系的多个优选实施例

[0212] $$\frac{X}{P} \geq 2 \quad (3)$$

[0213] 或

[0214] $$\frac{Y}{Q} \geq 2 \quad (4)$$

[0215] 注意的是，在所述优选实施例的背景中，可能存在IIC可以包含多个互连阻抗而IIR包括单一互连阻抗元件的情况，和IIC可以包括单一互连阻抗元件而IIR包括多个互连阻抗元件的情况。

[0216] IIC(0320)阻抗元件(0329)配置为连接单个VIA列(0312)。基于应用背景，该IIC(0320)阻抗元件(0329)可以包括有源和/或无源元件，并包括电阻部件、电容部件和电感部件的任意组合。由此，IIC(0320)阻抗元件(0329)在该图中一般表示为一般化的阻抗值X。如图所示，单个VIA列可以使用单个列驱动源(0321,0323,0325)直接驱动，或内插在所述直接驱动列之间(0322,0324)。

[0217] IIR(0330)阻抗元件(0339)配置为连接单个VIA行(0313)。基于应用环境，该IIR(0330)阻抗元件(0339)可以包括有源和/或无源元件，并包括电阻部件、电容部件和电感元件的任意组合。由此，IIR(0330)阻抗元件(0339)在该图中一般表示为一般化的阻抗值Y。如图所示，单个VIA行可以使用单个行感测阱(0331,0333,0335)直接感测，或内插在所述直接感测行之间(0332,0334)。

[0218] 列驱动源(0321,0323,0325)在所述附图中一般显示为独立的，但在某些配置中可以使用由列开关寄存器(CSR)控制的一系列开关来组合。所述CSR限定了要电偶联至可由外部接入VIA传感器(0310)的每一列的列驱动源类型。可以使用AC/DC激励、电压源、开路、电流源和其他电源驱动器组合的各种变型来作为列驱动源(0321,0323,0325)的切换的配置。CSR可以配置为既选择施加到VIA传感器(0310)的电源类型也选择其相对幅度/量级。

[0219] 行感测阱(0331,0333,0335)在所述附图中一般显示为独立的，但在某些配置中可以使用由行开关寄存器(RSR)控制的一系列开关来组合，所述RSR限定了要电偶联至可由外部接入VIA传感器(0310)的每一行的行感测阱的类型，可以使用AC/DC激励、电压源、开路、电流源和其他电感测阱组合的各种变型来作为行感测阱(0331,0333,0335)的切换的配置。RSR可以配置为既选择施加到VIA传感器(0310)的电阱类型也选择其相对幅度/电级。

[0220] 列/行开关逻辑(0400)

[0221] CSR和RSR列/行、源/阱操作的进一步细节如图4(0400)所示，其中VIA(0410)通过使用IIC(0412)和IIR(0413)阻抗网络而分别与列驱动源(0421,0423,0425)和行感测阱(0431,0433,0435)接口连接。列开关寄存器(CSR)(0420)可以包括一组锁存器线路或其他存储元件，以配置控制与每个列驱动源(0421,0423,0425)关联的驱动源类型的开关、驱动

EX1002 - Page 1343

到的幅度/量级，以及是否启动所述驱动器。类似地，行开关寄存器(RSR)(0430)可以包括一组锁存器线路或其他存储元件，以配置控制与每个行传感附(0431,0433,0435)关联的感测附类型的开关、感测附的幅度/量级，以及是否启动所述附。

[0222] 如上所述，IIC(0412)和UIR(0413)阻抗网络可以包括各种阻抗，该阻抗可以是静态的，或分别通过CSR(0420)和RSR(0430)的配置来主动配合。由此，在一些优选实施例中，CSR(0420)和RSR(0430)可以配置为不仅刺激/感测VIA(0410)行为，还通过重新配置内部列之叉连接和内部行交叉连接来内部配置VIA(0410)的互连性质。所有这些行为可以通过控制逻辑(0440)来动态确定，控制逻辑(0440)可以包括微控制器或执行从计算机可读介质(0444)读取的机器指令的其他计算装置。在此环境中，模拟数字(ADC)转换器(0460)的行为可以部分通过配置CSR(0420)和/或RSR(0430)以及控制逻辑(0440)来控制。例如，基于CSR(0420)和RSR(0430)的配置，ADC(0460)可以配置用于与CSR(0420)/RSR(0430)设置相关的感测类型相兼容的特定操作模式。

[0223] 简化系统实施例(0500)

[0224] 如图1(0100)-图4(0400)中所示的模拟化的概念可以在一些系统设计中，简化为如图5所示(0500)。在此，示出了VIA传感器(0510)，其中互连阻抗列(0520)形成了对包括VIA传感器阵列(0510)的物理VIA传感器列(0512)的缩简电接口，类似地，互连阻抗行(0530)形成了对包括VIA传感器阵列(0510)的物理VIA传感器行(0513)的减少的电接口。注意的是，在此示例中，物理VIA列(0512)的数量无需与物理VIA行(0513)的数量相同。此外，串联VIA(0510)的每列的列内插阻抗元件(X)的数量无需与串联VIA(0510)的每行的行内插阻抗元件(Y)的数量相同。亦即，内插列(0522,0524)的数量无需与内插行(0532,0534)的数量相同。

[0225] 控制逻辑(0540)提供信息以控制列开关(0521,0523,0525)和行开关(0531,0533,0535)的状态。列开关(0521,0523,0525)限定了单个VIA列是否接地，或被驱动至来自电压源(0527)的电压电位，电压源(0527)在一些实施例中可以由控制逻辑(0540)调节，以允许即时(on-the-fly)调整(0541)，即时调整(0541)可用于补偿驱动电子器件中的潜在非线性。类似地，行开关(0531,0533,0535)限定了单个VIA行是否接地，或电偶联至信号调整器(0560)和关联的ADC(0560)。

[0226] 在如图5(0500)所示的配置中，VIA传感器(0510)均匀地包括在每列(X)之间的2个内插阻抗和在每行(Y)之间的3个内插阻抗，这表明的事实在于，在指定的VIA中，内插列的数量无需等于内插行的数量。此外，应当注意的是，整个VIA中的内插列的数量无需一致，整个VIA中的内插行的数量也无需一致，整个VIA中，所述参数的每一个参数的数量可以变化。

[0227] 还应注意的是，VIA传感器(0510)在内插阻抗的列内或行内无需具有一致性，且在一些情况下，这些阻抗的数量和/或数值可以使用MOSFET或其他跨导体来动态定义。在此示例性VIA传感器节段中，可以看出，阵列的一列(0523)受到有源驱动，而剩余的两列(0521,0525)则保持在接地电位。所述行被配置使得一行(0533)由信号调整器(0560)/ADC组合(0550)感测，而剩余的行(0531,0535)则保持在接地电位。

[0228] 简化方法(0600)

[0229] 与如图5(0500)所示的简化原理图相关的方法如图6(0600)所示。在此，列驱动器、列源和行附均简化如图5(0500)所示，相应地降低了总体方法复杂性。所述经过简化的示例

性本发明方法可以大致如图6(0600)的流程图所示，包含如下步骤：

[0230] (1)控制逻辑在时间驱动一个有源列电极(0601)，同时令所有其他有源列电极接地(0602)。

[0231] (2)对于每个电源驱动的电极，控制逻辑一次连接一个感测电极至调节电路(0603)，同时令所有其他有源行电极接地(0604)。这在电源驱动的电极和连接至调节电路的感测电极之间的交叉点附近创造了多个穿过力感测元件的可能电流路径。施加至传感器的方生成了与力和力到达交点之间的距离成比例的信号。

[0232] (3)信号穿过调节电路，调节电路可能执行电流到电源的转换(0605)。可选滤波和/或放大，并产生模拟输出信号(0606)。

[0233] (4)ADC将来自信号调节电路的信号输出转换为数字值，并将其存储在存储器(0607)的阵列中，对有源行电极和有源列电极之间的每个交叉点(步骤(0601)-(0607))重复这个步骤(0608)。

[0234] (5)扫描整个传感器之后，控制电路可选地处理存储器中的阵列，以进一步对信号进行滤波，将信号归一化至已知单位，提取例如触摸等特征，并随时间追踪触摸(0609)。

[0235] (6)控制电路可以与外部元件交互以交换数据，其还可以选择改变扫描参数，以优化后续扫描的功率、速度或延迟。其还可以响应用户请求或决定置在扫描(0610)之间关机或休眠。

[0236] 该通用方法可以很大程度上根据若干因素进行改进，其中有本发明的范围所预见的步骤的重新排列和/或添加/删除，本发明的整体范围预见了本实施例和其他优选示例性实施例方法与此述的各种优选示例性实施例系统的组合。

[0237] 示例性非正交VIA(0700)

[0238] 如图7(0700)所示，在一些优选实施例中，VIA可以配置为非正交配置，而不会失去本发明教导中的普遍性。该图展示了一个广义概念，即各种各样的VIA传感器元件布局均可能使用本发明的教导，且就此而言，本文中所教导的内插技术不限于特定的VIA布局或坐标系。

[0239] 示例性径向/椭圆VIA(0800)

[0240] 如图8(0800)所示，在一些优选实施例中，VIA可以配置为径向配置，而不会失去本发明教导中的普遍性。虽然所示的径向配置是相对于VIA原点而圆形对称，但在一些所示的优选发明实施例中，其可以通过拉伸/收缩/旋转VIA阵列的一个或多个轴而成为椭圆阵列。

[0241] 示例性电压模式列驱动电路(0900)-(1100)

[0242] 列驱动电路可以采用与本发明教导相一致的各种形式，但一种示例性形式大致如图9(0900)所示。在此，激活列(ACTIVATE COLUMN)信号(0910)被提供给反相器链(0901，0902)，然后以三相连通性通过传输门(0903)提供给VIA内的LTC内插结构相连接的LTC列驱动信号(0920)。所述传输门(0903)被设计为在使能开关(ENABLE SWITCH)信号(0930)激活时，将所述反相器链(0902)的输出有源地偶联至LTC列驱动(0920)。三相反相器(0904)提供必要的信号倒相，以保证传输门(0903)能够进行双向电流流动。注意的是，列驱动电压(0940)可以不同于施加给所示反相器的其他电压，因为PSMOSFET可以根据反相器链(0901，0902)的列应用特定配置来配置为功率驱动器。

[0243] 应当注意，如图10(1000)所示，所述三相开关配置的其他实施例也是可能的，其中

堆叠的MOSFET开关可以组合用于如图9(0900)所示的激活和二相驱动控制功能两者。在此实施例中，为简明起见，省略了用于激活(ACTIVATE)信号和使能(ENABLE)信号的反相器电路。图10(1000)的实施例的主要区别在于，需要额外的净空(headroom)电压要求(供给电压必须更高)和对所有开关操作使用统一化的供给电压。图9(0900)所示的配置在许多应用中是优选的，因为VIA开关切换相关的动态功耗符合如下数量级。

[0244] $$P=\frac{1}{2}CV^2f \tag{5}$$

[0245] 其中P代表动态功耗，C代表电抗VIA负载电容，V代表切换的电压差，且f代表开关(扫描)频率。因此，降低VIA传感器两端的切换电压，可以显著降低触摸传感器扫描操作所消耗的功率量。通过使用在如图9(0900)所示的实施例中的不同驱动电压(即，降低列驱动电压(0940))，可以实现总体功耗的大幅降低。

[0246] 如图10(1000)所示的堆叠驱动方法可以改进为形成大致如图11(1100)所示的非堆叠式IIC列驱动器。在此，添加驱动输出CMOS反相器的逻辑允许降低系统整体电压操作。该逻辑配置常常包含在微控制器二相GPIO电路中。

[0247] 示例性电压模式行感测电路(1200)-(1300)

[0248] 行感测电路可以采用与本发明的教导相一致的各种形式，但其中一个示例性形式大致如图12(1200)所示。在此，IIR行感测信号线(1210)通过与传输门(1202)相连接的MOSFET切换的接地分路(1201)电耦联至ADC输入(1220)。当使能开关(ENABLE SWITCH)信号(1230)激活时，MOSFET分路(1201)被停用，且通过反相器(1203)激活传输门(1202)，这将选定的IIR行感测信号线(1210)连接至ADC(1220)。当使能开关(ENABLE SWITCH)信号(1230)未激活时，MOSFET分路(1201)启动，其令IIR行感测信号线(1210)接地，并停用传输门(1202)，这将选定的IIR行感测信号线(1210)从ADC(1220)解偶联。

[0249] 应当注意，在一些情况下，该开关电路可以不仅涉及简单无源信号开关，且可以包括有源放大/缓冲发生，以在IIR行感测信号线(1210)被传递给ADC(1220)前对其进行调节。电子技术领域中的技术人员能够实现此类切换的主动缓冲。

[0250] 如图12(1200)所示的电路可以如图13(1300)所示增强并改进，以包含接地使能(GROUND ENABLE)信号(1340)和相关逻辑门(1341)，以允许在行感测线未受到感测或接地(例如在多分辨率扫描操作中)时，允许对IIR行感测线接地的可选停用。该实施例中的电路元件(1301,1302,1303,1310,1320,1330)大致对应于图12(1200)中的元件(1201,1202,1203,1210,1220,1230)。

[0251] 示例性电流模式列驱动电路(1400)-(1500)

[0252] 在一些发明实施例中，大致如图9(0900)-图12(1200)所示的示例性电压模式列驱动电路还可以使用大致如图14(1400)和图15(1500)所示的电流模式方式来实现。所示示意图大致展示了与图9(0900)-图12(1200)相似的结构和功能，但其包括电流模式方式，其中P5/P6装置形成了电流镜，该电流镜在CN6被使能(ENABLE)信号(1430)激活时对R1消耗的电流进行镜像。

[0253] 大致如图15(1500)所示，可以使用各种方法来令IIC列线接地，可通过使用单个MOSFET(作为非理想电流阱)，或通过使用更常规的基于电流镜的电流阱。注意，由于所述配

置(1450、1550)中的强制电流可以使用计算机控制的装置(RU)来"按号输入"(大致如图17(1700)所示),该实施例可以用于必须令功耗最小化的情形中。

[0254] 示例性电流模行传感电路(1800)

[0255] 大致如图12(1200)-图13(1300)所示的示例性电压模式行感测电路在一些发明实施例中还可以使用大致如图16(1600)所示的电流模式形式来实现。该示意图所示结构大致与图12(1200)-图13(1300)相似,但是包含电流模式感测形式。在此,TIR行感测信号(1610)依应由开关N1(1601)所分流,或者被N2、N4和N5的组合所镜像(1602)的电流以提供肼电流。所述肼电流由电流模式ADC(1620)转换。所述使能(ENABLE)信号(1630)用于通过反相器(1603)对分路开关(1603)进行门控,并通过N2对电流镜(1602)提供启动。

[0256] 示例性可变内插电阻(1700)

[0257] 用于互连单个列(TIC)和单个行(TIR)的阻抗可以配置为固定电阻器(在各行和/或列内可以有不同的值),但也可以通过使用配置为电压调制传输门的线性导体的MOSFET配置为可变电阻(如图17(1700)所示)。在此,DACs可以用于在微控制器或其他计算装置的控制下调制N和/或P阻抗元件的有效电阻。本领域技术人员熟悉与该设计方法兼容的各种各样DAC硬件实施方式。

[0258] 有源电路可变阻抗阵列元件(1800)

[0259] 可变阻抗阵列(VIA)通常包含无源构造的阻抗元件,例如电阻器、电容器、电感器或其他涉及这些基本元件的无源装置组合。但是,一些优选发明实施例可以利用所述无源VIA部件相关的有源电路。该有源电路结构的示例如图18(1800)所示,其中VIA有源传感器元件(1810)包括利用有源电路(1812)增强的无源VIA传感器元件(1811)。所述有源电路(1812)互连VIA/TIC列(1813)和VIA/TIR行(1814)。

[0260] 该概念的一种可能的示例性实施例利用如VIA有源传感器元件(1820)来示出,VIA有源传感器元件(1820)包括以MOSFET(1822)增强的无源VIA传感器元件(1821),MOSFET(1822)互连VIA列(1823)和VIA行(1824)。本领域技术人员知晓,VIA单元(1811,1821)可以包括各种各样的可变阻抗元件,且有源电路(1812,1822)可以包括与偶联个体VIA列(1813,1823)和VIA行(1814,1824)一致的各种有源电路。

[0261] 示例性可变频率激励/检测(1900)-(2000)

[0262] 大致如图19(1900)所示,本发明可以利用CSR(1920)中的可选频率发生来激励VIA(1910)。虽然该结构大致与如图4(0400)所示相似,但添加可选滤波元件(1960)允许对来自VIA(1910)的各激励频率进行滤波,然后在由控制逻辑(1940)来处理之前由ADC(1950)进行检测。在一些情况下,可选滤波元件(1960)可以包含在ADC(1950)内。在此实施例中,CSR(1920)AC激励的形式可以是一种或多种单一频率,或多种频率。在一些实施例中,预见可在此结构中使用任意波形发生器(AWG)来产生CSR(1920)。

[0263] 注意,在CSR(1920)中与通过可编程的滤波器(1960)的并行多个频率检测一起的多个激励频率的使用可以允许VIA(1910)的多个区域同时被检测,连与适当的控制逻辑(1940)软件/固件联用可以允许对多个触摸区域进行适当检测,并还允许使用变化频率来检测VIA(1910)内的手指定位。该多频率方法还可以用在某些情况中,以降低操作触摸传感器检测系统所需的功率。

[0264] 基于多区域频率的方法如图20(2000)所示,其中VIA阵列以各种频率激励,且通过

对行传感器上的频率信息进行选择性过滤，除了单个VIA传感器元件阻抗的变化外还可以基于频率来感测VIA。注意的是，在一些情况下，这可以允许VIA表面的多个区域与不同感测机构相关联，例如压力、接近度、利用电容偶联尖笔的交互等。

[0265] 可变扫描分辨率(2100)-(2400)

[0266] 本发明预见了通过改变TIC列激励和TIR行感测IR配置，可以从指定的发明实施例中获得各种扫描分辨率。该可变扫描分辨能力的若干实施例在图21(2100)-图24(2400)中示出。在这些实施例中，水平/垂直实线代表VIA中的有源行/列，且虚线代表VIA内的内插行/列。每一行/列可以若作是处于有源状态(列被驱动/接地且行被感测/接地)或未连接状态(高阻抗状态)。

[0267] 图21(2100)示出了配置全分辨率扫描且在扫描期间驱动所有列并感测所有行的场景。图22(2200)所示为半分辨率扫描，其中在扫描期间每隔一行/列进行连接和驱动/扫描。图23(2300)所示为四分之一分辨率扫描，其中在扫描中每四行/列进行连接和驱动/扫描。最后，图24(2400)示出了混合模式扫描的概念，其中VIA的一部分以全分辨率扫描，而VIA的其余部分以较低分辨率扫描。改变扫描分辨率的能力通过降低与扫描VIA每一列/行的相关动态功耗，极大地有助于整个触摸传感器系统的功率节省。本领域技术人员知晓，图24(2400)所示实施例可以配置为在整个VIA结构中的若干离散区域处进行全分辨率扫描。

[0268] 笔/尖笔实施例(2500)-(3200)

[0269] 概述(2500)

[0270] 大致如图25(2500)-图32(3200)所示，除触摸传感检测器外，本发明还可以包括使用用户(2501)笔/尖笔(2520)作为GUI(2502)输入。如图25(2500)的框图所示，该可选实施例提供了类似于图1(0100)的功能性，但是添加了可以在读取自计算机可读介质(2504)的机器指令的控制下，与触摸传感检测器(TSD)/触摸传感器阵列(TSA)(2510)和/或计算机系统(2503)通信的笔/尖笔(2520)。

[0271] 有源电容尖笔(2600)

[0272] 大致如图26(2600)所示，在该结构中有源电容尖笔(2620)的使用允许尖笔(2620)发出信号(例如选定AC频率)(2621)，该信号随后由TSA(2610)检测并用于一维扫描途径中以分别确定尖笔的X和Y位置。如该图所示，计算机系统(2601)可以配置为与TSA(2610)无线通信(2602)以及与该配置中的尖笔(2620)无线通信(2603)。

[0273] 如图所示，在一些情况下，有源电容尖笔(2620)可以配置为接收来自单个VIA传感器元件(2623)的无线传输(2622)，并将该信息无线传送给计算机系统(2601)。以此形式，VIA可以用于向尖笔(2620)传送信息(位置、压力、检测到的电容、接近度等)，该信息随后中继至计算机系统(2601)。

[0274] 示例性尖笔原理图(2700)

[0275] 图27(2700)描绘了示例性有源电容尖笔的方框原理图，其中电源(通常为1.5V电池)(2700)在低功率微控制器(2703)的控制下通过功率控制模块(2702)进行升压转换，以向系统提供功率。该微控制器运行以控制振荡器(2704)，振荡器(2704)通过设计为由尖笔笔尖(2706)传输后供TSA接收的信号来驱动PCB天线(2705)。振荡器(2704)和尖笔笔尖(2706)之间的辐射耦合通常是电容性的，但可以由板载PCB天线(2705)协助。振荡器(2704)发出的信号的类型在一些情况下通过可选的用户输入(2707)可以由微控制器(2703)控

制，该可选的用户输入(2707)可以采用尖笔笔身内的TSA或包含在尖笔笔身内的可选的键盘开关或电容性传感器的形式。该用户输入(2707)可以将尖笔置于通过尖笔笔尖(2706)向TSA传输不同信息的不同操作模式中。由此，尖笔笔尖(2706)可以向TSA传输信息，例如压力/位置，但也能基于振荡器(2704)输出状态提供更多模式指示器。

[0276] 所述尖笔与尖笔(2706)向TSA的通信模式相结合，还可以配置有无线接口(WiFi，BLUETOOTH®，等等)，其可以利用振荡器(2704)和/或PCB天线(2705)，以与TSA电子器件和/或TSA电子器件如图28(2800)所示地与其通信的计算装置通信。

[0277] 示例性尖笔结构(2800)-(2900)

[0278] 示例性尖笔结构的细节提供于图28(2800)-图29(2900)中，其中尖笔包括顶部(2801)和底部(2802)罩壳，所述罩壳配置有用于组装的匹配螺纹(2803)。供应电力的电池(2804)和包含有源电子器件的PCB(2805)与设计为与覆盖TSA的保护罩层接触的尖笔笔尖(2806)一起包含在该两件式(two-piece)外壳结构中。可以包括可选的机械开关(2807)来支持对尖笔的电力控制，或作为改变尖笔操作模式的装置。可以包括弹簧(2808,2809)来影响电池(2804)接触以及允许尖笔笔尖(2806)在与平坦表面(例如TSA保护罩层的表面)接触时自由移动。

[0279] 与尖笔中的微控制器(2703)相关联，还可以有各种用户输入机构(例如开关或其他输入)(2807)，其可以允许对尖笔的操作模式进行修改。这个的示例如图28(2800)所示，其中，底部罩壳(2802)的外表面上的带(2811,2812,2813,2814,2815)通过电容耦联被感测，以确定用户至微控制器的开关输入，由此设定尖笔的操作模式。虽然其他模式选择方法也是可能的，这只是尖笔以各种模式与TSA进行操作的能力的一个示例。

[0280] 图29(2900)提供了尖笔的内部构件的附加细节，包括PCB，与尖笔笔尖的弹簧负载的接触，以及提供了PCB远距天线以协助与TSA和/或使用TSA作为输入装置的计算系统的通信。

[0281] 示例性输入数据图(3000)-(3200)

[0282] 如图30(3000)-图32(3200)所示，本发明可以整合手/手指手势在平板电脑表面(3110,3210)的使用以及笔/尖笔的输入，以产生如图31(3100)和图32(3200)所示的压力/存在分布图。如图30(3000)所示，所述系统可用于从各种用户手指(或用户的手的其他部分)以及尖笔/笔输入来采集压力信息。如图31(3100)所示，所述输入可以形成压力地图，其中每一手/手指/尖笔输入关联着TSA中的压力分布图。如图32(3200)所示，所述压力分布图可以区分来自用户手/手指(P)或尖笔(S)，因为该例中的尖笔是如前所述的有源电容尖笔，且在操作中向TSA发出无线信息。注意的是，在图32(3200)中，系统可以配置为在压力输入(在所述图表中定义为椭圆形)(P)和尖笔输入(S)之间区分，由此允许对同一TSA进行不同维度平面的输入。该附加的信息平面可以通过运行计算机系统上运行的应用软件用于影响应用软件中的各种操作模式或控制。

[0283] 详细描述——IFSA实施例(3300)-(6400)

[0284] 概述

[0285] 虽然本发明可以使用VIA中的各种各样的传感器技术来实现，一组优选的示范性实施例采用了压敏传感器，来形成内插力感测阵列(IFSA)。以下讨论细化了该压敏类优选实施例，并提供了详细示范性结构的环境。注意的是，虽然以下详细描述了IFSA的实施例，

在其构造中所用的技术可以同样应用于其他类型的传感器技术，例如电容性、电感性等。

[0286] 根据以上的总体描述，本发明IFSA实施例描述了用于构建高分辨率力感测阵列、允许驱动和感测电路具有比力感测阵列低的分辨率的内插电路，用于扫描传感器和处理所得信号的电路和附属算法的系统和方法，以及将该传感器合并到各种装置的方法。

[0287] IFSA传感器通常包括以下部件，在以下详细描述中，可以找到对每个部件的进一步的细节和阐明。

[0288] 传感区域，包括行电极和列电极以及力感测元件栅格的传感区域，其中每个元件连接在一个行电极和一个列电极之间。

[0289] 内插电阻器，连接到行电极和列电极和驱动/感测电路的一系列内插电阻器，。

[0290] 驱动电路，驱动电路，其包括一系列数字和/或模拟开关和连接有源列的相关控制逻辑。

[0291] 传感电路，传感电路，其包括一系列数字和/或模拟开关和连接有源行的相关控制逻辑。

[0292] 电压/电流源，电压或电流源，其向驱动电路提供驱动电压/电流。

[0293] 信号调节，可选的信号调节部件，其调节、滤波或转化来自传感电路的信号。

[0294] 控制电路，控制电路，通常为微控制器或ASIC，其产生扫描传感器所需的控制信号序列，所述控制电路还可以包含用于将传感器信号从模拟转化为数字格式的内部或外部ADC，用于处理和编译信号的处理器和存储器，和用于与外部部件(例如主处理器)通信的IO逻辑。

[0295] 注意，电路中的行和列可以互换，但出于说明目的，本发明将驱动电路与列相连，将感测电路与行相连，还应注意的是，为了说明目的，该部件单独地示出，所述部件的功能可以在实际实施中合并和/或分离，其一些实施例可以包括将内插电阻器与感测区域合并，将电压源包括在驱动电路内，将ADC置于控制电路外部，等等，为清楚起见，本发明将直接连接驱动和感测电路的列电极和行电极称为有源列电极和有源行电极，而通过内插电阻器与驱动电路和感测电路连接的则称为内插列电极和内插行电极。

[0296] 在操作中，控制电路重复地扫描传感器，以提取传感器上的力分布的二维"图像"。每一扫描周期称为一帧，如下是每一帧期间发生的步骤的概述，详细描述中可以找到对每一步骤的进一步的细节和阐明。

[0297] (1)控制逻辑一次驱动一个有源列电极，同时使其他所有有源列电极接地，

[0298] (2)对于每个电力驱动的驱动电极，控制逻辑一次将一个感测电极连接至调节电路，同时使所有其他有源行电极接地。这在电力驱动电极和连接至调节电路的传感电极之间的交叉点附近创建了多个穿过力感测元件的可能电流路径，施加至传感器的力创建了与力和力与交叉点之间的距离成正比的信号。

[0299] (3)信号穿过调节电路，调节电路可能执行电流到电压的转换、滤波和/或放大，并产生模拟输出信号。

[0300] (4)ADC将来自信号调节电路的信号输出转换为数字值，并将其储存在存储器的阵列中，对有源行电极和有源列电极之间的每个交叉点重复步骤。

[0301] (5)扫描整个传感器之后，控制电路可以处理存储器中的阵列，以进一步对信号滤波，将信号归一化至已知单位，提取例如触摸等特征，并随时间追踪触摸。

[0302] (6)控制电路可以与外部元件交互以交换数据。其还可以选择改变扫描参数，以优化后续扫描的功率、速度或延迟。其还可以响应用户请求或决定以在扫描之间关机或休眠。

[0303] (7)发送到外部电路的信号通过特定于IFSA用于执行期望的任务的产品的硬件和/或软件来使用。

[0304] 所述的部件和过程协同运作，以使传感器能够捕捉压力分布、处理数据、并输出有意义的信息，以允许各种各样的应用。本发明的上述目的、特征和优点，以及本发明的详细设计、实施和制作，将在此处提供的本发明详细叙述中进行更详细的阐明和讨论。

[0305] 工作原理(3300)-(3600)

[0306] 介绍

[0307] 以下讨论将从概念上描述如何构建IFSA传感器和所述结构如何允许内插。如上所述，IFSA传感器具有一组有源行电极和列电极，其连接到驱动和感测电路。在每对有源行电极和列电极之间，具有一个或多个内插电极。虽然每个行列对之间的内插电极数目可以变化，大多数IFSA传感器设计将保持该数目恒定，并将其称为数目N。

[0308] 图33(3300)所示为具有4个有源列电极、5个有源行电极且每对行电极和列电极之间2个内插电极的IFSA电路的示例。由此，通过正常情况下仅能读取4x5传感器的电路，本发明能够从10x13力感测元件阵列中读取力，使用该配置，与连接读出电子器件的行数和列数相比，本发明将X和Y维度上的传感器的有效追踪分辨率翻了三倍。此外，通过增加内插行电极和列电极的数目N，本发明能够在用于创建传感器的生产过程的能力的唯一限制的情况下进一步增加传感器的追踪分辨率。

[0309] 力感测元件

[0310] 每对行电极和列电极的交点处是在本发明的原理图中表示为可变电阻器的力感测元件。可以使用各种不同材料、配置和制造方法来创建下文中将对其进行描述的力感测元件。IFSA传感器中可能使用的大多数力感测元件以类似的方式响应于所施加的力——随着力被施加，电阻降低。但是，电阻和力之间的关系通常是非线性的。为此，优选测量传感器的电导而非测量电阻，电导电阻的倒数。随着压力的施加，电导以线性或接近线性的方式增加。若将比例常数(对应于灵敏度)设为变量k，施加在特定传感器元件的力的量F和传感器元件的电导C，则本发明可以通过下式，对传感器相对于力F的电导C进行建模：

[0311] $C=kF$ (6)

[0312] 如果在力感测元件两端施加电压，则欧姆定律表明将通过力感测元件的电流的量I将与力乘以电压V成正比。

[0313] $I=kFV$ (7)

[0314] 内插电阻器

[0315] 每对相邻电极(有源且内插)之间连接有内插电阻器。虽然一些传感器实施例中，内插电阻器的电阻值可以具有变化值，但在本例中，假设所有内插电阻器具有相同的电阻值Ri。这些电阻器形成了一系列电阻分压器电路，可以看到，所述电阻分压器电路激活传感器的内插特性。

[0316] 运行中的内插

[0317] 下面将详细描述本发明扫描IFSA传感器交叉点时发生的活动。在扫描传感器期间的任一点上，一个有源列电极被驱动至已知电压Vd，而其相邻列电极接地。同时，测量从一

个有源列电极流出的电流Is，而相邻行电极接地。如先前所述，一对指定的有源列电极或行电极之间的内插电极的数量在整个传感器中可以变化，但为了说明目的，假设本发明的传感器实施例构建有在每对有源列电极和行电极之间具有恒定数量的内插电极。这个数量本文中称为N。

[0318] 当驱动电子器件施加电压Vd时，两个接地列电极和两个接地行电极之间的区域中的每个力感测元件以相对于施加在元件上的力和与行列交叉点的距离为线性的方式向总感测输出电流Is贡献了部分电流。为了理解这些力感测元件中的每个力感测元件对最终输出值的贡献，参考图31(3400)，其描绘了IFSA传感器(例如图33(3300)中的传感器)在对图中央的行/列交叉点进行扫描的传感器扫描的时间段期间的一个分段。该传感器在每对有源列电极和行电极之间具有2个内插电极(N＝2)。该图中，本发明基于每个列电极与以电流驱动的电极(本例中为列电极0)之间的距离向每个列电极(无论其为有源或内插列电极)分配x坐标。该图中，最左侧、中间和最右侧的电极为有源电极，其分别编号为-3、0和3(对于具有不同的N的一般传感器，可以编号为-(N+1)、0和(N+1))。在其之间的是两组内插电极。这些电极被编号为-2和-1(通常为-N至-1)和1和2(通常为1至N)。基于与以当前的电极(本例中为行电极0)之间的距离，以类似的方式向每个行电极分配y坐标。最后，本发明向列X和行Y的交叉点处的每个力感测元件分配坐标(X,Y)。

[0319] 要记住的是，在所述驱动电极和感测电极周围的所有相邻行电极和列电极均被驱动至接地。因此，列电极-3和3接地，并且行电极-3和3也接地。在本部分的其余部分中，本发明显示了这设定了在列0和行0的交叉点周围的灵敏度分布，其沿X和Y方向均以线性方式降低。

[0320] 在驱动侧，在驱动有源电极和被接地的相邻有源电极之间互连内插电极的该组内插电阻器形成一系列分压器。这些电阻器均具有相同的电阻值Ri。由此，本发明可以将这些列电极的每一列电极处的电压Vc表达为x的函数如下：

[0321] $$V_c(x)=V_d\left[\frac{(N+1-|x|)}{N+1}\right] \qquad (8)$$

[0322] 每个列电极和行电极之间的是如先前所述的力感测元件，流经力感测元件的电流与所施加的力和所施加的电压成比例地变化。如果指定列电极处于如上所述的电压Vc(X)，则力感测元件的比例常数为k，而如果本发明假设力感测元件的感测侧的在为0伏(下文中将描述此为合理假设的原因)，则流经位置(X,Y)处的力感测元件的电流If(X,Y)为：

[0323] $$I_{f(X,Y)}=V_c(x)\times kF_{(x,y)} \qquad (9)$$

[0324] 在读出侧，每对有源电极之间的内插电阻器还充当有一系列电阻分压器(除本例中外)，其将通过都处于接地电位的相邻有源电极之间的力感测元件流入电极的电流分开。本例中，感测这些电极中的一个，而相邻有源电极接地。力感测元件(X,Y)对有源传感电极处的电流贡献可以表达为：

[0325] $$I_{C(x,y)}=I_{f(x,y)}\left[\frac{(N+1-|y|)}{N+1}\right] \qquad (10)$$

[0326] 现在，将If(X,Y)的等式替换到上式，然后将Vc(X)的等式替换到所得等式，得到Ic

(X,Y)的如下等式：

$$I_{C(X,Y)} = kF_{(X,Y)} \times V_0 \left[\frac{(N+1-|x|)}{N+1}\right] \times \left[\frac{(N+1-|y|)}{N+1}\right] \quad (11)$$

[0328] 由于k,V0,和N均为常数，可以看到，对从有源行电极和列电极的交叉点读出的输出电流的贡献与向位置(X,Y)施加的力F(X,Y)和力感测元件与行列交叉点之间的距离X和Y成比例。

[0329] 由于列间的分压器电路和行间的分流器均表现为线性，来自每个感测元件的电流贡献具有相加性，由此指定行列交叉点上的最终的传感电流Is可以表达为：

$$I_s = \frac{kV}{(N+1)^2} \sum_{x=-N}^{+N} \sum_{y=-N}^{+N} F_{(x,y)} \times (N+1-|x|) \times (N+1-|y|) \quad (12)$$

[0331] 该公式模拟了每个行/列交叉点相对于施加至交叉点周围的感测元件的力的分布的行为性质(注意的是，存在本公式并未模拟的一些非线性，但其影响通常可以忽略，如下文所述)。为了更清楚地理解发生了什么，本发明可以计算每个感测元件相对于(0,0)处的元件对有源行和列交叉点的读数的贡献的贡献百分比。我们为图34(3400)中的传感器的每个行/列交叉点处的49个力感测元件进行了该计算。图35(3500)示出了计算结果，其为如图34(3400)所示的力感测元件7x7阵列的相对贡献。该灵敏度分布在图36(3600)中三维可视化显示。

[0332] 由于每个有源行和列交叉点的扫描交叉点处具有相同分布，每个感测元件以有源行/列电极与所述交叉点的距离线性相关的方式向其周围的有源行/列电极交叉点贡献信号，，由于X和Y中的贡献的下降是线性的，本发明可以使用线性内插，将其应用于从有源行和列的每个交叉点读出的力值的阵列，以准确地计算施加至传感器上的力分布的几何中心。

[0333] 此外，本发明能够追踪该几何中心的分辨率不与有源感测线的分辨率成比例，但与内插线的分辨率成比例。由此，仅通过增加N，本发明能够增加本发明传感器的总体分辨率。

[0334] 经过力感测元件的电流造成的非线性

[0335] 在对如上公式的推导中，并没有考虑经过力感测元件的电流的影响。该电流在力感测元件的驱动侧造成了电压Vo的下降，以及在力感测元件的传感侧造成高于接地电势的电压的增加。由此，比该方程式预计的更少电流将流经传感器，造成灵敏性的轻微降低。

[0336] 更成问题的是，流经内插电阻器的所得电流使它们的电压偏离并影响了其他附近力感测元件的响应。幸运的是，可以通过挑选内插电阻器的低电阻值和设计力感测元件具有在有用工作范围内的显著较高的电阻值，来缓解该问题。这保证了该影响的范围相对小，且不会显著影响传感器的准确度。有利地，较高力感测元件的电阻还降低了整体功耗。

[0337] 力感测计算

[0338] 总览

[0339] 各种优选发明实施例使用了压敏阵列作为VIA结构的一部分。在本申请的上下文中，各种力学计算可以与应用于VIA的多个行和列的总内插功能一起包含在控制逻辑中。下

文详细讨论了所述计算，并使用该种形式的VIA结构作为内插过程基础提供了用于实施各种本发明实施例的参考点。

[0340] 通过数学运算对从传感器读出的传感器值的二维阵列计算触摸的力和位置。在力感测元件中，传感器值对应于力，而在电容性传感器中，其可以对应于电容信号。这些计算对于熟悉触摸传感器信号处理的技术人员是已知的。

[0341] 虽然本发明在以较低分辨率(例如有源电极分辨率)执行扫描后，无法重建单个传感器元件上的力，但是本发明能够重建较高层次的信息，例如以传感器全分辨率(例如VIA分辨率)的触摸的力和位置。本发明实现此结果的数个理由如下：

[0342] 内插网络允许传感器以线性方式下采样，和

[0343] 用于计算触摸的力和位置的计算方法具有线性性质。

[0344] 如以上的工作原理(THEORY OF OPERATION)部分，通过数学展示描述了本发明的第一能力，即本发明的方法创建了传感器信号的线性下采样。所述部分的剩余部分将通过提供用于计算触摸的力和位置的方法的更多细节，来解释第二方面。

[0345] 由于下采样在硬件中进行，且用于计算的数学为线性，本发明以低分辨率扫描传感器所得到的准确度与如同本发明以传感器元件的全分辨率进行扫描相同。此外，无论触摸多大或多小(无论其覆盖单一传感器元件或多个传感器元件)，亦均如此。本发明仅损失的是分辨相互靠近到小于本发明扫描的"尼奎斯特间隔(Nyquist period)"的两个触摸的能力。

[0346] 这一点的重要性在于，其意味着，本发明可以使用低分辨率扫描电子器件来以高分辨率进行感测，而不会牺牲准确度。或者，本发明能够在不引入额外电子器件的情况下提升低分辨率传感器的准确度。

[0347] 无法数学上保存的唯一计算是面积(因为内插之后，无法得知确切多少传感器元件被激活)。但是，这通常不成为问题，因为存在使面积计算近似的方法。

[0348] 虽然可能使用例如样条插值等方法来近似重建传感器元件中的每个传感器元件感测到的力值，本发明可以不选择在固件中如此执行。理由在于，这可能在计算上耗费很大，且可以在很多方面超过以较低分辨率扫描传感器带来的益处。替代性地，本发明通常对低分辨率扫描图像执行如下所述的数学运算，且由于其线性特性，本发明可以达到如同在全分辨率扫描图像上执行数学运算的相同结果。

[0349] 注意，一些优选发明实施例可以在固件中进行二维力阵列上采样，以更好地估计触摸的位置，或实施多分辨率扫描。但是，在PC侧，本发明可以利用样条插值来将低分辨率力图像上采样，以回到传感器元件的分辨率，以达到VIA数据的审美可视化。下面是本发明如何计算触摸的力和位置的概要。

[0350] 计算触摸的力

[0351] 触摸的力是触摸的所有力值之和。注意，在本部分中，描述的是对从传感器读出的TSM数据的数学运算，N,X,Y指代TSM矩阵的维度和矩阵中的数据的(X,Y)坐标，且F(X,Y)指代TSM中坐标(X,Y)处的数据，其不指代内插电极。

[0352] $$总力=\sum_{X=0}^{X}\sum_{Y=0}^{Y}F_{(X,Y)} \tag{13}$$

[0353] 总力在本申请中称为F_{total}。

[0364] 计算触摸位置

[0365] 触摸在X维度上的位置是触摸的X位置的力加权平均数。类似地，触摸在Y维度上的位置是触摸的Y位置的力加权平均数。

[0366] $$X_{touch}=\frac{1}{F_{total}}\sum_{x=0}^{N}\sum_{y=0}^{N}xF_{(x,y)} \quad (14)$$

[0367] $$Y_{touch}=\frac{1}{F_{total}}\sum_{x=0}^{N}\sum_{y=0}^{N}yF_{(x,y)} \quad (15)$$

[0368] 其中X和Y位置在本文件其他部分中称为μ_x和μ_y。

[0369] 计算触摸形状

[0370] 触摸的形状以围绕触摸的椭圆形进行估计。椭圆形的计算类似于高斯分布的标准偏差计算，但在二维中执行，该计算始于计算2x2协方差矩阵。

[0371] $$\begin{bmatrix} XX & XY \\ XY & YY \end{bmatrix} \quad (16)$$

[0372] 该矩阵中，XX，YY，和XY为沿X、Y和XY对角线的矩阵的方差。从该矩阵中，我们可以计算特征向量，其确定了矩阵的主要轴和次要轴，以及确定了主要轴和次要轴的长度的特征值。

[0373] $$XX=\frac{1}{F_{total}}\sum_{x=0}^{N}\sum_{y=0}^{N}xF_{(x,y)}(x-\mu_x)^2 \quad (17)$$

[0374] $$YY=\frac{1}{F_{total}}\sum_{x=0}^{N}\sum_{y=0}^{N}F_{(x,y)}(y-\mu_y)^2 \quad (18)$$

[0375] $$XY=\frac{1}{F_{total}}\sum_{x=0}^{N}\sum_{y=0}^{N}F_{(x,y)}(x-\mu_x)(y-\mu_y) \quad (19)$$

[0376] 在此，协方差矩阵的特征向量和特征值可以使用任何线性代数教科书中或能找到的简单数学运算确定。重要的是，应当注意，主要轴和次要轴的长度可以通过第一和第二特征值开平方后乘以一个系数来计算。该系数确定了所述触摸中有多少百分比被椭圆形包围(通常使用系数2-3来包围沿X，Y维度的椭圆形的95％至99％)。

[0377] 计算结果中的平方根，得到了算法输入和输出值之间的近似线性关系，保留了本发明的传感器的线性关系的益处。最后，可以将主要轴和次要轴的长度相乘，以估计面积。

[0378] 如上所述，用于计算触摸的力、位置和形状的数学运算，不会受到施加在传感器上的内插程度的影响。

[0379] 多点触摸

[0380] 当发生多点触摸时，使用分水岭算法来将传感器面积分段为单独的区域，每个区域包含单一触摸。理论上说，上述算法分别在每个区域中执行，以计算每一触摸的统计数据。

[0381] 触摸面积计算

[0372] 触摸的面积即为大于某阈值t的力值的数量。

[0373] $$面积=\sum_{i=0}^{n}\sum_{i=0}^{n}\begin{cases}F_{(x,y)}>t\Rightarrow 1\\ else\Rightarrow 0\end{cases} \quad (20)$$

[0374] 触摸的面积将会受到内插水平的影响，因为大于阈值的读数数量将随着内插水平升高而减少。这主要影响的是小面积的触摸，其中没有足够的数据点可用于准确重建触摸面积。为了改善这一点，可以使用在此称为"软面积(soft area)"的计算，其对(利用了软边界值而不是硬性阈值，这为面积提供了比如上计算更好的估计。一般而言，触摸面积对于用户界面应用的重要性不如力和位置，由此面积计算准确度因下采样而降低，对用户而言是可接受的。

[0375] 优点总结

[0376] 总而言之，本发明的压力感测方法的优点可以从两个不同方面看出：

[0377] 对于以高分辨率传感器开始的传感器设计，本发明的方法允许传感器以较低分辨率电子器件进行扫描，同时保留(X,Y)位置、力和形状计算的准确度，在此情况下，系统的成本、复杂度和功耗均降低，而不会削弱触摸追踪性能。

[0378] 本发明的方法的另一考虑角度是针对以低分辨率传感器开始的传感器设计。在此情况下，本发明的方法允许提高传感器的分辨率，而同时保持该感测元件的分辨率不变。因此，提高了传感器的准确度，而无需增加电子器件的成本、复杂度和功耗。

[0379] 结构详情(3700)-(5800)

[0380] 力感测材料

[0381] 各种不同材料均可用于制作力感测材料(FSM)，包括导电橡胶、导电泡沫、导电塑料(例如LEXTAN ®)、导电油墨。这些材料通常是通过混合绝缘颗粒(例如聚合物)和导电颗粒(例如碳颗粒)制成的。导电颗粒可以包括例如金属颗粒(包括银、金和镍)，和例如石墨烯、碳纳米管、银纳米丝和金属纳米颗粒等材料。

[0382] 透明FSM可以通过将透明导电材料混合到透明非导电载体中来制成。透明导电材料包括氧化铟(ITO)、透明有机导电涂料或肉眼不可见的材料，例如石墨烯、碳纳米管、银纳米丝或金属纳米颗粒(包括银、金和镍)。用于制备透明FSM的透明非导体材料包括PET、聚酰亚胺、聚碳酸酯或透明橡胶，例如硅胶。可替换地，透明导电材料可以沉积在透明基底(例如聚合物、玻璃或超薄柔性玻璃)的表面上。

[0383] 这些材料的共同特征在于高体电阻(介于导体和绝缘体之间的水平)、粗糙表面(微观尺度)和一定的柔韧性。由此一来，当所述材料接触导体时，其界面的电阻随着将力感测材料朝导体推的力的增加而减小。

[0384] 在力作为导电颗粒更加紧密的结果被施加时，这些材料中的一部分还可能经历体电阻的变化。但是，该影响相对于表面电阻的变化通常相对较小。为了本公开的目的，本发明将把所有具有上述性质的材料称为力感测材料(FSM)，且本发明将把包括/载有力感测材料的层叫做力感测层(FSL)。

[0385] 力感测元件

[0386] 每个行/列电极交叉点之间是造成了可变电阻的力感测元件。可能用于力感测元件的数种不同的配置如图37(3700)-图40(4000)所示。两个最常见的配置在本发明中称为

分路模式和直通模式。

[0387] 在分路模式中，有两种基板。顶部基板涂覆有FSM，而底部基板由两个电极(图37(3700))组成。随着两个基板挤压在一起，FSM允许电流在两个电极之间流动，造成电阻的可变下降。本质上说，FSM充当了两个电极之间的分路器。要提高灵敏度，可以将两个电极图案化以形成一组相互交叉的导电指。

[0388] 第二个常见配置称为直通模式，其中两个电极图案化为两个单独的基板，且FSM层于其间。该配置有三个变体，我们将第一种变体称为双面直通模式。该配置中，顶部和底部基板的电极涂覆有FSM(图38(3800))，力敏表面形成于两层FSM之间。将两层挤压在一起造成了电阻的可变下降。

[0389] 单面直通模式变体类似于双面直通模式，除了在两个电极中仅有一个涂覆有FSM(图39(3900))之外。典型地，两个电极之中任一个涂覆FSM均可，无论是顶部或底部。最后一种变体称为夹心式直通模式。在该变体中，电极上并不沉积FSM。

[0390] 相反，其在两个电极之间形成一层(图40(4000))。因此，顶部电极与FSM之间和底部电极与FSM之间，形成了两个力感测界面。但是，从传感器电路的角度而言，这两个力感测元件的行为和单一力感测元件相同。

[0391] 力感测阵列结构(3700)-(4000)

[0392] IFS传感器通常构建为一组行电极和列电极的交叉点上的力感测元件的二维阵列。每对相邻列电极和每对相邻行电极之间连接有内插电阻器。有源的行电极和列电极最后连接到驱动和感测电路(图33(3300))。

[0393] 可以使用各种不同的直通模式或分路模式配置来构建传感器元件(图37(3700)-图40(4000))，因为传感器阵列具有相互寻址的多个传感器元件，其可能需要使所述传感器元件电隔离，由此每个元件处产生的信号对相邻元件具有最小影响。

[0394] 可能的传感器配置之间的差异，主要在于电极形状，向电极或电极之间应用力感测材料的方式，和将力感测材料图案化以避免/降低相邻传感器元件之间的交互的方式。传感器元件设计的选择，对整体传感器结构具有影响，反之亦然。

[0395] 直通模式配置(4100)-(4300)

[0396] 一些可能的直通模式配置如图41(4100)-图43(4300)所示。如图41(4100)所示的阵列是以夹心式直通模式配置构建的，其中力感测层夹在被有向内朝向力感测层的行电极和列电极的两个基板之间。力感测元件形成于行电极和列电极的每个交叉点。在这些附图中，力感测材料被分段化，使得每个力感测元件具有其自己的电绝缘力感测材料贴片。图43(4300)所示为可选布置，其中一层很薄的连续力感测材料夹在行电极和列电极之间。可替代地，具有图案(图48(4800))的材料或伪随机图案(图49(4900))的力感测材料可以加载如图43(4300)所示的行电极和列电极之间。如图42(4200)所示的阵列构建为双面直通模式配置，其中每一行电极和列电极涂覆有力感测材料，其可能的一个变体(未显示)是以力感测材料仅涂覆顶部电极或仅涂覆底部电极。

[0397] 分路模式配置(5000)-(5700)

[0398] 一些可能的分路模式配置如图50(5000)-图57(5700)所示。所有这些配置均包括双面电路板，所述电路板具有顶侧基底电极和位于基底电极顶部的力感测层。在分路模式配置中，行电极和列电极无法都完全居于同一层中，因其可能相互交叉并电短路。为了解决

这一问题。在所述示例中，行电极与PCB背面的水平迹线互连。背面的迹线可以如图52(5200)，图55(5500)，图57(5700)中所示。使用通孔来将PCB正面的所有"臂盘"与背面的迹线相连接。这令每个行电极的一部分与前面的每个列电极搭配，构成了分路模式力感测元件的两个电气端子。由此一来，通过电路板上表面的电极图案和沉积到图案顶部的力感测材料层，形成了传感器元件阵列。各种力感测材料和FSM图案可以用于制作如下所述的力感测层。而且，电极图案自身可以如图50(5000)-图57(5700)所示地改变。

[0399] 图50(5000)所示为一种简单图案，其中每个感测元件包括2个矩形区域暴露导体(力感测层被切走以展示导体图案和对齐到图案的力感测材料贴片)。图51(5100)是其变体，其中向2个矩形区域添加了相互交叉指，以提高每个力感测元件的灵敏度。图52(5200)所示为所述2个设计的背面上的行导体图案。图53(5300)示出了图50(5000)的变体，其中每隔一个传感器元件就水平翻转。其作用在于，将制作电路所需的通孔数量减少一半，并增加了通孔之间的空间，这降低了生产成本，并可有助于提高传感器密度。图54(5400)所示为一种设计，其结合了如图51(5100)所示的相互交叉指设计和如图53(5300)所示的翻转列设计。图55(5500)所示为两种设计的背面。图56(5600)所示为如图50(5000)的设计的变体，其中围绕每个通孔的面积被加宽为菱形。该设计可以通过加宽每个通孔周围的导体面积，减少生产成本，并增加传感器密度。其还可以有助于传感器相对于触摸位置更为准确/线性。图57(5700)所示为该设计的背面。

[0400] 力感测层(FSL)设计

[0401] 力感测层(FSL)载有力感测材料或由其组成。对该层的直通模式和分路模式配置，存在各种可能设计。所述设计之间的主要差别在于其在相邻传感器元件之间提供电绝缘的方式。在每个所述设计中，对于图难度/生产成本、与其他传感器层的对齐/组装和相邻元件之间的电绝缘水平，存在各权衡折衷。

[0402] 使力感测元件电隔离的一种方法是制造分段化力感测层(图46(4600))。在该布置中，具有与每个感测元件对齐的单个FSM衬片。贴片之间的间隙防止了电气互连。该方法提供了最佳的绝缘，但需要传感器层之间的准确对齐。使传感器元件电隔离的另一种方法，是使用具有FSM衬片的精细图案的图案化力感测层(图48(4800))。该图案的尺度小于力感测元件的自身尺度。由此，多个FSM衬片将有助于每个传感器元件的灵敏度。该配置排除了对传感器的FSL和力感测元件之间准确对齐的要求。在该配置中，隔离并不完全，因为部分FSM衬片可以与相邻传感器元件形成电气连接，但是以阻止相邻传感器元件之间的显著串扰。

[0403] 另一种相似的配置中，使用了伪随机图案的FSM衬片(图49(4900))。其尺度小于传感器元件尺度。该图案向图案化FSM方法中引入了一些随机性。这可以有助于提高传感器一致性。还有一种方法能够制造力感测元件阵列而无须图案化力感测层。该方法使用了极薄的FSM层。由于该层非常薄，相对于垂直于该层的方向上的电阻，其在材料平面上相对于具有高电阻。由此，虽然FSM允许传感器元件之间的电流路径，在传感器元件之间的电阻极高以至于该电流的影响可以忽略不计。由于FSM并未图案化，其无需与其他传感器层对齐。

[0404] 使传感器元件隔离的又一方法，是以力传感材料涂覆行电极和/或列电极。图42(4200)所示为该方法应用于直通模式传感器的情形。注意，所述设计无需在行电极和列电极之间的一层。力感测材料的涂覆可以是分段化、图案化或伪随机图案化的。可替代地，可以在导体整个图案上，沉积一层极薄的、平面内电阻可忽略不计的力感测材料。对于分路模

EX1002 - Page 1358

式传感器，一种类似途径可以是在PCB的上层的电极上涂覆PSM。在此情形中，顶层可以使用上述的PSM图案之一，或其可以仅使用图案化的导电层，因为力敏性可以由底层提供。

[0405] 最后，可以制造一种传感器，其中电极自身具有力感测性质。例如，从碳纳米管图案化得到的电极可以具有极佳导电性，但可以具有引起模拟压力响应粗糙表面结构。

[0406] 行和列的可交换性

[0407] 从电学角度而言，行电极或列电极中的任一个均可用作驱动侧，而另一侧则作为传感侧。类似地，从传感器结构的角度而言，可以调换行电极和列电极。因此，在直通模式配置中，所述行可以在顶层上，而列可以在底层上。几类似地，在分路模式配置中，列可以通过背面布线，而行可以图案化在电路板的前侧。虽然这些选择可能对传感器性能具有一些影响，但其通常基于例如易于传感器布局、机械结构上的考虑和与外部元件的电交互等因素。例如，有利的是令驱动侧放置于更接近电噪音源(例如显示器)以令传感器远离电噪音源。

[0408] 非矩形传感器阵列(5800)-(6000)

[0409] 利用TFSA技术，可以创建例如如图58(5800)-图60(6000)所示的非矩形阵列。如图58(5800)-图60(6000)所示的阵列为圆形，其中心具有圆形开口。为了制造所述非矩形阵列，本发明开始于如上所述的正常矩形阵列，并去掉落在期望的最终形状以外的传感器元件。同时，所有行电极和列电极必须保持电连接；但是，在传感器元件被去掉的区域中，本发明可以压缩行电极和列电极，以紧贴所述形状的轮廓，因为此处无传感器元件。非矩形直通模式可以以相同方式制作。所得的非正方形传感器以与前述正方形传感器同样的方式电扫描，且其执行方式与正方形传感器相同，因此，从电子器件和软件的角度而言，并无区别。仅有的区别在于，该新传感器在去掉了传感器元件的区域内，无法感测到触摸。

[0410] 内插电阻器

[0411] 为了减少生产成本的目的，相邻行电极和列电极之间的该组固定内插电阻器通常位于与感测区域相同的基板上。但是，一些实施例中，内插电阻器可以位于单独的位置。

[0412] 可以通过若干已知的制造电阻器的方法中的任一种来提供电阻，包括电阻器元件、印刷碳条或其他类型的电阻材料。所有电阻器的值优选为良好地控制且在已知目标范围内，这尤其容易通过离散表面贴装电阻器(具有各种各样的尺寸且具有1%或更佳的准确度水平)达成。所述行和列内插电阻器的电阻水平可以相同或不同，且根据驱动和读出电路的要求来选择。通常，内插电阻器的值越高，则功耗越低，但会造成准确度损失(因为之前提到过的非线性)，反之亦然。

[0413] 当使用碳条时，其可以跨相邻电极而印刷。只要电极之间的间距比较恒定，且碳条的宽度和高度一致，则电极之间的所得电阻值就会一致。电阻水平可以通过改变电阻油墨的成分或印刷条的宽度/高度来控制。可以通过在生产步骤后修整电阻器，例如激光修整等方法，来进一步提高一致性。

[0414] 在附图中，内插电阻器置于感测区域和驱动/传感电子器件之间的区域中。在实践中，内插电阻器可以置于任何地方，只要其能够电互连相邻行电极和相邻列电极即可。例如，其可以置于远离驱动/传感电子器件的传感器的相对侧，其还可以置于PCB的背面(使用通孔进行连接)、散置在感测元件之间的感测区域内，甚至埋入PCB自身内部。最后，其可以位于单一传感器上的不同位置的组合。例如，用于行电极的一些内插电阻器可以靠近感测区域的左侧，而其他的则可以位于右侧。

[0415] 生产过程(6100)

[0416] 用于传感器的导电层可以通过各种各样的生产过程进行生产，包括PSM的所有材料，被选择为耐受指定应用中的预期环境和机械条件，例如反复扭曲、热、湿度。

[0417] 可证明地，最直接的方法是使用标准刚性和/或柔性PCB生产过程来在基板上形成电极。所述过程通常始于涂覆有连续铜层的FR4(刚性)或KAPTON®(柔性)基底材料。然后，蚀刻铜以制造铜导体图案。通常，其需要以惰性材料镀层，例如金，以防止氧化。

[0418] 可选的镀层工艺，例如ENIG(无电镀镍浸金)或一层丝网印刷的碳，可用于降低镀层成本。在所述电路中，标准表面贴装(SMT)过程可用于连接内插电阻器。对于分路模式传感器，可以通过标准过程形成通孔，其涉及钻孔及镀层以在两层之间形成连接。通孔填充可用于填充所得的孔并得到光滑表面。

[0419] 另一种方法是使用印刷电子器件(PE)方法，其中导电颗粒以添加形式沉积在例如PET或聚酰亚胺(KAPTON®)的基板上。所述应用中使用的一些常见导电材料包括碳纳米管、银纳米丝和填充有导电颗粒的聚合物油墨。用于印刷电子器件的一种常用材料包括载有银颗粒的聚合物油墨，其通常通过丝网印刷过程沉积。由于此类材料可能因机械应力、氧化或与其他气体/化合物反应而降解，其可以通过以保护力感测材料进行的光泽涂布来钝化。此外，由于其难以焊接到所述电路上，可以使用印刷碳条来制造内插电阻器。对于以印刷电子器件(PE)过程来制造的直通式传感器，可以使用与刚性/柔性PCB传感器非常相似的结构。对于分路模式传感器，可以制造通孔，其形式类似于在PCB上制造通孔的形式，——通过用钻头或激光在基板上钻孔，随后叠印(overprint)导电材料。可替代地，印刷底部导体层，随后印刷有孔的绝缘体层，其中孔的位置与刚性/柔性PCB传感器上的通孔应有位置等同。接下来，印刷顶部导体层。绝缘体层中的孔，允许顶部导电层中的焊盘与底层上的导电迹线电桥连接。这制造了相同的电结构，但两个导体层最终位于基板的顶侧，由薄绝缘体层分隔开(在通孔位置处有孔)。

[0420] 还有一种制作分路模式传感器的方法是，先印刷传感器图案顶侧，其可以类似于如上所述的图案的任一种，以制作分路模式传感器。如上类似，连接图案自身内部的列。但是，通过小电桥连接行。可以通过在行电极的两个部分之间的列电极所在的每个区域中，沉积小面积的绝缘体材料，从而制造电桥。接下来，可以在绝缘体上沉积小导电"桥"，连接行电极的两个相邻部分。该序列(6101,6102,6103)一般如图61(6100)所示。

[0421] 用于形成电极的其他方法，可以包括金属或导电材料(例如碳纳米管)的气相沉积。可以通过各种方法来完成图案化，包括通过掩字板沉积、胶板印刷、激光蚀刻，或转印法。IPSA传感器也能够使用制作织物的方式来制造。可以使用涂覆有PSM的导电线来创造行电极和列电极。可以令行电极在一个方向上，列电极在另一方向上，形成织物的经纬线。可以在每个行电极和列电极的交叉点形成力感测元件，其仅是涂覆有PSM的两条或三条线呈直角相互接触的结果。在织物的边缘，电阻元件互连行电极和列电极。且使用导电材料以规则间隔连接力传感阵列的边缘，建立与电子器件的连接。在该设计中，电阻元件可以通过以印刷电阻橡胶/涂料或在行线和列线上紧密缠绕或打结以形成电连接的电阻线制成。

[0422] 传感器阵列的透明性

[0423] 为了制造完全透明的传感器，可以用透明材料作为传感器阵列的力感测材料、导体和各种基板层。

[0424] 如上所述为透明力感测材料。透明导体可以包括的材料例如铟锡氧化物(ITO)、碳纳米管、石墨烯、银纳米丝、细目铜和有机导体。基板可以包括玻璃、柔性玻璃和聚合物，例PET、聚酰亚胺和聚碳酸酯。

[0425] 分路模式和直通模式配置可以制作为与其非透明对应物相同，但所有所含材料均为透明。以可用生产过程进行生产中的一个直观的显著配置是分路模式菱形传感器，其具有沿行述接所述菱形的电桥。参见图61(6100)。为了制造IFSA传感器，该图案顶上可以叠加透明力感测材料。

[0426] 还有一个选项是制作部分透明传感器。这可以使用更为标准的材料和技术来完成。例如，利用分路模式传感器，光线可以照过通孔，且可以在力感测层中提供开口，以供光线通过。直通模式传感器可以通过透明基板上的不透明电极来制作，其中力感测材料上具有空隙以允许光透射。光可以照射通过电极和力感测材料中的空隙。

[0427] 组装

[0428] IFSA传感器的最终组装包括将各层层压或夹持在一起。通常，在各层的周界上应用压敏粘合剂。有源区域通常不用粘合剂，因为有源区域中需要存在空气或其他一些非导电流体(例如矿物油)才能进行力感测材料操作。但是，在传感器的有源区域中可以设有小粘合区域，来保持顶层和底层之间分层。通常提供有空气间隙/空气通道，以允许传感器的内部和外部气压相等。可以向空气-间隙/空气-通道添加过滤器，以防止颗粒或水分进入有源区域。传感器可以气封，以在恶劣环境中操作。顶层和/或底层可以层压单其他层，例如显示器、中性或其他传感器。传感器组装应当在干净环境中进行，例如净室，以防止颗粒或其他污染物进入传感器，造成性能不稳定。

[0429] 弯曲或柔性传感器

[0430] IFSA技术可用于以若干不同方法制作弯曲或柔性传感器。柔性传感器可以通过使用柔性基板，如聚酰亚胺(也被称为Kaptone)、PET，或用于电路的聚碳酸酯，以及使用用于PSM的柔性材料来构建。

[0431] 要制作永久弯曲的传感器，可以将柔性传感器层压到弯曲刚性表面上，或也可以从扁平传感器开始，并将其模塑到非扁平表面上/中。还可以使用已知技术，例如激光直接成型(LDS)或使用导电和绝缘材料进行3D打印，直接在弯曲表面上制作传感器电极。在分路模式传感器的情形中，力感测层可以预先模塑为弯曲形状，且可以用可变形材料(例如模塑硅胶)制作。在该情形中，力感测材料可以直接沉积到力感测层上，或模塑沉积到力感测层中。可替代地，可以用柔性/可变形PSM来制作整个力感测层。

[0432] 还有许多应用，其中期望传感器保持柔性。例如，可能希望将传感器置于柔性电话/平板电脑上、手表或手环腕带上、鞋底中或衣物上。在所述情形中，构建在柔性基板上的传感器可以直接埋入应用中。其还可以通过类似于如上所述的生产织物的方式进行生产。

[0433] 传感器还可以设计为，令其可以弯曲/切割(而不会损坏迹线)，以允许其卷绕或折叠为复杂形状。例如，通过在传感器图案中切出两个切口，并连接迹线，可以将机器人指尖包裹在IFSA传感器中(图62(6200))。该形状可以随后层压或粘合到机器人指尖表面。外侧可以涂覆橡胶罩壳来分散力并提供更柔软的触感。在分路模式传感器的情形中，橡胶罩壳内部可以涂覆PSM，令其可以直接用作力感测元件的一部分，或整个橡胶罩壳可以浸渍导电颗粒从而令其行为类似于PSM。

[0434] 电子器件评估

[0435] 用于扫描IFSA的电子器件由若干器件组成。所述器件旨在提示本发明的一个实施例。读者应当明白，可以在保持本公开的思路的前提下，使用器件的可替代变型和组合。此外，一些器件可以整合在一起(例如，通过集成电路或ASIC)，在软件中实现，或一起移除，而不会实质限制扫描传感器的能力。

[0436] 电压源

[0437] 电压源的目的在于提供用于驱动IFSA传感器的恒定电压。有源电子器件，例如扩大器或线性/开关稳压器可以用于提供恒定电压。电压源可以是独立于用于驱动电路的数字部分的电压源的单独电压源，或其可以是同一电压源。还可以在电压源中构建某些限流能力，以避免传感器的过量电流消耗。该限流能力可以简单地通过固定电阻器实施，可以是设计在电压源电路内的软限制，或可以实现为达到某一电流水平时的硬性切断。限流能力还可以使用数字电路来实现。当微控制器检测到过电流的情况时，其可以决定关闭扫描，或改进扫描硬件的状态，来减少电流消耗。

[0438] 可以提供模拟线，其可以用于监控电压源产生的电压。这可以用于检测和/或补偿因过量电流消耗引起的电压降。该补偿可以通过模拟电路完成。一种执行方式为将该电压输入至用于扫描传感器的ADC基准电压。可替换地，该补偿可以数字完成。通过使用ADC测量电压源产生的电压，然后将从传感器的读取的数值乘以期望驱动电压，除以测得电压。

[0439] 驱动电路

[0440] 驱动电路的任务为，驱动每一个有源列电极接地或达到电压源提供的电压水平。其使用了连接至每一有源列电极的模拟/数字开关来完成这一任务。列开关还可以设置为，具有断开一个或多个列的能力(令其进入高阻抗状态)。这可以用于多分辨率扫描。驱动电路内的列开关的控制由控制逻辑执行，虽然控制序列的一些方面可以是自动化/预编程的。通常，在运行中，一次仅驱动一列至电压源提供的电压，而所有其他列均接地或断开(高阻抗状态)。在一个实施例中，驱动电路使用模拟开关来连接需驱动升压至电压源电压的列。在又一实施例中，驱动电路可以使用数字开关来执行相同功能。在又一实施例中，驱动电路可以包括集成电压源。集成电压源可以由所有列电极共享，或可以由多个电压源(多至每列一个)。

[0441] 感测电路

[0442] 感测电路类似于驱动电路，但其并不驱动行至特定电压，而是将需测量的行连接至外部电路，或将行接地。类似于列开关，行开关也可以具有断开一个或多个行的能力(令其进入高阻抗状态)。可以用于多分辨率扫描。感测电路内的行开关的控制由控制逻辑执行，虽然控制序列的一些方面可以是自动化/预编程的。通常，在运行中，一次仅将一列连接至外部电路。但是，为了允许更快的扫描，一些实施例可以具有信号调节电路和/或ADCs的多个拷贝。在此情况下，感测电路还可以允许多个行同时连接至外部电路。所有其他行通常接地或者断开(高阻抗状态)。

[0443] 感测电路可以具有其他特征，以支持通过触模进行低功率唤醒(如下一部分所述)。而且，由于驱动电路和感测电路功能如此相似，其可以使用同一设计来实施。亦即，同样的芯片、ASIC或电路可以同时用作驱动电路和感测电路。驱动和/或感测电路还可以设计为能够支持某一固定数量的有源行/列电极的模块。在一个所定实施例中，可以简单地通过

增加所述模块的数量，来支持更大数量的行/列电极。

[0444] 信号调节电路

[0445] 信号调节电路从感测电路获取原始信号，对其进行处理以供ADC读取。为了提高传感器产生的信号的线性，需要驱动读取中的行至接地电位。因此，最具有线性的信号调节电路将包括互阻抗放大器，其将驱动输入至接地电位，同时测量这样做所需的电流量，并将该值输入至外部ADC。一种准确性较低但更简单的电流测量方法，是仅使用接地的低电阻值下拉电阻，并测量电阻器两端的电压。在该电压过低无法由ADC读取的情形中，可以放大该电压以将输出范围匹配到ADC范围并降噪。由于传感器自身已经具有电阻路径接地(通过内插电阻器)，甚至可以去掉接地电阻器，但所得输出信号的线性会更低。

[0446] 信号调节电路还可以包括滤波以减少高频噪音。其形式可以是无源滤波器(例如RC低通量滤波器)、有源滤波器(例如运算放大器低通量过滤器)或仅是接地电容器(因为传感器自身可以提供RC滤波器的R部分)。

[0447] 放大器还可以用于从传感器接受相对高阻抗的信号，并将其转换为用于ADC的低阻抗信号，或提升来自传感器的低电压，可以使用可编程增益放大器来动态调节感测电路的灵敏性，且若电压对于ADC过高，可以使用电阻分压器来降低电压。

[0448] 所有所述不同方法，均是用于信号输入ADC前进行预处理的已知方法。所述元素的特定选择和排列，取决于所需的传感器准确度，和准确度、复杂性、功耗、电路大小和价格之间的权衡。所述信号调理器件可以省略，但这可能引起传感器性能下降。注意，信号调节电路可以是独立电路，或可以包含在感测电路内、ADC内，或其部分可以在不同器件之间分解。

[0449] ADC

[0450] ADC(模拟数字转换器)接收信号调节电路产生的电压水平，并将其转换为适合微控制器处理的数字表示。通常，使用具有至少8比特分辨率的逐次逼近寄存器(SAR)ADC。ADC分辨率越大，得到的位置和力测量越准确。ADC的转换速度也具有重要性，因为其通常是传感器的扫描可以进行多快的限制因素。如上所述，多个ADCs(连同多个调节电路)可以并行使用以增加扫描速度。影响传感器扫描速度的另一因素，是传感器、驱动/感测电路和调节电路的稳定时间。必须在切换驱动或感测电路后，给予足够时间，用于令对ADC的模拟输入电压稳定。此外，ADC本身可以获有来自此前测量的电压的残留电荷。必须给予ADC足够的采集时间，来对输入电压进行采样，尤其是当对ADC的输入阻抗高的时候。可替换地，ADC采样电容器可以在每次采样后重置到一致状态，以避免任何来自前次采样的残留电荷。

[0451] 可以使用数字滤波技术来提高ADC读取的信号的信噪比(SNR)。例如，多个ADC读数可以通过例如平均值方法相结合，或通过中值滤波器等方法过滤来降低噪音。可以使用进入频率范围的转换来检测期望频率或抑制多余频率。

[0452] 而且，来自ADC的数字电压输出可以使用查询表或数学计算重新绘制为不同的值，从而将信号转化为更有用的范围，或补偿电子系统的非线性。

[0453] 控制器

[0454] 控制器是执行扫描序列、采集来自ADC的数字值、可选地处理所述值并可选地通过IO界面(例如I2C、SPI、UART、USB、蓝牙、Wi-Fi等)将信息发送到外部系统的器件。包括电压源、驱动电路、扫描电路、信号调理和/或ADC的部分扫描电路，可以包含在控制器中。控制器可以具有程序存储器，其允许加载不同控制序列/算法的代码，以改变系统的行为。此外，控

明器可以使用固定功能逻辑来自动化/加速常用操作，例如扫描或处理读取自传感器的数值。

[0455] 扫描详情

[0456] 除如上所述的传感器基础全分辨率扫描以外，还有若干其他扫描IFSA传感器的方法，其允许在扫描速度、分辨率、精确度、功率和面积之间做出权衡。所述其他方法中的一部分，还可以用于实现低功率唤醒模式，其中传感器可以处于极低功率状态，但仍可以检测触摸的存在，其可以用于唤醒系统或触发向快速/高分辨率扫描速度的过渡。该部分描述了一些不同方法，其中可以扫描IFSA传感器，并提及了一些所述方法相关的权衡。

[0457] 基础扫描

[0458] 扫描传感器的最常用方法为如上所述的方法，其由一次驱动一列，且对于驱动升压的每一列，一次感测每行上的一个数值组成。其渐进式地扫描每个有源行电极和每个有源列电极的交叉点。当扫描特定行/列交叉点的传感器元件时，所有其他有源列电极和行电极均接地，形成围绕所述行电极和列电极的内插面积，其比相邻有源列和相邻有源行之间的距离大两倍(图34(3400))。基础扫描所需时间与有源行电极数量与有源列电极数量的乘积成比例。

[0459] 平行扫描

[0460] 平行扫描是基础扫描的变体，其提高了扫描速度而未牺牲分辨率。扫描速度通过在多于一行上同时执行ADC转换来提高。为此，需要在多行上并行多于一个信号调理和ADC电路操作。

[0461] 为了保存该内插性质，每对被感测电极之间必须有至少一个接地有源电极。但是，在传感电子器件令所述被感测电极接地(如上所述，这可以通过以互阻抗放大器将电极下拉，或使用具有低电阻值的下拉阻抗器来达成)的实施例中，每个电极均在其被扫描时有效接地，这允许在极限情况下同时扫描所有行。

[0462] 平行扫描的优点在于，其可以极大地提高扫描速度，并降低功耗，因为扫描可以在较短的时间段内发生，允许传感器加电时间更短。其负面在于，可能需要更多电子器件来支持。平行扫描所需的时间与有源行电极数量与有源列电极数量的乘积除以可以平行感测的行数量成比例。

[0463] 扫描速度

[0464] 传感器扫描速度可以动态降低以减少功耗或动态升高以减少输入延迟，降低功耗的一种策略为，以低速率执行扫描，例如，10帧每秒，直至检测到触摸，然后将扫描速率增加至较高速度，例如在检测到触摸后60帧每秒，并继续以较高速度连续扫描，直到去除所有触摸。

[0465] 降低分辨率扫描

[0466] 可用于降低功率或提高扫描速度的另一策略，是通过令部分有源电极进入高阻抗状态，有效地将其从驱动和传感电路电断开，动态降低有源行电极和/或有源列电极的分辨率。这不会显著降低感测触摸的分辨率，因为断开的电极有效地充当了额外的内插电极，但降低了可以区分多个触摸的距离。

[0467] 例如，通过每隔一个有源行和有源列电极进入高阻抗状态，沿X和Y轴的分辨率可以减半，可以通过将更多数量的行电极和列电极进入高阻抗状态，进一步降低分辨率。例

加。为了将X和Y分辨率降低四分之一，可以保持每四个有源电极电连接，且其之间的每组三个有源电极可以进入高阻抗状态。随着分辨率降低，必须扫描的行/列交叉点数量也降低，这减少了功耗并提高了扫描速度。在一些情况下，可能期望设定不同的行和列分辨率，或者甚至在不同传感器区域中使用不同的行和/或列分辨率。在该方法的极限情况下，其结果最后得到最低分辨率扫描，其中所有列(除了第一列和最后一列)和所有行(除了第一行和最后一行)均进入高阻抗状态。在扫描期间，本发明可以驱动第一列，然后是最后一列，同时感测第一行和最后一行上每个接电的列。总共可以采集到仅4个ADC值。使用这些值，本发明能够计算所有触摸的X和Y位置的平均值和所有触摸的总力。

[0468] 虽然本发明通过执行此类扫描，放弃了多点触摸感测能力，本发明得到了极快扫描的能力，且功耗极低，这可以用于需要检测极快事件的情况，或节约功率的情况，例如电池供电装置中。

[0469] 多分辨率扫描

[0470] 由于扫描分辨率可以动态变化，因此可以以有趣的方式组合多分辨率扫描。例如，可以叠加多个低分辨率扫描(以X和Y中的不同偏移)来建立更高分辨率的最终力图。低分辨率扫描还可以用于允许唤醒模式，其中传感器以低分辨率扫描，直到检测到触摸，然后可以提升分辨率以准确确定触摸位置。还可以执行低分辨率扫描，然后通过在检测到触摸的区域中执行更高分辨率的扫描来对其进行精细化。该方法的优点在于将低分辨率扫描的功率效率及高速与全分辨率扫描的精确度相结合。

[0471] 窗口区域扫描

[0472] 当触摸位置被所关注时，或仅对部分传感器区域中的触摸感兴趣时，可以通过仅重复感兴趣的行和列，执行小窗口扫描，而不是扫描整个传感器。该窗口可以动态地移动和/或调整大小，以追踪触摸，且还可以在传感器上的不同位置(可能是重叠位置)上具有多个同时扫描的窗口。

[0473] 一维扫描和零维扫描

[0474] 所有上述扫描方法均扫描了传感器行/列交叉点的栅格。但是，当仅需检测是否发生触摸，而无视位置时，或当需要仅在一维上追踪触摸时，可以执行更快的扫描。达成该目的的一种方法为，给所有列通电，然后一次感测一行。这仅可以提供触摸的Y位置，但会将需要的读数数量减少到传感器中的有源行数量。这还可以与前述的降低分辨率扫描思路相结合，以减少需感测的有源行数量，代价为降低Y分辨率。

[0475] 达成此目的的可替代的另一方法为，令所有行接地，并一次给一列通电。通电有源列电极上或附近的触摸，将使得来自电压源的电流增加。测量该电流增加的一种方法，是通过将小数值电阻器接入到电压源和驱动电子器件之间，并对该电阻器两端的电压的压差进行测量。

[0476] 可替代地，在电压源的电压随着其供应电流增加而下降时，本发明可以测量电压源的电压输出的降低。这样做仅能提供触摸的X位置，且可能将需要的读数数量减少到传感器中的有源列数量。这还可以与前述的降低分辨率扫描思路相结合，以减少需感测的有源列数量，代价为降低X分辨率。

[0477] 此外，可能令整个传感器成为一个巨大的压敏按钮。达成此目的的一种方法是，改进感测电子器件，以允许所有行与单一模拟输入电连接。通过同时给所有列通电并感测所

有行，整个传感器成为一个大压敏按钮。可替代地，本发明可以给所有列通电，并接地所有行，并仅测量对列电极的电流增量，或通电列的电压中的电压降。达成此目的的另一方法是，电连接至力感测材料（这在力感测材料为连续的设计中效果最好）。这随后形成一个电极，而所有行和所有列形成第二个电极。在此情况下，本发明可以令所有行电极和列电极接地，令FSM通电，并测量流经与FSM的连接中的电流，或与FSM的电连接上的电压降。

[0478] 所述三种方案的许多其他变型也是可能的。例如，在所有这些方法中，本发明可以反转极性（给接地者通电且令通电者接地），而仍能达到相同结果。还可能在所述任一电路的任一侧测量电流/电压变化，且本发明可以在接地线而不是通电线上测量电流/电压变化，反之亦然。

[0479] 一般来说，所有所述方法令传感器变为线性位置传感器或单一压敏按钮，其极大地减少了扫描时间，增加了扫描速度，同时牺牲了获取二维力图的能力。这些方法，尤其是将整个传感器变成单一压敏按钮的方法，可以用于当需要低功率唤醒时。例如，在电池供电装置上，本发明可以要求所述装置在持续一段时间未受到触摸时即进入低功率状态。在此状态下，本发明可以配置电路，使得本发明可以读取单一电子线路或少量电子线路的数值来确定传感器上任何地方是否发生触摸。此外，该信号可以输入到硬件唤醒/比较线，由此可以无需任何软件干涉即可发生唤醒，允许处理单元在传感器一段时间未使用时完全关闭，并在发生触摸时立刻重新唤醒。

[0480] 处理详情

[0481] 在需要触摸追踪的应用中，在采集力图后，控制器通常处理该图像以检测和追踪接触（传感器上的力的局部区域）。下列步骤组可以用于检测和追踪接触。

[0482] 归一化

[0483] 基线减法步骤（下文所述）之前或之后，可能希望将输入值重新调节比例至一个已知比例。例如，可能希望从传感器获取原始ADC数值，并将其映射到已知力，例如克。这可以通过查询表来完成，或使用数学等式。可以在生产时或请求时使用校准步骤来重新校准映射。该校准可以是全局的（应用于整个传感器）或可以在传感器上的多个位置上完成。在后者的情形中，校准值可以顺利地内插到整个传感器，其假设方法在传感器表面上是渐进的。

[0484] 基线减法

[0485] 基线减法步骤的目的是，消除因传感器脏污、表面组件疲劳或持续压力点（例如将物体置于传感器上）而造成的非零压力区域。基线减法算法一次处理力图数据的一个像素，对于每个所述像素，其存储基线值。将基线值从每一帧的力图中减去。通常，基线是从传感器启动后的第一次扫描中读出的值。基线随后可以根据特定传感器位置的当前基线值和当前力传感器读数，不时进行更新。一般地，基线被更新至位于当前基线值和当前传感器读数之间的某个值。若基线值每帧的增加/降低量是固定的，则基线将以固定速率随时间改变。可替换地，每帧的增加/降低速率可以设定为当前压力读数和当前基线值之间的差异百分比。在此情形中，若差异较大，则基线的变化较快，若差异较小，则较慢。变化率可以设定为，用以控制力分布中的变化的消除速率。

[0486] 在一些应用中，本发明可以要求每个传感器元件处的基线值的变化率不同，取决于基线是在增加或降低。这是因为通常希望基线较慢上升而较快降低，由此若用户在传感器上按下一段时间，基线会缓慢上升，避免未来测量偏离的可能性。此外，若基线下降比其

上升快，即基线能够在用户释放在传感器上的触摸时，更快地回复正常。

[0487] 点检测

[0488] 通常，压力分布处理中，基线减法后的下一步为点检测。点检测使用的算法，迭行或逐列处理力分布，以找寻具有非零压力的压力点的连通域，并向其分配唯一标识符。对于每个点，计算统计数据，例如几何中心(X,Y)位置、面积、总力、压力和匹配椭圆形的形状。

[0489] 峰分离

[0490] 峰分离是一个可选步骤，其可用于进一步细分具有多于一个压力峰的点。峰分离开始于，在每一点中查找峰，往下走，对每个峰周围的像素执行宽度优先检索或算法。例如分水岭算法，其中仅针对具有较低力值且不属于其他点的一部分的的像素采取步骤。这有效地分离了每个峰周围的区域，并允许发现相邻峰，可以对峰执行与对点所定义的相似统计计算。

[0491] 根据需要，可以使用算法来适应性地分离或合并峰。例如，通常想要分离出两个相互靠近的手指形成的峰，由此可以分别追踪所述手指。同时，通常想要合并由用户的手掌上的不同隆起形成的峰，以允许对整个手掌作为一个物体进行追踪。

[0492] 根据应用和情况，本发明可以选择执行点检测、峰分离或两种算法共同执行，以检测触摸。在一些情况下，本发明并不旨在追踪触摸，则本发明可以两个步骤都不执行，仅将读取自传感器的力读数阵列报告给用户。

[0493] 位置补偿

[0494] 因为传感器中可能有一些固有的非线性，一旦本发明拥有了点、峰或接触的坐标，可能希望能对该非线性进行补偿，以提高追踪准确性。该补偿基本是一系列(X,Y)位置偏移值，只变化取决于在传感器上的位置。

[0495] 所述偏移值可以实验测量，或在设计或生产传感器时进行数学预计算，并存储在传感器的存储器中。该补偿将取一个输入(X,Y)位置，并将其重新映射到附近的输出(X,Y)位置。该补偿还可以考虑其它因素，例如接触的力或面积，以令调整更准确。还可以将其应用在部分接触中，而不用于其它接触中。例如，若用户用尖笔在传感器上书写，本发明可能想要应用补偿以达到最高可能准确性。但是，若用户用手掌触摸传感器，则本发明可以选择不应用补偿，因为本发明可能不在意手掌位置的准确度，因为此类触摸相对较大且不精确。

[0496] 接触追踪

[0497] 为了允许软件理解随时间的触摸，需要追踪连续帧之间的触摸。在接触追踪步骤中，本发明用来自新帧的接触迭代匹配旧帧的接触。通常，接触几何中心之间的(X,Y)距离是用于执行匹配的关键度量。每次匹配一对接触，新帧中的接触即被给予旧帧接触的ID，并产生"接触已移动(contact moved)"事件。新帧中检测到的(不存在于旧帧中的)任何接触均作为新接触对待，并给予新ID，产生"接触开始(contact start)"事件。任何存在于旧帧中但新帧中未发现的接触，则产生"接触终止(contact end)"事件，则随后回收其ID。

[0498] 该触摸追踪算法的结果可以反馈给峰分离算法。如此一来，本发明可以防止接触因为噪音而出现伪峰的结果、传感器伪变化和/或触摸力分布中的非平滑性，在不存在出现/消失时不合逻辑地出现/消失。该信息还可以帮助峰分离算法确定哪些峰应当分离或合并。例如，在峰分离算法中，若本发明已在前一帧中检测到触摸，则本发明可以令峰分离算法在下一帧中，偏向于试图寻找对应于该触摸的峰，且若前一帧中的特定位置上没有触摸，

则本发明可能会峰分离算法在下一帧中不在该位置寻找峰，或将其合并到其他峰。但是，该反馈步骤应当谨慎实施，以避免频繁追踪已消失触摸的情形，或新触摸因此而未被发现而不予检测的情形。

[0499] 与外部器件的通信

[0500] 通常，外部硬件和/或软件器件有益于接收力图、接触事件或这两者。该通信界面处理传感器配置，并发送力图和/或接触事件。通常，通信始于握手信号，其向外部器件给予传感器相关信息，例如传感器版本、大小、感测到的力的范围、取限等等，并建立传感器的操作参数。外部器件随后确立想要请求的信息内容。接下来，建立数据流，以特定帧速率在发生预定事件时，从传感器发送信息流。该配置继续，直到外部硬件和/或软件请求终止数据流或改变数据流性质，例如帧速、分辨率、发送数据内容等，或连接断开。

[0501] 其他实施例

[0502] 有源内插电子器件

[0503] 可以使用有源电子器件(由晶体管、运算放大器等组成)来在驱动侧创建电压线性衰减和传感侧的线性分流，而不是使用电阻器来进行和/或列来建立内插性质。有源电子器件的优点在于，降低或消除如上所述的非线性内插行为的能力，该非线性来自于流经传感器元件的电流造成的驱动电极和传感电极的电位变化。有源电子器件可以在每列/行的基础上具现化，或可以创建专门电路，用于执行一系列行或列的内插。例如，可以设计一种IC，其可以连接到每对相邻有源电子器件，且还可以连接到该对有源电子器件之间的每个内插电阻器，并在所述电极组上建立内插性质(电压衰减或分流)。

[0504] 用于在驱动侧建立内插性质的有源电子器件，可以用电阻分压器电路(类似于内插电阻器)和一系列操作放大器(配置为电压输出器，以在其输出产生相同电压)来制成。操作放大器的输出连接到驱动电极(有源且内插)。电阻分压器电路可以由此与传感器阵列的输出相互电绝缘，消除了由流经传感器元件的电流造成的非线性。

[0505] 用于在传感侧建立内插性质的有源电子器件，可以用一系列连接至传感电极(有源且内插)的互阻抗放大器组成。每个互阻抗放大器将试图将其连接的传感电极保持在接地电位。在其输出中，所产生的电压与流经传感电极的电流成比例。连接至传感电极的互阻抗放大器的输出电压，可以使用平均电路来求平均值，其中不同电极的贡献具有不同权重，以得到灵敏度的线性衰减。实现传感侧的另一方法，是使用在每个传感电极接入传导放大器的互阻抗放大器。传导放大器的输出随后可以接入一系列内插电阻器(类似于常规IFSA传感器中的内插电阻器)。该组合，可称为电流镜。将在两个放大器的输出处产生与流经所连接的传感电极的电流成比例的电流，但传感电极将保持接地电位，由此消除非线性。

[0506] 部分内插力传感器阵列

[0507] 虽然目前所述实施例允许在每对行电极和列电极之间进行内插，在一些应用中，可以优选地混合具有内插的区域和其他没有内插的传感器区域，或沿一条传感器轴线具有内插而另一条则不然。

[0508] 在一个实施例中，可以仅在行上或仅在列上具有内插电阻器。这可以沿一条轴线建立内插，但另一条则没有，用于仅在一条轴线上需要以内插为驱动/传感电子器件提高感测准确度或减少驱动/传感电子器件的应用中。

[0509] 在又一实施例中，可以省去一些相邻列电极对或一些相邻行电极对之间的内插电

阻器。这可以具有分离间断内插发生区域的效果，建立彼此接近的分离内插传感器。在该设计中，内插电阻器中的"间断"的两侧电极优选为有源电子器件，由此可以从头到尾扫描每个分离内插区域，直到其边缘。

[0510] 非内插力感测阵列

[0511] 对于所有所述分路模式和直通模式的传感器结构，还可以允许非内插扫描。在此情形中，不存在任何内插电阻器。相反，多路电路可以允许驱动和传感电子器件连接任一电极。亦即，所有电极均为非内插。多路电子器件还可以允许同时连接多个电极(用于低分辨率和多分辨率扫描模式)。

[0512] 利用此方法，还可以更准确地测量接触的位置，以更舒适执行多点触摸的排歧，且更好地计算触摸面积。对于涉及尖笔和手指的应用，可以通过仅测量触摸面积，来区分尖笔和手指对传感器的触摸。

[0513] 此外，多路电子器件的设计方式，可以令其能够在内插模式和非内插模式之间切换。在内插模式中，仅一个电极的子集可以连接到驱动/传感电子器件，而其余电极可以通过内插电阻器连接，如在正常IFSA中。在非内插模式中，所有电极可以连接到驱动/传感电子器件。这可以允许应用来利用内插传感器的功率、性能和速度优点，以及非内插传感器的分辨率提升。

[0514] IFSA与其他器件的集成(6300)-(6400)

[0515] 柔性膜层和底层

[0516] IFSA传感器的内插性质，允许我们提高传感器相对于驱动电子器件的分辨率。对于追踪通常比传感元件/电极之间的距离大得多的对象，例如手指，该方法得到非常准确的追踪。但是，对于例如尖笔等对象，接触面积的大小可能远小于传感电极之间的距离。在此情形中，随着尖笔移动经过IFSA传感器，可能存在尖笔追踪变得不连续的区域(传感器元件中心附近)。

[0517] 为了提高对所述物体的追踪性能，本发明可以在传感器上增加一个薄柔性/可压缩层。该层可以允许对象轻微压入层内，增加接触表面积，由此建立更连续的追踪响应。为了进一步阐明，假设本发明意图使用笔尖直径为1.25mm的尖笔，且本发明使用的传感器在相邻传感器元件之间的距离为1mm。若通过传感器与尖笔直接进行接触，则传感器仅能够分辨传感器元件收到触摸，但不能分辨尖笔在传感器元件之间的位置。现在，若本发明在传感器上添加厚度为0.625mm的柔性材料，并用尖笔对齐进行触摸，则尖笔能够稍微压入柔性材料内。随着其压入材料，接触表面积直径将增加到约1.25mm。现在，随着尖笔移动越过传感器，其总是激活多于一个传感器元件。由此一来，本发明能够以显著大于传感器元件之间的1mm间距的分辨率，对其进行追踪。

[0518] 该方法的唯一不利方面，在于柔性层由于摩擦力增加而可能难于书写。为了克服该问题，本发明可以将另一薄表面层置于柔性层之上，以改善表面触觉。在又一实施例中，本发明还可以将柔性层添加到传感器下方，并达到增加尖笔接触面积的相同效果。

[0519] 与显示器的集成

[0520] IFSA传感器可以与显示器集成，以制作触摸显示器。透明版本的传感器可以覆盖在显示器之上，不透明版本的传感器则可以置于显示器之下。可能的显示器类型包括OLED、电泳显示器(例如电子纸显示器)、LCD和反射式LCD。在所有这些组合中，必须小心避免各层

之间卡入凸起或颗粒，因为这些可以可能产生降低传感器准确度的压力集中点。

[0521] 如今，大多数显示器都建立在刚性基板上，例如玻璃，但是，刚性显示器可能无法足够好地传输力，以允许准确触摸，因此，优选地，使用柔性显示器。有利地，所述显示器技术还可以在柔性基板上制作，例如柔性聚合物薄膜或柔性玻璃，以创建柔性显示器，因所述柔性显示器覆盖在IFSA传感器上时，对IFSA传感器的性能影响最小。

[0522] 还可以将IFSA传感技术集成在显示器自身的层中，例如，可以将IFSA电极与显示器(例如LCD显示器)电极并置，并将FSM与显示器的一些其他层并置，例如颜色过滤器/偏振镜。在又一实施例中，可能在LCD的TFT面板和背光照明源之间，置入透明IFSA传感器。

[0523] 在想要在分路模式IFSA传感器顶上直接设置显示器的情形中，可能使用显示器作为顶层。为此，显示器的底侧可以直接涂覆任何已经提到过的FSM材料，例如印刷碳油墨。可替换地，FSM材料，例如碳浸泡膜可以覆被、粘合或层合在显示器的背侧上。而且，还可能制作已经在底层中浸渍有FSM的显示器基板，由此无需额外的步骤印刷/层叠到显示器底部。在所有这些情形中，显示器可以充当IFSA的顶层，且其可以仅需被置于具有分路模式电极图案的一层之上，以制作显示器+IFSA传感器组合。可替代地，显示器底板的底部可以充当直通模式传感器的顶层或分路模式传感器的底层(含有电极)。所有所述选项的优点在于，可能提高产出、降低成本和降低总厚度。

[0524] 显示器叠层中的各层还可以设计为柔性，以提高如前面部分中所述的尖笔追踪的分辨率。例如，在显示器具有前光或背光的情形中，可能可以选择柔性且透明的光传导材料，例如硅胶。在此情形中，前光/背光可以有助在传感器上创造更好的力分布，提高追踪准确性。此外，该方法可以通过软化意外冲击，帮助提高显示器和传感器的可靠性。

[0525] 与其他传感技术的集成

[0526] IFSA传感器可以与许多其他类型的传感技术集成，包括电容性、电磁共振(EMR)、光学、声学等。一些可能的传感器和显示器组合如图63(6300)-图64(6400)所示。如下详细叙述了IFSA可以与所述传感技术集成的一些方式。

[0527] 电容式触摸

[0528] 电容式触摸传感器可以叠加在IFSA传感器顶上。IFSA传感器的行和/或列可以甚至两用，作为电容式传感器上行/列线路。该配置可用于将系统灵敏性提高到非常轻微的触摸。电容式传感器还可以用于检测IFSA传感器上的手指"悬停"/"接近"(其还可以用于检测手掌、手、脸或其他身体部位/导电物体与传感器的接近度)，该配置的又一优点在于，其可能用于分辨导电物体(例如手指)和非导电物体(例如塑料尖笔)。

[0529] 这是因为，导电物体可以同时具有力特征(通过IFSA传感器)和电容特征(通过电容式传感器)，而非导电物体仅可能具有力特征，而对电容式传感器而言不可见。此外，可能使用电容式传感器和IFSA的结合信号，来提高整体传感准确度和/或性能。

[0530] 由于IFSA传感器可以处理精确的触摸追踪，电容式传感器的复杂性和成本可以得到降低，且电容式传感器可以进行微调以用于悬停/接近度检测，而非触摸检测，从而允许对悬停(通过电容式传感器)和触摸及力感测(通过IFSA力传感器)。

[0531] 由于电容式传感器可以限于IFSA传感器感测到触摸，IFSA传感器还可以用作唤醒源。这可以在每当启动电容式传感器时关闭IFSA传感器，允许系统节省能源。反过来，IFSA传感器可用于校准电容式传感器，每当在IFSA上登录"接触开始"或"接触结束"的事件时，

电容式传感器可以使用所述事件来校准其触摸灵敏度。由此一来，电容式传感器测量悬停距离/接近度的能力可以实时动态调谐。

[0532] 互电容式和自电容式电容传感器都可以使用。互电容式传感器由一组行电极和列电极组成，其每行每列的交叉点处形成电容器。每个所述电容器可以由电容式传感电子器件进行测量，以创建电容值栅格。手指的存在创造了与地面的电容耦联，其使得行电极和列电极之间的测量电容下降。自电容式传感器由一个或多个电容"焊盘"组成，各与感测电子器件连接。在自电容传感器中，测量每个焊盘的接地电容。该电容随着手指接近而提高。互电容式传感器通常更为准确，但操作范围更短，且更容易遭受电噪音。自电容式传感器通常准确性较低(困难以建立高分辨率栅格)，但可以在较大范围内操作，且通常较不易遭受电噪音。任一个都可以与IFSA联用。

[0533] 由于电容式触摸传感器可以在与IFSA传感器相类似的底板上制作，其可能可以将所有或部分电容式触摸传感器层，图案化到IFSA传感器的未使用侧上。例如，在直通式IFSA传感器中，可能将一组电容式触摸传感电极，图案化到顶部底板的顶侧，并使用顶部底板的底侧电极同时作为IFSA和电容式触摸驱动电极。在分路模式IFSA传感器中，可以将一组电容式触摸电极或区域，图案化到力感测层的顶部。

[0534] 在一种配置中，IFSA传感器自身的PSM可以用作电容式触摸传感器。在该配置中，可以与PSM具有一个或多个连接，且可选地，传感器可以在电容式感测模式和力感测模式之间切换。这可以有效地将PSM转变为自电容式传感器，可能有利于检测悬停/接近度。在电容式感测模式中，IFSA电极可以接地/浮置，允许测量PSM的电容，而不会受到IFSA行/列电极的影响。在力感测模式中，PSM可以断开(或进入高阻抗状态)，而IFSA可以如常扫描。

[0535] 在又一配置中，IFSA的电极可以用于创建互电容式传感器。在此情形中，可以使用相同传感器进行电容式和电阻式感测。该方法可以通过电容式扫描模式，允许轻触和悬停/接近度感测，且更为准确，通过电阻式IFSA扫描模式，进行较高压力的力感测。该配置的主要挑战在于，PSM可能阻挡某些电场。为了避免该问题，PSM可以设计为，对于传感器的电容电场而言透明，可替代地，在分路模式IFSA中，整个传感器可以上下翻转，由此带有电极的一侧成为离用户较近的一侧，由此完全防止了该问题。

[0536] 使用电极用于电容式和电阻式感测的又一问题在于，内插电阻器可能干扰电容式测量。为了避免该问题，本发明可以将内插电阻器替换为感应器件(例如钛氧碳体晶片电感器)，其在低频率(力感测扫描)下可用作电阻器。在高频率(电容式扫描)下，其可以提高阻抗并阻碍电容信号通过。另一种达成此目的的方法可以是，在相邻有源线路之间使用小ICs，而非电阻网络。ICs可以在电阻模式(其中内插线路通过电阻器相互连接)和电容模式(其中内插线路相互断开或其中每个有源线路连接数条相邻内插线路)之间切换。在所有这些情形中，本发明可以保存电阻式扫描的高分辨率和内插。在电容式扫描模式中，扫描分辨率可以下降回到有源线路分辨率。该方法的又一挑战在于，PSM的存在可能干扰电容式扫描。幸运的是，当用户未触摸或仅轻微触摸时，PSM的电阻高，因此，对电容式扫描模式的影响可以最小。此外，在传感器的不同区域中，本发明可以在电阻式和电容式扫描模式之间切换。在未检测到触摸的区域中，扫描可以切换到电容模式。在检测到触摸的区域中，扫描模式可以切换到电阻式。

[0537] 在想要组合电容式触摸、IFSA和显示器的情形中，还可以将显示器置于透明电容

式触摸传感器和非透明IFSA传感器之间，创造出具有电容式触控的悬停和轻微触摸能力以及IFSA的精确度和力灵敏性的触摸显示器。

[0538] 使用透明IFSAs的其他配置也是可能的，其中电容式传感器和IFSA传感器(或结合两种元素的传感器)置于显示器之上。

[0539] 磁性/电磁感测

[0540] 因为IFSA传感器对于磁场而言是透明的，因此可能将电磁传感器，例如电磁共振(EMR)传感器(常用于尖笔追踪)置于IFSA传感器之下，并通过其进行感测。还可能将RFID/NFC阅读器/书写器线圈置于传感器之下，因为RFID/NFC具有类似的工作方式，即向RFID/NFC标记/收发器发送电磁脉冲。由于磁场可用于传递能量，还可以使用IFSA传感器下的线圈来传递能量到附近装置。事实上，所述这些技术(EMR，RFID，NFC，和无线供电)可以组合，因其均使用一个或多个导电线圈来产生磁场。在本部分的剩余内容中，本发明将涉及允许EMR/RFID/NFC感测的技术，如EMR感测。

[0541] 通过结合EMR感测和IFSA，可能不仅检测传感器上的对象的位置和力，还可能唯一识别具有EMR/RFID/NFC标记/收发器的对象。其还可以在对象和传感器之间传递能量或数据。所述对象可以包括如键盘，电脑鼠标，按钮，滑块，旋钮，尖笔，甚至移动电话和平板电脑。通过将多个EMR/RFID/NFC收发器置于所述对象上，可能感测不仅对象的位置，且还可能感受其方向(例如，使用尖笔，若收发器置于笔尖侧和橡皮侧，则可能分辨用户是否在书写或擦除)。

[0542] 而且，可能组合来自IFSA传感器和EMR传感器的信息，以提取额外信息。在尖笔的情形中，例如，通过比较尖笔触摸的位置和EMR发射器的位置，可能确定尖笔的倾斜角度。还可以可能组合EMR传感器和IFSA传感器的信号，以提高整体准确度和/或性能。其成为可能，是因为EMR传感器可以具有较好的"相对"追踪性能(亦即，其可以更好地测量位置的小变化)，而IFSA传感器可以具有更好的"绝对"追踪性能(亦即，其可以对对象位置具有更准确的估计，但可能无法准确测量小移动)。这是因为EMR传感器可能受到含铁对象和外部磁场的存在的影响，而这通常不会影响IFSA传感器。

[0543] 由于EMR传感器通常在PCB层上生产，因此可以将用于IFSA传感器的底层PCB与用于EMR传感器的PCB结合，形成具有两者功能的3-4层PCB。另一种将IFSA传感器与EMR传感器结合的方法，是将EMR传感器的一部分(包含行或列感性线圈)图案化到IFSA传感器的未使用的一侧，并将EMR传感器的其他部分图案化到IFSA传感器的另一未使用侧上。这在顶部和底部底板均具有一个未使用侧的直通模式IFSA传感器上最容易完成。

[0544] IFSA和EMR的传感器组合，还可以置于显示器之下，以创造具有EMR传感器所赋予的附加能力的触摸屏，因为EMR信号和IFSA信号均不受显示器阻挡。可选地，可能将透明IFSA传感器置于显示器顶上，同时将EMR传感器置于显示器下方。

[0545] 光学感测

[0546] 已经证实，光学感测技术可以对手指或对象进行光学追踪。部分所述技术的运作，是通过发射光束穿过表面，并在一个或多个光束被阻断时进行检测。其他技术使用发射器和接收器阵列，并检测用户反弹的光线。此类传感器甚至可以集成到显示器中，例如OLED或LCD显示器，其他技术使用摄像头来查看用户的手的位置。而且，各种独创性设计已经展示，可以将此类传感器的光学路径压缩到薄膜中，甚至是显示器背灯中。

[0547] 可以通过将IFSA置于光学传感器下方，或将透明IFSA置于光学传感器上方，来令IFSA感测技术与许多所述光学感测技术集成。所述部分光学感测技术利于感测悬停和接近度，但无法准确检测触模实际接触表面的时间或触摸的力。这在明亮的日光可能干扰光学传感器操作的户外环境中尤为真实。IFSA传感器和光学传感器的输出可以进行组合，以创造更为稳健，能够在触摸表面上追踪对象，准确检测表面接触并测量施加在表面上的力的组合。

[0548] 电容式、电感式和光学传感器的组合

[0549] 所有4种技术(IFSA、BMR、电容式和光学触控)可以组合在一起，以在单一传感器中得到所述技术(力感测、悬停和光触控、BMR/NFC/RFID收发器的追踪/供电)的所有特征。如上所述，所述传感器可以在叠层中共享各个层，以降低成本和厚度。其还可以与显示器相组合，以创造新用户界面、硬件装置和独特的用户体验。

[0550] 特征和优点

[0551] 除了具有高准确度、大尺寸可扩展性和每次触摸的力灵敏性，本发明还具有许多其他合意的特征。首先，基于本发明的传感器对电噪音不敏感，因此无需显著的电子屏蔽，且可以在许多环境中稳定运行。这还降低了必须对信号进行的过滤和后处理的量，从而降低了模拟电路和过滤算法的复杂性，由此降低了功耗。

[0552] 本发明的传感器提供了高动态的力敏感度范围，从每触摸点数克到数千克力。不像电容式传感器，本发明的传感器可以感测任何对象，例如塑料尖笔，而不只限于导电对象，例如人的手指。其还可以感测戴手套或皮肤非常粗糙的用户的手指。

[0553] 本发明极大地简化了设计过程。本发明的传感器的触摸分离分辨率和触摸追踪分辨率可以分别控制，且可以容易地根据特定应用的需求进行微调。可以添加或减小指定传感器配置的尺寸，而不会改变传感器特征，由此可以将特定传感器设计应用到广泛范围的产品中，降低设计成本和市场推广时间。此外，甚至可以在不改变传感器性能的前提下，改变本发明的传感器的形状。例如，可以容易地改进矩形传感器设计，以生产圆形、椭圆形、圆环形、花生形传感器和任何其他可以映射到二维表面上的形状。改进的传感器的性能(包括触摸追踪准确度和力敏感性)与原始矩形传感器设计相同。

[0554] 本发明的传感器可以包裹在非扁平表面周围，且甚至可以使用各种不同生产方法，直接在装置外表面上制作。所述传感器甚至可以包含在织物和软材料中。

[0555] 本发明的传感器可以使用简单直接的生产过程来生产。包括标准刚性或标准柔性印刷电路板(PCB)的生产方法，其中通常涉及减成法或印刷电子(PE)方法。所述方法涉及使用加成工艺印刷导电油墨。在刚性或柔性PCB上建立传感器的能力的一种重大优势在于，所有感测电子器件(以及其他电子器件)可以使用例如SMT(表面贴装)等标准工艺，直接连接到与传感器自身相同的PCB基板上。所述电子器件可以置于与传感器的同一表面上，或可以安装在传感器表面的背侧。而且，一些器件(例如电阻器)甚至可以嵌入传感器基板中。可替代地，传感器可以被添加到可以具有除传感器以外的其他功能性的已有电路板设计上。例如，可以取电视遥控器或游戏控制器PCB(已经具有带离散按钮的PCB)、微控制器、发射器和其他电路，并通过最小化的设计改变，在同一PCB上添加IFSA传感器区域。

[0556] 扫描电子器件无需任何外来器件，且可以用现成的零件或特定用途集成电路(ASIC)来构建。在许多情况下，所述扫描电子器件可以用单一微控制器和一些小而廉价的

离散器件(例如电阻器和电容器)来实现。

[0557] 与其他触控技术相比，本发明的技术本质为低功耗，且支持许多进一步降低功耗的方式。例如，本发明支持多分辨率扫描，这允许用户或使用传感器的软件降低扫描分辨率，而同时提高速度并降低定时功耗。该传感器设计还甚至支持功能性降低的较低功率模式，其可以检测单一或多点触摸的存在和/或粗略位置，而无需执行传感器完全扫描。对于要求快速反馈或应答的应用，例如乐器，本发明支持极快的帧速。

[0558] 最后，本发明稳定，且可以设计为，能够耐受消费者、军用、汽车和工业电子的严格环境要求。由于其感测的是力而非电容变化，其可以在存在水或其他流体的情况下运行，且可以气密封，允许其在水下和最恶劣的环境中运行。

[0559] 示范性应用环境

[0560] 本发明所述的传感器可以用于多种不同应用。所述应用的种类划分可以包括通用多点触摸输入，替代较简单的离散控制(例如按钮或滑块)和测量压力分布。在第一种类中的应用例如为电话、平板电脑、笔记本电脑、显示器触控面板，以及书写板、数字转换器、签字板、跟踪板和游戏控制器。在第二种类中的是玩具、乐器(例如电子钢琴、鼓、古他和键盘乐器)、数码相机、手用工具，以及取代汽车和其他车辆中的仪表控制中的应用。在第三类中的应用为科学/工业测量(例如测量表面的形状和扁平度)、医学测量(例如测量人足部的压力分布或其在床上的运动)和机器人应用(例如以传感器阵覆机器人，以给予其感知触摸和接触的能力)。

[0561] 此外，除所述列举之外，还有许多其他应用，且许多应用可以使用所述传感器的不同形式。例如，在一些应用中，传感器可以用作通用输入、一组简单控制(例如按钮或滑块)，以及作为面积压力传感器。所述不同用途可以是同时的，可以是时间上分离的，或可以是空间上分离的(传感器的不同区域具有不同行为方式)。更重要的是，所述传感器的不同用途可以都以软件实现，在使用传感器的方式方面给予设计者/开发者不可思议的灵活水平。

[0562] 在用户界面应用中，本发明的传感器极为有用，因为其可以分辨轻触和按压。在直接的操作界面，例如智能电话或平板电脑中，用户在将手指从一处移到另一处、滚动、滑动或需要屏幕上的物项的更多信息时，通常使用轻触。重触可以用于拖动、选择、激活和启用控制。此外，不同水平的重触可以用于调节互动的强度/幅度。在间接操控应用，例如追踪板、书写板和数位板中，轻触可以用于移动屏幕光标和悬停在物项上以获得更多信息，而重触(抓取)可用于拖动、选择、激活或操纵。最后，可以使用压力来估计用户的意图。例如，在模拟物理控制(例如按钮、滑块和旋钮)的应用中(例如，在旋盘、采音混音器或一般控制面板仿真中)，所述控制可以忽略轻触，以允许用户舒适地将手放在界面上，而不会意外激活什么。

[0563] 由于本发明的传感器的高准确度，其可以用于捕取细微动作。这在例如以高精确度追踪尖笔以允许书写、画图、素描、油画、书法和其他涉及尖笔的交互。可以在传感器上方或下方添加软层，以创造更佳的表面触感，以及进一步提高追踪准确度。本发明的传感器可以与显示器组合。这可以通过制造透明传感器并将其铺在显示器顶上，通过将所述技术包含在显示器自身的基板上，或通过将传感器铺设在显示器后并通过显示器感知力，来完成。这在柔性显示器中的操作效果尤佳。

[0564] 本发明的传感器还可以与其他感测技术组合。例如，可以将电容式触摸传感器置

千本发明的传感器上，以允许检测表面上方的悬停和极轻的触摸。

[0565] 由于本发明的传感器对于磁场是透明的，可以将磁性/电磁传感器，例如HMR传感器，置于本发明的传感器下方，以允许使用有源或无源磁性/电磁标记、检测/追踪尖笔或其他装置。还可以将显示器层叠在所述底层中的任一层。所述不同传感器技术的组合可以允许更丰富的交互。

[0566] 由于本发明的传感器感知压力，且压力容易通过大多数可变形表面来传递，本发明的传感器还可以埋入各种可变形表面下。例如，其可以埋入柔性/可变形地板下，柔性机器人皮肤下，或墙上的涂料下。其可以埋入桌面中，或铺设在桌面上的垫中。

[0567] 本发明的传感器还可以用于向未使用表面添加感测。例如，其可以置于电话、平板电脑或游戏控制器背面，以允许通过触摸装置背面来达到额外的交互度。

[0568] 可以使用屏幕上的视觉反馈来向用户提供关于其触摸的位置和轻重的认知。

[0569] 传感器还可以置于用于用户界面装置的空间非常有限的数码手表或其他小装置的背面，由此增加可用触摸面积，而不会增加装置尺寸。

[0570] 本发明的传感器可以制作在柔性基板上，允许其埋入柔性装置中。

[0571] 一些示例实施例包括，制作柔性电话或柔性平板，将所述传感器用于数码手表的腕带或手环，及将所述传感器置于鞋或运动鞋的鞋底中或衣物中以追踪用户动作，检测冲击或提供便携式用户界面。

[0572] 本发明的传感器还可以设计为，可以剪切或折叠从而卷绕复杂表面，例如机器人的指尖，或者，其可以直接在复杂表面上生产，而简言之，在几乎任何表面上，均可以通过在其上方、背面或内部铺设本发明的传感器之一，来给予所述表面触摸灵敏性。

[0573] 示范性平板电脑界面实施例(6500)-(8000)

[0574] 平板电脑形状系数总览(6500)-(7600)

[0575] 本发明可以基于应用环境而实现为各种各样的形式，但一个优选的示范性发明实施例中，应用于平板电脑形状系数、该用户界面环境一般如图65(6500)-图76(7600)所示。在此，平板电脑用户界面(如图65(6500)装配并如图66(6600)中的组装视图所示)由支承印刷电路板(PCB)(包括VIA和相关控制电子器件)(图68(6800)-图69(6900))的平板电脑基底(图70(7000))、压力膜(图70(7000))、覆层(图71(7100))和具有背光LOGO标记的装盖边框(图72(7200))。

[0576] 如图65(6500)-图66(6600)所示的本发明的该实施例，其设计的目标应用在于台式电脑/笔记本电脑或平板电脑用户界面。对于在台式电脑/笔记本电脑中的用途，其使用通常是将其经由USB接口连接至电脑，对于在平板电脑中的用途，其通常经由USB接口进行充电和/或配置，但经由蓝牙/蓝牙LE发送数据。该装置可以设计为磁力锁定在平板电脑/平板电脑盖上，且可以具有可互换且可能背光的覆层。

[0577] 组件视图(6600)

[0578] 如图66(6600)大致所示，该优选示范性实施例的所述组件堆叠，包括基底(图67(6700))、PCB/电池(图68(6800)-图69(6900))、膜(图70(7000))、覆层(图71(7100))和边框(图72(7200))。

[0579] 基底(6700)

[0580] 如图67(6700)大致所示，该优选示范性实施例的基底，优选地由例如弹性刚性材

料制成，且几何用于辅助对齐包括平板电脑系统的柱层的定位销(6701,6702,6703,6704)。

[0581] PCB/电池(6800)-(6900)

[0582] 如图68(6800)-图69(6900))大致所示，所述PCB(6910)/电池(6920)层包括以下各项：

[0583] 用于微控制器、模拟传感电路、电源/电池管理、蓝牙®无线电、USB TX/RX和其他电子器件的区域(6911)；

[0584] 微USB连接器(6912)；

[0585] 传感器有效区域(6913)；

[0586] 电池(锂电池或类似电源)(6920)，以及

[0587] 定位孔(x4)(6931,6932,6933,6934)。

[0588] 力感测膜(7000)

[0589] 如图70(7000)大致所示，该力感测膜层包括以下各项：

[0590] 基板(例如PET或KAPTON®)；

[0591] 基板底侧的力感测材料，例如FSR，以及

[0592] 定位孔(x4)。

[0593] 覆层(7100)

[0594] 如图71(7100)大致所示，覆层可以是柔韧的，具有光滑上表面。根据预期，覆层可以是可替换的，具有不同图形或触觉凹凸图案。也预期一些配置中的覆层具有背光或侧光。

[0595] 边框(7200)

[0596] 如图72(7200)大致所示，键盘边框可以包括以下各项：

[0597] 图形/标志，其可以是光导管，且可以以恒定或变化的照明图案打背光；

[0598] 用于覆层的开口，以及

[0599] 用于USB接口或其他通信接口的开口。

[0600] 机械特性(7300)-(7600)

[0601] 如图73(7300)-图76(7600)的截面图和细节图大致所示，虽然机械结构可能变化广泛，但可以预见，一些优选发明实施例可以配置为具有约4.25mm的厚度。由于监测VIA结果所需的电子器件复杂度减小，电子器件和电池容量所需的面积亦减小，由此，可以得到一些显著胜于竞争技术的结构。

[0602] 该装置可以用基底和边框之间的扣，以及基底和PCB之间、PCB和膜之间、膜和面板之间的粘合层来固定在一起。该覆层可以配置为简单放入基底腔中，或可以具有某些与基底腔配合的方式(可以包括磁铁或扣)。

[0603] 示范性触模板示意图/布局图(7700)-(8000)

[0604] 如示范性图65(6500)-76(7600)所述的示例结构应用环境，可以利用如图77(7700)的示意框图所描述的微控制器和PCB以及图78(7800)(顶部铜)、79(7900)(底部铜)和80(8000)(通过焊盘)的PCB布局来实施。这种布局概括地描述了典型VIA阵列，其与压敏材料匹配并嵌入如图65(6500)-76(7600)概括所示的平板电脑外形中。图77(7700)所示的原理图使用具有集成的计算机通信(USB、I2C、SPI、无线(BLUETOOTH®,BLUETOOTH LE®,其他2.4GHz接口等)，UART)的传统微控制器技术、ADC输入、通用数字I/O(GPIOs)与GPIO扩展器和多路复用器结合，以实施本文中所述的列驱动器和行感测电路。

[0605] 电容性内插传感器(8100)-(8800)

[0606] 概述

[0607] 在如图81(8100)-88(8800)所示的电容式传感器阵列的背景下，本发明的另一个实施例可以利用与PSAM相关的内插概念。这些图中描述的设计描述了两种示例配置，

[0608] 具有桥的单侧菱形图案(如图81(8100)-82(8200)所概括描述的)，和

[0609] 具有直线行和列的双侧图案(如图83(8300)-84(8400)所概括描述的)。

[0610] 这两种设计都特别指向透明电容式传感器。这种类型的传感器通常放置在显示器和上保护层(例如塑料膜或玻璃层)之间。在传感器和显示器之间还可以存在透明屏蔽层。注意到，在菱形图案传感器的情况下，它可以翻转倒置，然后层压至显示器上。在这种情况中，基板可以变成用户接触的层。在双侧传感器的情况中，可将双侧(行和列)印刷至独立的基板，然后将基板层压在一起。在这种情况下，我们可以同样地进行将传感器翻转倒置的技巧，以使一个基板作为接触表面。

[0611] 具有电桥的单面菱形图案(8100)-(8200)

[0612] 如图81(8100)-82(8200)所概括描述的，示出了使用单侧菱形图案的电容式传感器，其在基板(8101)，例如玻璃或塑料上形成。在这个优选实施例中，在透明导体(8102)(例如ITO、碳纳米管、导电聚合物、纳米线、图案化的导体等)之间形成导电桥(8102)(下方具有电介质，以防止与列短路)，以形成VIA。该阵列连接至列(8104)和行(8105)内插电阻器，列和行内插电阻器通过在基板(8101)表面沉积电阻材料或简单通过留下透明导体的薄桥来形成。这些ITC和ITR电阻器(8104、8105)经由列(8106)和行(8107)连接至电连接至有源列迹线(8108)和有源行迹线(8109)。这些列(8108)和行(8109)迹线导入用于连接导电软线的区(8110)，该导电软线使驱动和感测电子器件互连(或者在一些情况下配置为用于直接将电子器件连接至基板(8101))。

[0613] 参考图82(8200)的剖视图，可以看出基板(8201)支撑列透明导体(8203)和行透明导体(8213)。介电层(8212)将列透明导体(8203)和行透明导体(8213)、非支撑导电桥(8202)分隔开。在列视图中还描述了行迹线连接部(8207)和行迹线(8209)，行迹线可以由蚀刻或印刷导电材料形成。

[0614] 具有直行/列的双面图案(8300)-8400)

[0615] 如图83(8300)-84(8400)中所概括描述的，示出了使用具有直线行和列的双侧图案的电容式传感器，其在基板(8301)，例如玻璃或塑料上形成。在这个优选实施例中，列(8302)和行(8303)位于传感器的相对侧(从而它们不会短路)，并可以交替沉积在单独的基板上(一个用于行，一个用于列)。列(8302)和行(8303)由透明导体(例如ITO、碳纳米管、导电聚合物、纳米线、图案化的导体等)形成，以形成VIA。该阵列连接至列(8304)和行(8305)内插电阻器，列和行内插电阻器通过在基板(8301)表面沉积电阻材料或简单通过留下透明导体的薄桥来形成。这些ITC和ITR电阻器(8304、8305)经由列(8306)和行(8307)连接部电连接至有源列迹线(8308)和有源行迹线(8309)。这些列(8308)和行(8309)迹线导入用于结合导电软线的区(8310)，该导电软线使驱动和感测电子器件互连(或者在一些情况下配置为用于直接将电子器件结合至基板(8301))。

[0616] 参考图84(8400)的剖视图，可以看出基板(8401)支撑列透明导体(8402)和行透明导体(8403)。在剖视图中还描述了行迹线连接部(8407)和行迹线(8409)，行迹线可以由蚀

制或印刷导电材料形成。

[0617] 传感器生产

[0618] 这两种设计的优点在于它们通过目前用于制备电容式触觉传感器的完全相同的过程制造。主要区别在于本发明的实施例添加了中间(内插)行和列，改变了用于透明导电材料(通常为ITO)的掩模图案，以创建少量的导电线，其作为内插电阻器起作用。可以通过改变这些线的宽度调节电阻。除了改变掩模图案之外(可能对测试程序做一些修改)，没有涉及额外制造这些电容式传感器的步骤。

[0619] 电容式传感器的优点

[0620] 基于公开的设计的内插电容式传感器的优点是比传统电容式传感器具有更好的线性。这导致：

[0621] 更好地接触和尖笔追踪，而不需要校准传感器；

[0622] 更好地评估接触的形状和面积；

[0623] 更好的信号；和

[0624] 在用户手指和传感器之间能使用更薄的玻璃盖/塑料，允许更薄的装置。

[0625] 最后一点在构建移动/便携式装置，例如平板电脑、蜂窝手机、智能手机等非常重要。

[0626] 对于不透明电容式传感器，能够使用这些设计中的一个，并结合如前所述的一个IFSA导体图案，并仅移除力感测材料。力感测材料通常用电介质替换，例如在该应用中的薄塑料膜或玻璃。

[0627] 示例性杯子压力分布(8500)-(8800)

[0628] 图86(8500)描述了施加垂压力传感器的平板电脑外形的本发明的例子，其中饮水杯与压力传感器平板电脑表面接触。图88(8600)描述了感测的压力的轮廓，和检测的压力区，而没有与从TSA读取的TSM相关的内插和网格。图87(8700)描述了通过进行TSM的上采样操作由VIA中的各力感测元件看到的力的大致重建。图88(8800)描述了基于图86(8600)所示的TSM数据，由CCD计算的各检测椭圆数据。注意到，如图86(8600)所示的TSM数据可用于重建如图87(8700)所示的上采样数据的细节，并产生如图87(8700)中的分离的检测区和图88(8800)中的椭圆。

[0629] 示例性笔刷压力分布(8900)-(9200)

[0630] 图89(8900)描述了施加垂压力传感器的平板电脑外形的本发明的例子，其中笔刷与压力传感器平板电脑表面接触。图90(9000)描述了通过扫描TSA由CCD获得的TSM的压力分布。图91(9100)描述了基于压力分布，检测的相关压力区。图92(9200)描述了基于图90(9000)所示的TSM数据，由CCD计算的各检测椭圆数据。

[0631] 从这个实施例可以看出，压力传感器VIA是灵敏的，并能够检测与接触区的各个区相关的形状/椭圆数据。这个实施例还描述了利用本发明教导的内插技术的系统的极高的灵敏度。

[0632] 系统概要

[0633] 本发明的系统预见了对基础结构主题的各种各样的变化，但是可以概括为一种触摸传感器检测器系统，所述系统包括：

[0634] 触摸传感器检测系统，包括：

[0635] (a)触摸传感器阵列(TSA)；

[0636] (b)阵列列驱动器(ACD)；

[0637] (c)列开关寄存器(CSR)；

[0638] (d)列驱动源(CDS)；

[0639] (e)阵列行传感器(ARS)；

[0640] (f)行开关寄存器(RSR)；

[0641] (g)模拟数字转换器(ADC)；以及

[0642] (h)计算控制装置(CCD)；

[0643] 其中

[0644] 所述TSA包括可变阻抗阵列(VIA)，所述阵列包含VIA列和VIA行；

[0645] 所述VIA配置为令所述TSA内的多个互连阻抗列(IIC)与所述TSA内的多个互连阻抗行(IIR)电偶极；

[0646] 所述IIC进一步包括串联电连接在所述VIA列之间的一个或多个单独的列阻抗元件(ICIE)；

[0647] 所述IIR进一步包括串联电连接在所述VIA行之间的一个或多个单独的行阻抗元件(IRIE)；

[0648] 所述ACD配置为基于所述CSR在所述TSA内选择所述IIC；

[0649] 所述ACD配置为使用所述CDS电驱动所述选定的IIC；

[0650] 所述ARS配置为基于所述RSR在所述TSA内选择所述IIR；

[0651] 所述ADC配置为感测所述选定的IIR的电状态并将所述电状态转换为感测数字值(SDV)；

[0652] 所述CCD配置为在所述TSA内的多个位置，从所述ADC对所述SDV进行采样，以形成触摸传感器矩阵(TSM)数据结构。

[0653] 该通用系统概要，可以通过此述的各种元素来进行扩大，而产生各种与该整体设计描述相一致的发明实施例。

[0654] 方法概述

[0655] 本发明的方法预见了对基础结构主题的各种各样的变化，但是可以概括为触摸传感器检测器方法，其中所述方法在触摸传感器检测器系统上执行，所述系统包括：

[0656] (a)触摸传感器阵列(TSA)；

[0657] (b)阵列列驱动器(ACD)；

[0658] (c)列开关寄存器(CSR)；

[0659] (d)列驱动源(CDS)；

[0660] (e)阵列行传感器(ARS)；

[0661] (f)行开关寄存器(RSR)；

[0662] (g)模拟数字转换器(ADC)；以及

[0663] (h)计算控制装置(CCD)；

[0664] 其中

[0665] 所述TSA包括可变阻抗阵列(VIA)，所述阵列包含VIA列和VIA行；

[0666] 所述VIA配置为令所述TSA内的多个互连阻抗列(IIC)与所述TSA内的多个互连阻

抗行(IIR)电偶联；

[0667] 所述IIC进一步包括串联电连接的一个或多个单独的列阻抗元件(ICIE)；

[0668] 所述IIR进一步包括串联电连接的一个或多个单独的行阻抗元件(IRIE)；

[0669] 所述ACD配置为基于所述CSR在所述TSA内选择所述IIC；

[0670] 所述ACD配置为使用所述CDS电驱动所述选定的IIC；

[0671] 所述ARS配置为基于所述RSR在所述TSA内选择所述IIR；

[0672] 所述ADC配置为感测所述选定的IIR的电状态并将所述电状态转换为感测数字值(SDV)；

[0673] 所述CCD配置为在所述TSA内的多个位置，从所述ADC对所述SDV进行采样，以形成触摸传感器矩阵(TSM)数据结构；

[0674] 其中，所述方法包括以下步骤：

[0675] (1)在所述CCD的控制下，在所述VIA内配置所述IIC；

[0676] (2)在所述CCD的控制下，在所述VIA内配置所述IIR；

[0677] (3)在所述CCD的控制下，以所述CDS对所述IIC进行电刺激；

[0678] (4)在所述CCD的控制下，以所述ADC感测所述IIR中的电响应，并将所述电响应转换为数字数据；

[0679] (5)在所述CCD的控制下，将所述数字数据存储在所述TSM中；

[0680] (6)在所述CCD的控制下，判定所述CDR、所述IIC和所述IIR中的预定变化是否已经输入到所述TSM中，若是，则前进至步骤(8)；

[0681] (7)在所述CCD的控制下，为新VIA感测变体重新配置所述CDR，所述IIC和所述IIR，并前进至步骤(3)；

[0682] (8)在所述CCD的控制下，内插所述TSM值以确定所述VIA内的活动焦点；

[0683] (9)在所述CCD的控制下，将所述焦点活动信息转换为用户界面输入指令序列；和

[0684] (10)在所述CCD的控制下，将所述户界面输入指令序列传输到电脑系统上运行，并前进至步骤(1)。

[0685] 该通用方法概要，可以通过此述的各种元素来进行扩大，而产生各种与该整体设计描述相一致的发明实施例。

[0686] 系统/方法变化

[0687] 本发明预见了对基础结构主题的各种各样的变化，以上呈现的实施例并不代表可能用法的全部范围，而是旨在引证若干几乎无限制性的可能性。

[0688] 该基础系统和方法可以通过各种从属实施例来扩大，包括但不限于：

[0689] 在一个实施例中，所述CDS包括选自包括以下各项的组中的电源：DC电压源，AC电压源，任意波形发生器(AWG)电压源，DC电流源，AC电流源，和任意波形发生器(AWG)电流源。

[0690] 在一个实施例中，所述CSR配置为将所述IIC的每个单独的外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的电源类型：开路，零电位电压源，由所述CSR定义的电压源，由所述CSR定义的电流源，源自所述CDS的电压，和源自所述CDS的电流。

[0691] 在一个实施例中，所述RSR配置为将所述IIR的每个单独的外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的电源类型：开路，零电位电压源，由所述RSR定义的电压源，由所述RSR定义的电流源，和所述ADC。

[0692] 在一个实施例中，所述LTC包括与相邻的所述VIA的列电偶联的多个电阻器，且所述LTR包括与相邻的所述VIA的行电偶联的多个电阻器。

[0693] 在一个实施例中，所述VIA包括配置为电偶联所述阵列中的行和所述阵列中的列的压敏电阻元件阵列。其中所述电偶联根据施加于所述TSA上的压力而变化。

[0694] 在一个实施例中，所述CCD配置为通过动态改变所述CRS和所述RSR的配置，改变所述ADC采样的所述TSA有效面积。

[0695] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生选自包括以下各项的组中的数字指针值(DPV)的矢量：所述TSA上的多个内插位置；所述TSA上的多个内插最大压力位置；所述TSA上的多个内插施加总力；所述TSA上的多个内插总感测区域；所述TSA上的多个内插压力位置；所述TSA上的多个检测形状；所述TSA上的多个检测的椭圆形的内插位置，其中每个所述椭圆形包括主要轴、次要轴和转动方向。

[0696] 在一个实施例中，所述ADC包括选自包括以下各项的组中的信号转换器：电压数字转换器；电流数字转换器；放大器；和低通滤波器。

[0697] 在一个实施例中，所述ADC包括含有电压数字转换器或电流数字转换器的信号转换器，其中所述信号转换器电偶联至选自包括以下各项的组中的信号调节电路，放大器；低通滤波器；和低通滤波器和放大器的组合。

[0698] 在一个实施例中，所述VIA还包括经由位于所述物理列和物理行的交叉点处的压敏传感元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述压敏传感元件仅存在于所述交叉点的子集中，以形成成形的传感器阵列。

[0699] 在一个实施例中，所述CCD配置为基于CDS、CSR和RSR的状态，将TSM转换为内插触摸状态(ITS)。

[0700] 在一个实施例中，所述CCD配置为将TSM传输到数字数据处理器(DDP)。

[0701] 在一个实施例中，所述CSR配置为将所述LTC的多个外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电源类型：开路；零电位电压源；由所述CSR定义的电压源；由所述CSR定义的电流源；源自所述CDS的电压；以及源自所述CDS的电流。

[0702] 在一个实施例中，所述CSR配置为将所述LTC的一个外部列电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电源类型：开路；零电位电压源；由所述CSR定义的电压源；由所述CSR定义的电流源；源自所述CDS的电压；和源自所述CDS的电流。

[0703] 在一个实施例中，所述RSR配置为将所述LTR的多个外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电源类型：开路；零电位电压源；由所述RSR定义的电压源；由所述RSR定义的电流源；以及所述ADC。

[0704] 在一个实施例中，所述RSR配置为将所述LTR的一个外部行电偶联至选自包括以下各项的组中的单一电源类型：开路；零电位电压源；由所述RSR定义的电压源；由所述RSR定义的电流源；以及所述ADC。

[0705] 在一个实施例中，所述LTC包括可变电阻器，其将所述VIA的列与所述CSR所限定的所述可变电阻器的电阻互连。

[0706] 在一个实施例中，所述LTR包括可变电阻器，其将所述VIA的行与所述RSR所限定的所述可变电阻器的电阻互连。

[0707] 在一个实施例中，所述LTC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个阻抗。

[0708] 在一个实施例中，所述IIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个电阻器。

[0709] 在一个实施例中，所述IIC包括电偶联所述VIA的相邻列的有源电路。

[0710] 在一个实施例中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个阻抗。

[0711] 在一个实施例中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个电阻器。

[0712] 在一个实施例中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的有源电路。

[0713] 在一个实施例中，所述IIC包括电偶联所述VIA的相邻列的多个MOSFET。

[0714] 在一个实施例中，所述IIR包括电偶联所述VIA的相邻行的多个MOSFET。

[0715] 在一个实施例中，配置为互连所述IIC的阻抗基于所述CSR而动态配置。

[0716] 在一个实施例中，配置为互连所述IIR的阻抗基于所述RSR而动态配置。

[0717] 在一个实施例中，所述TSM包括的列数小于或等于所述VIA中的列数。

[0718] 在一个实施例中，所述TSM包括的行数小于或等于所述VIA中的行数。

[0719] 在一个实施例中，基于所述CSR的状态而改变所述CDS。

[0720] 在一个实施例中，基于所述RSR的状态而改变所述CDS。

[0721] 在一个实施例中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行和所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件的阻抗幅度大于所述IIC内的单独的列阻抗的阻抗幅度。

[0722] 在一个实施例中，所述VIA包括配置为将所述阵列的行和所述阵列的列电偶联的阻抗元件阵列，其中所述VIA阻抗元件的阻抗幅度大于所述IIR内的单独的行阻抗的阻抗幅度。

[0723] 在一个实施例中，所述VIA包括配置为电偶联所述阵列的行和所述阵列的列的阻抗元件阵列，其中各个所述VIA阻抗元件的阻抗幅度同时大于所述IIC内的单独的列阻抗的阻抗幅度和所述IIR内的单独的行阻抗的阻抗幅度。

[0724] 在一个实施例中，所述VIA包括配置为电偶联所述阵列的行和所述阵列的列的电容敏感元件阵列，其中所述电偶联基于所述TSA感测到的电容而变化。

[0725] 在一个实施例中，所述VIA包括配置为共同电偶联所述阵列的行和所述阵列的列的电容敏感元件和压敏元件阵列，其中所述电偶联基于所述TSA在所述阵列的行和所述阵列的列的交叉点处感测到的电容和压力而变化。

[0726] 在一个实施例中，所述ADC包括配置为基于所述IIR的所述电状态的历史平均值而激活的动态调节阈值检测器。

[0727] 在一个实施例中，所述CCD配置为改变所述CSR和所述RSR的调整速率和所述ADC的采样速率。

[0728] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA的内插位置的数字指针值(DPV)。

[0729] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA的内插最大压力位置的数字指针值(DPV)。

[0730] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加至所述TSA的内插总力的数字指针值(DPV)。

[0731] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上感测到的内插总面积的数字指针值(DPV)。

[0732] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)。

[0733] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于包括主要轴、次要轴和旋转方向的检测椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)。

[0734] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插位置的数字指针值(DPV)矢量。

[0735] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插最大压力位置的数字指针值(DPV)矢量。

[0736] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于施加至所述TSA的多个内插总力的数字指针值(DPV)矢量。

[0737] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上感测到的多个内插总面积的数字指针值(DPV)矢量。

[0738] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个内插压力位置的数字指针值(DPV)矢量。

[0739] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上的多个检测形状的内插位置的数字指针值(DPV)矢量。

[0740] 在一个实施例中，所述CCD配置为分析所述TSM并产生对应于所述TSA上多个检测到的椭圆形的内插位置的数字指针值(DPV)的矢量，其中每个所述椭圆形包括主要轴、次要轴和旋转方向。

[0741] 在一个实施例中，所述TSM依序存储在二维矩阵中，以提供施加到所述TSA上的基于时间的压差的时间位表示。

[0742] 在一个实施例中，所述ITR的电状态在被所述ADC感测之前，由信号调节器进行处理。

[0743] 在一个实施例中，所述ADC包括电压数字转换器。

[0744] 在一个实施例中，所述ADC包括电流数字转换器。

[0745] 在一个实施例中，所述CDS包括在不同频率下操作的多个AC电源。

[0746] 在一个实施例中，所述ADC配置为分辨多个AC频率。

[0747] 在一个实施例中，所述VIA的多个列，通过使用在不同频率下操作的多个AC电源对所述CDS进行激活，而在所述CCD的控制下驱动，和所述VIA的多个行，通过所述ADC在所述CCD的控制下被感测。

[0748] 在一个实施例中，所述ADC配置为在所述选定的ITR中同时分辨多个AC频率，并为每个所述分辨的AC频率产生所述SDV。

[0749] 在一个实施例中，所述VIA包括非矩形阵列结构。

[0750] 在一个实施例中，所述VIA还包括通过位于所述物理列和物理行的交叉点处的电容敏感传感器元件而电偶联至物理行的物理列，其中所述电容敏感传感器元件仅存在于所述交叉点的子集中。

[0751] 在一个实施例中，所述VIA包括正交的行传感元件和列传感元件的阵列。

[0752] 在一个实施例中，所述VIA包括非正交的行传感元件和列传感元件的阵列。

[0753] 在一个实施例中，所述VIA包括行传感元件和列传感元件的径向阵列。

[0754] 在一个实施例中，所述VIA包括行传感元件和列传感元件的辅助阵列。

[0755] 在一个实施例中，所述TIC内的所述阻抗基于所述CSR的状态而可动态配置。

[0756] 在一个实施例中，所述TIR内的所述阻抗基于所述RSR的状态而可动态配置。

[0757] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括保护性顶层和支持性底层之间的透明层。

[0758] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括保护性顶层和支持性底层之间的中间层。

[0759] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括透明保护性顶层和支持性底层之间的中间层。

[0760] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括保护性顶层和支持性底层之间的中间层，其中所述保护性顶层和支持性底层之中的一个或两个为柔性。

[0761] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括透明保护性顶层和支持性底层之间的中间层，其中所述顶层和底层之中的一个或两个为柔性。

[0762] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括电容触摸传感器层、电磁共振(EMR)传感器层和光学触摸传感器层中的一个或多个。

[0763] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述VIA前检测接近度的电容触摸传感器层。

[0764] 在一个实施例中，所述VIA包括力传感器，所述力传感器还包括配置为在接触所述VIA前检测接近度的光学传感器层。

[0765] 在一个实施例中，所述CCD配置为采集VIA力和压力感测数据和VIA电容触摸感测数据，并将其储存在所述ISM中。

[0766] 在一个实施例中，所述系统还包括配置为接收从所述TIC或所述TIR发送的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

[0767] 在一个实施例中，所述系统还包括配置为发射供所述TIC和所述TIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)。

[0768] 在一个实施例中，所述系统还包括配置为发射供所述TIC和所述TIR检测的无线信号的有源电容尖笔(ACS)，其中所述无线信号基于对所述ACS的用户输入而改变。

[0769] 本领域技术人员可以理解，基于上述发明描述内教导的元素的组合，还可能产生其他实施例。

[0770] 广义计算机可用介质

[0771] 在各种可选实施例中，本发明可以实现为用于计算机化计算系统中的计算机程序产品，本领域技术人员容易理解，可以用任何合适的编程语言来编写本发明所定义的功能的程序，包括但不限于：(a)永久储藏在不可写存储介质(例如，只读存储装置，例如ROM或CD-ROM光盘)中的信息，(b)可改动存储在可写入存储介质(例如磁盘和硬盘)中的信息，和/或(c)通过通信介质向计算机传输的信息，例如局域网、电话网络或公开网络如因特网。当载有可实现本发明的方法的计算机可读指令时，所述计算机可读介质代表了本发明的可选实施例。

[0772] 一般地，如本文所述，本发明系统的实施例可以包含各种包括具有计算机可读代码方法的计算机可用介质的计算机可读介质，本领域技术人员可以理解，本文所述的各种

方法相关的软件，可以实现在各种各样的计算机可访问介质中，将软件载入其中并激活。根据In re Beauregard,35USPQ2d 1383(美国专利号5,710,578)，本发明预见此类计算机可读介质并将其包括在本发明的范围中。根据In re Nuijten,500F.3d 1346(Fed.Cir.2007)(美国专利申请序列号09/211,928)，本发明的范围所限制的计算机可读介质，其中所述介质是有形且非临时性的。

[0773] 结论

[0774] 本申请公开了包含内插传感器阵列的触摸传感器检测器系统和方法，所述系统和方法利用了触摸传感器阵列(TSA)，所述TSA配置为通过电偶联至互连阻抗列(IIC)和互连阻抗行(IIR)的可变阻抗阵列(VIA)，检测接近度/接触/压力(PCP)，其中所述IIC偶联至阵列列驱动器(ACD)，所述IIR偶联至阵列行传感器(ARS)，ACD配置为基于列开关寄存器(CSR)来选择IIC，并使用列驱动源(CDS)来电驱动IIC，VIA将来自被驱动的IIC的电流传输给由ARS感测到的IIC，ARS选择TSA的IIR，并基于行开关寄存器(RSR)对IIR状态进行电子感测。ARS感测电流/电压的内插，允许对TSA PCP和/或空间位置进行准确检测。

[0775] 权利要求解释

[0776] 解读本发明的权利要求书时，适用以下规则：

[0777] 权利要求前序部分应当看作是对要求保护的发明的范围的限制。

[0778] “其中(WHEREIN)”短语应当看作是对要求保护的发明的范围的限制。

[0779] “由此/从而(WHEREBY)”短语应当看作是对要求保护的发明的范围的限制。

[0780] “适于/适用于(ADAPTED TO)”短语应当看作是对要求保护的发明的范围的限制。

[0781] “用作/适用作(ADAPTED FOR)”短语应当看作是对要求保护的发明的范围的限制。

[0782] 表达“X和/或Y”中的短语“和/或(AND/OR)”，应当如Ex Parte Gross(USPTO专利审查和上诉委员会，上诉2011-004811，序列号11/565,411(“‘和/或’涵盖单独具有元素A、单独具有元素B或同时具有元素A和B的实施例”))的解读，理解为集合“(X和Y)”和集合“(X或Y)”的并集。

[0783] 权利要求书

[0784] 虽然本发明的优选实施例已经展示在附图中且描述在上述详细说明书中，应当理解，本发明不限于所公开的实施例，但能够在不脱离如下权利要求所述的本发明的精神的前提下，进行多种重组、改进和替换。

[0785] 所主张的权利要求如下。

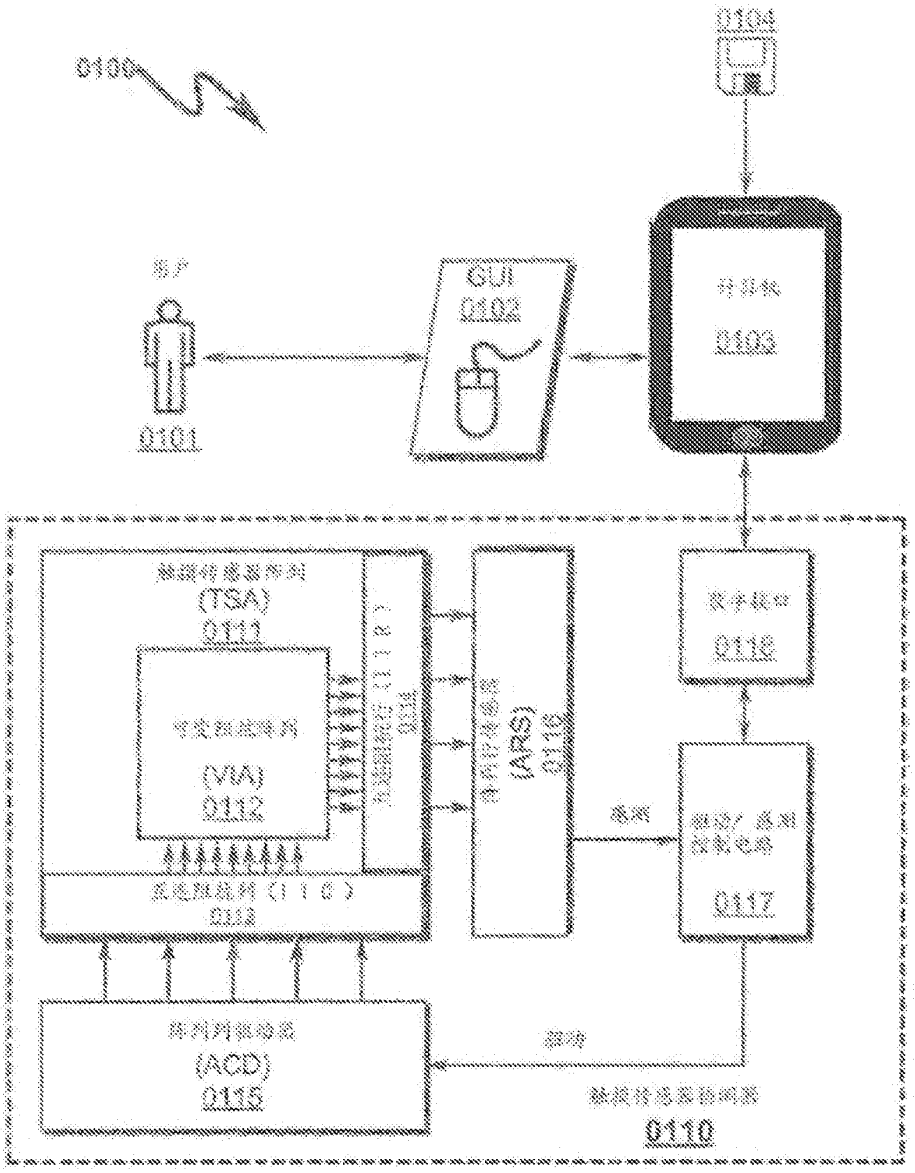

0104
0100
客户
0101
GUI
0102
计算机
0103
触摸传感器阵列
(TSA)
0111
可变阻抗阵列
(VIA)
0112
(ARS)
0116
0117
(ACD)
0115
0110

图1

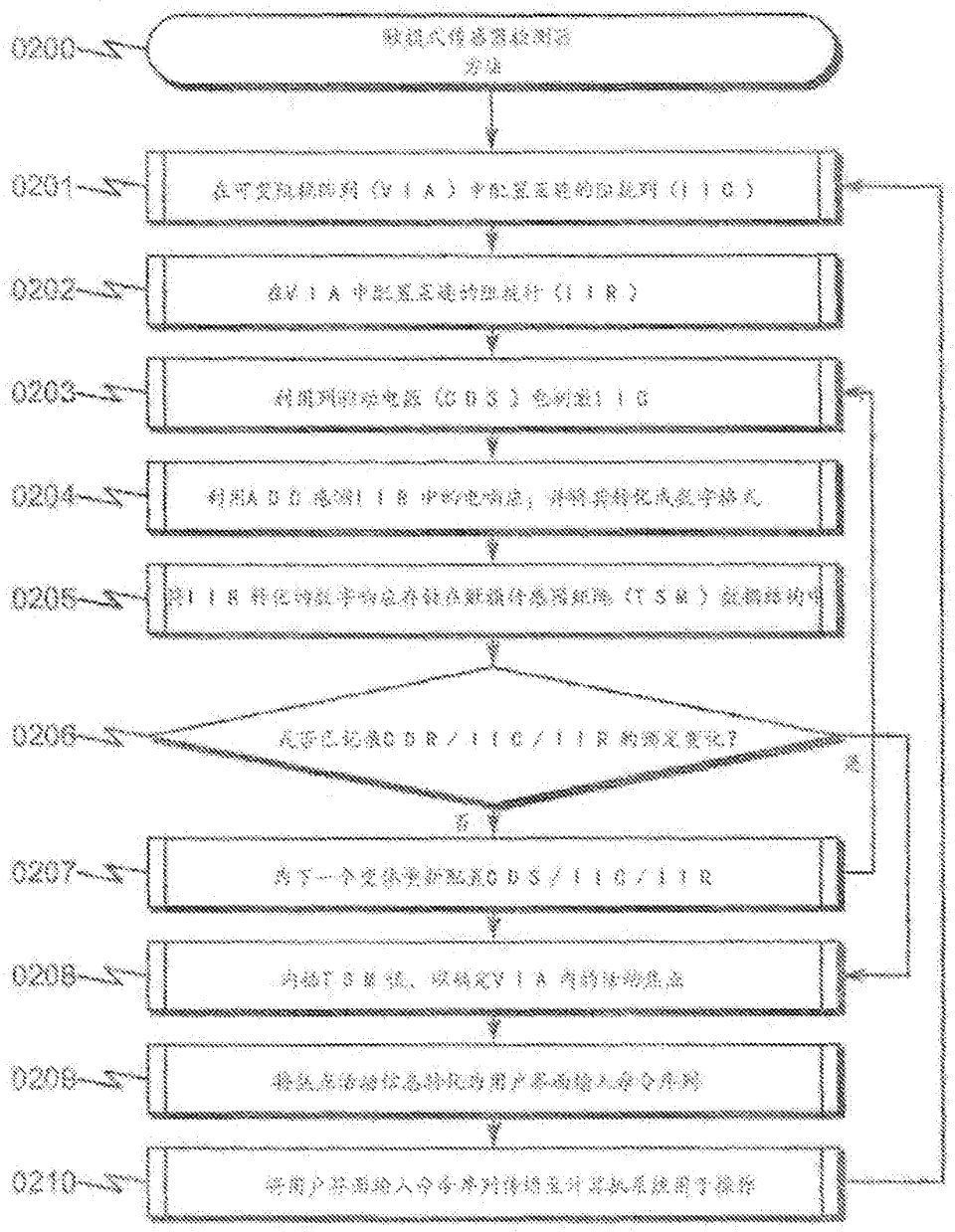

0200
数模式传感器检测器
方法
0201
在可变阻抗阵列（V I A）中配置至选的阻抗列（I I C）
0202
在V I A 中配置至选的阻抗计（I I R）
0203
利用列的开电路（C O S）选列至I I C
0204
利用A D D 选列I I R 中的电响应，并转换转化成数字输入
0205
将I I R 转化的数字响应存储在数据存储器阵列（T S R）或触发的中
0206
是否已检测O D R / I I C / I I R 的预定变化？
是
否
0207
为下一个变换更新配置O D S / I I C / I I R
0208
向由T S R 读、以确定V I A 内的传响应点
0209
将数据存储在总线的用户系统输入命令序列
0210
将用户界面输入命令序列传输至对应的系统用于操作

图2

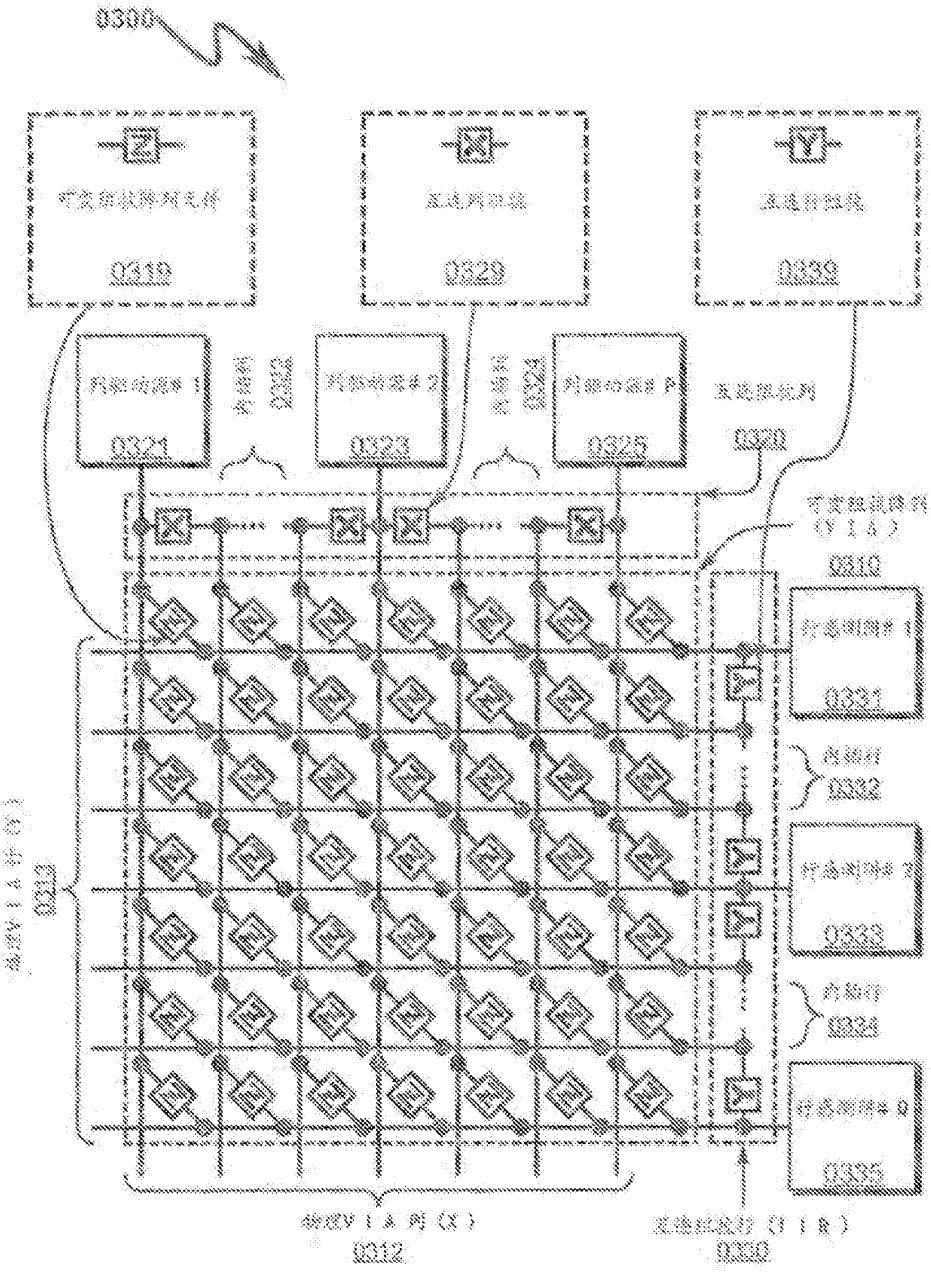


图3

EX1002 - Page 1388

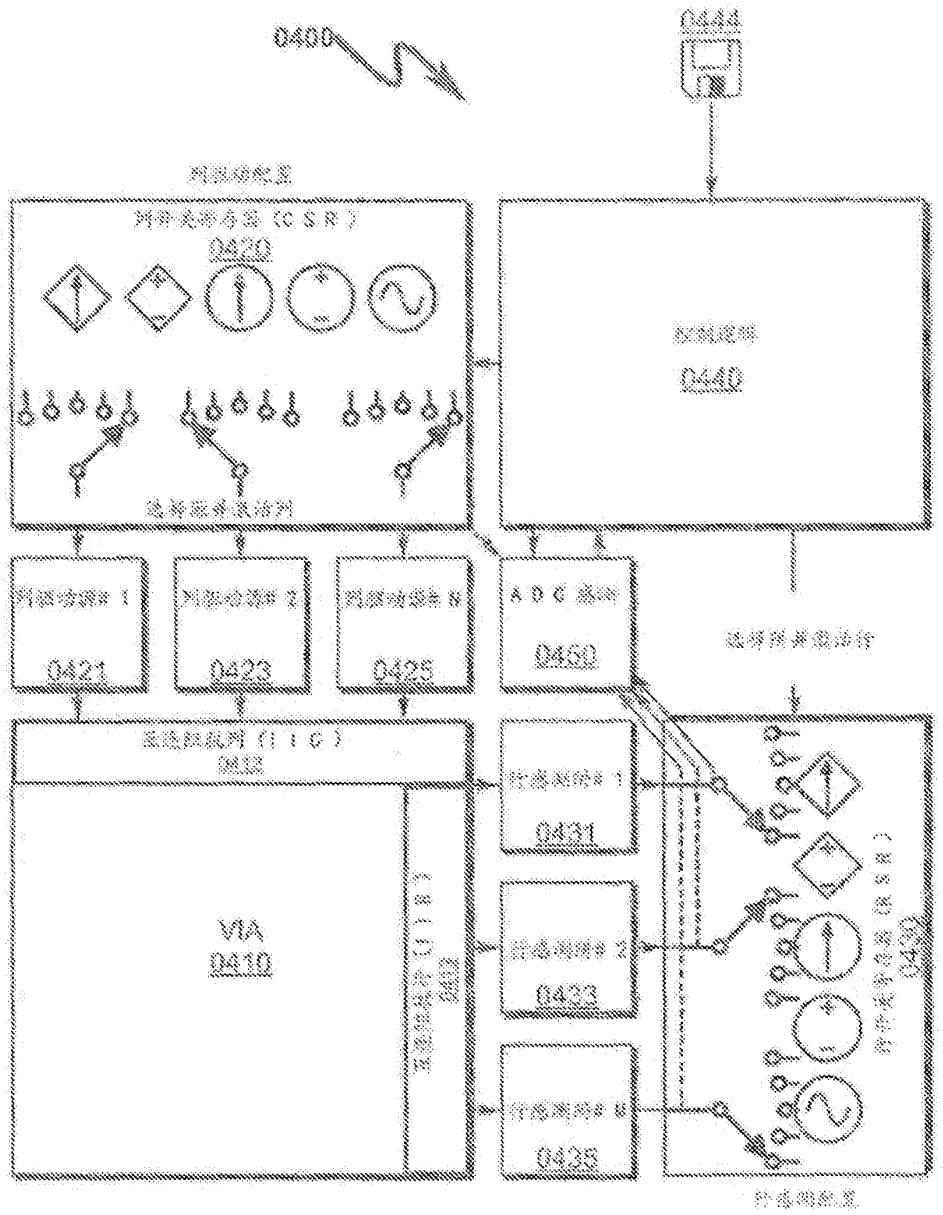

0400
0444
判决单元
判决元件寄存器（CSR）
0420
0440
选择器件选择判决
判决步进器 1
0421
判决步进器 2
0423
判决步进器 N
0425
ADC 选择
0450
选择器件选择信号
系统互联网（IIC）
0432
VIA
0410
0431
0433
0435
判决单元
判决元件寄存器（CSR）
0420

图4

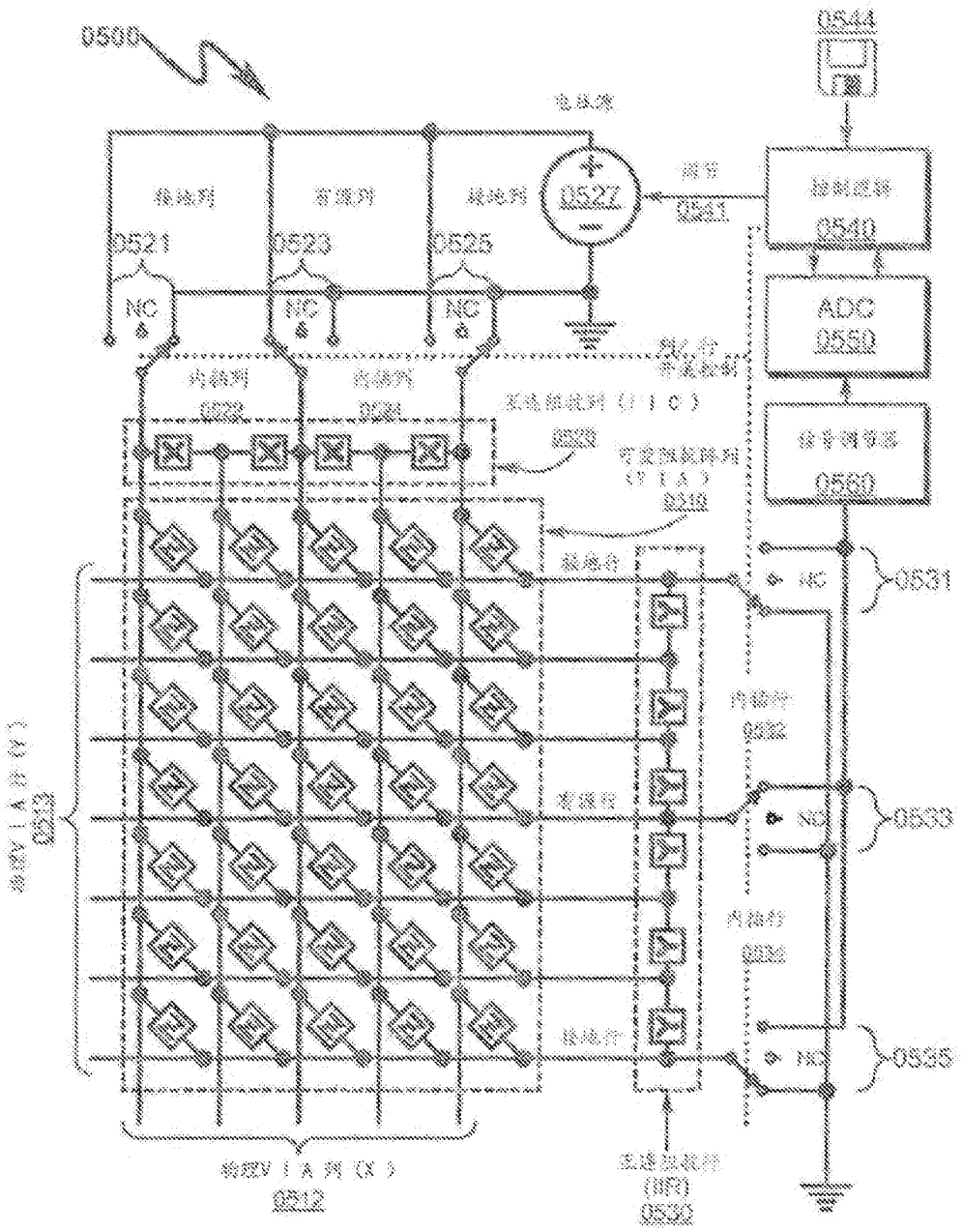

0500
0544
电压表
0527
0541
0540
ADC
0550
0560
0521
0523
0525
NC
0531
0533
0535
0512
0530

图6

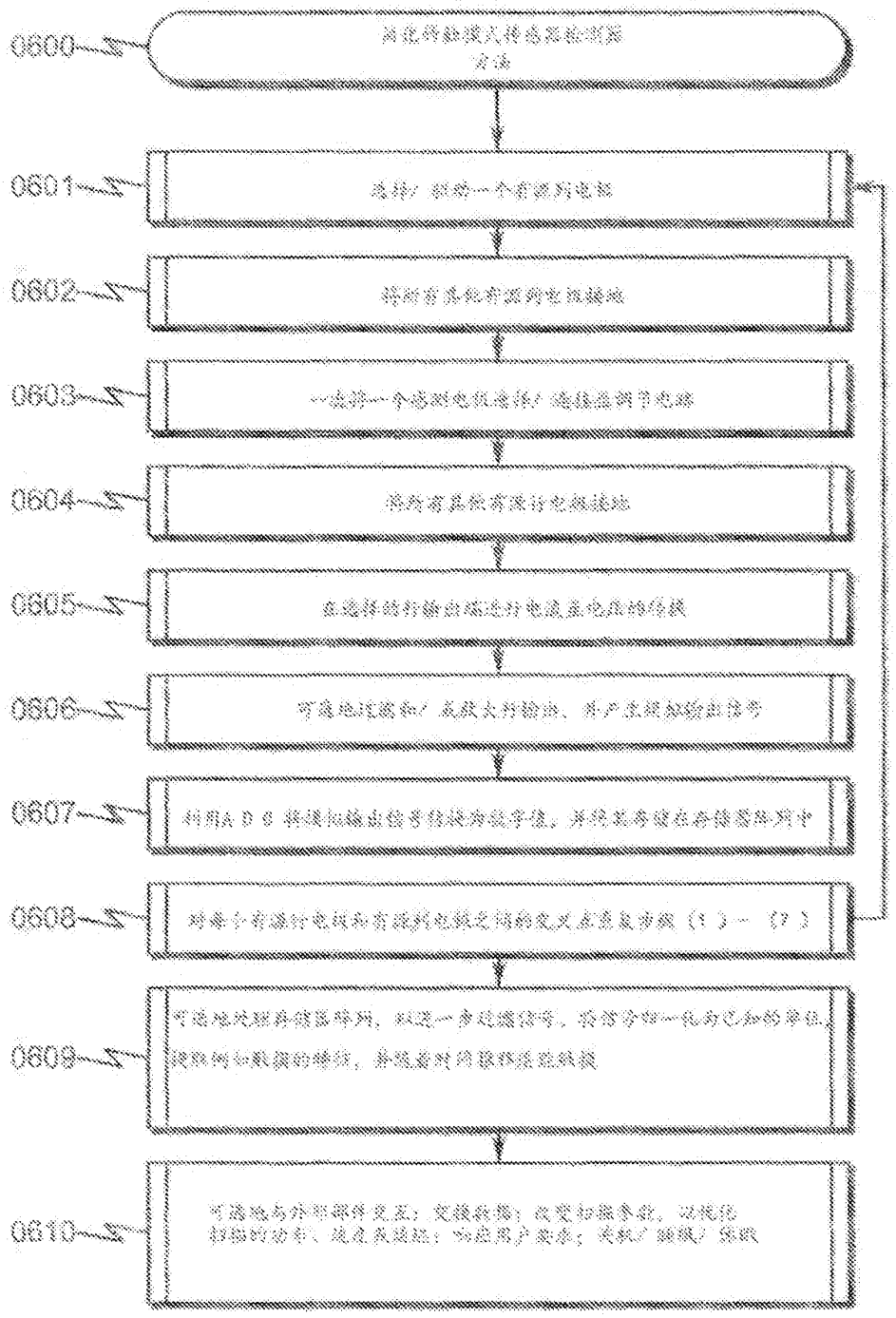


图6

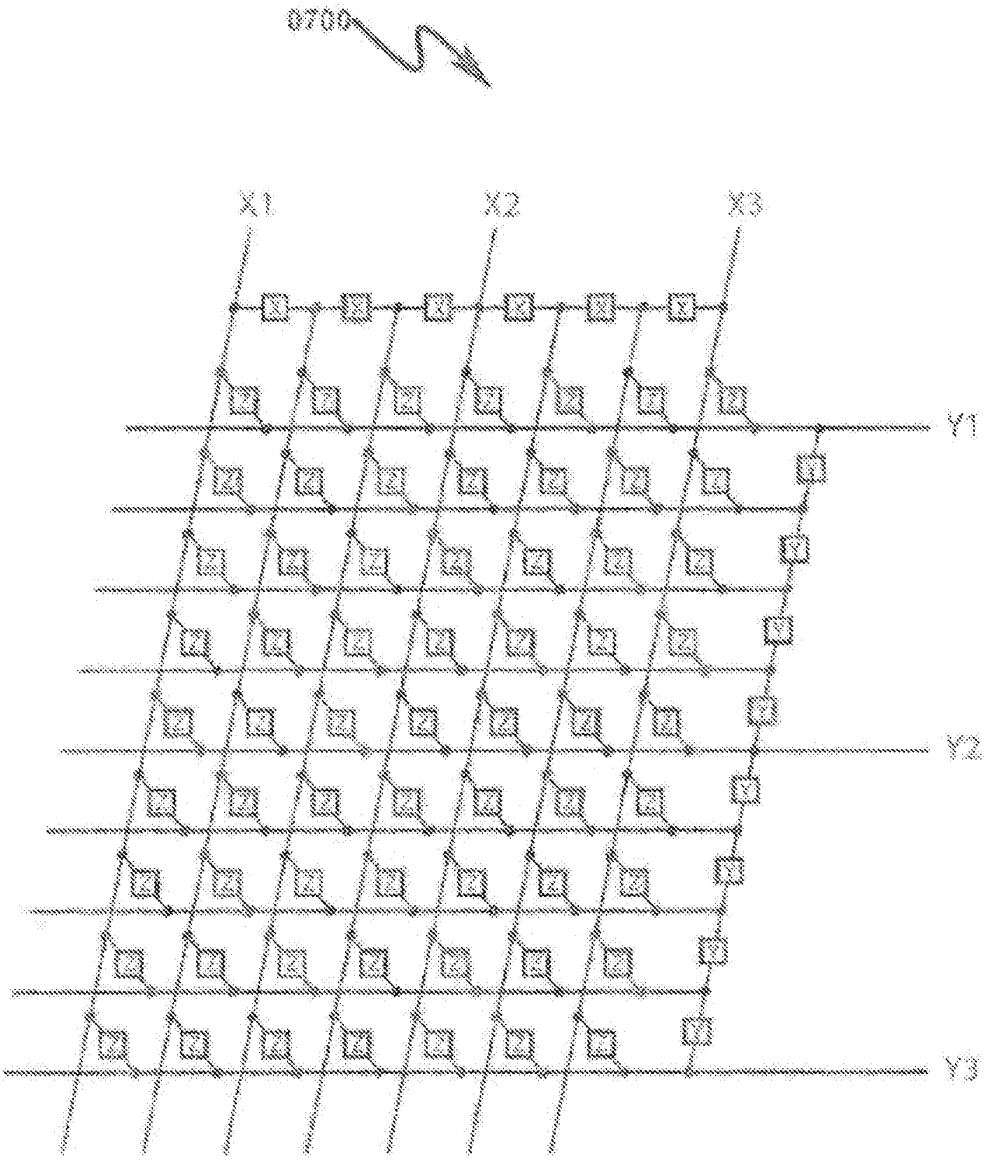


图7

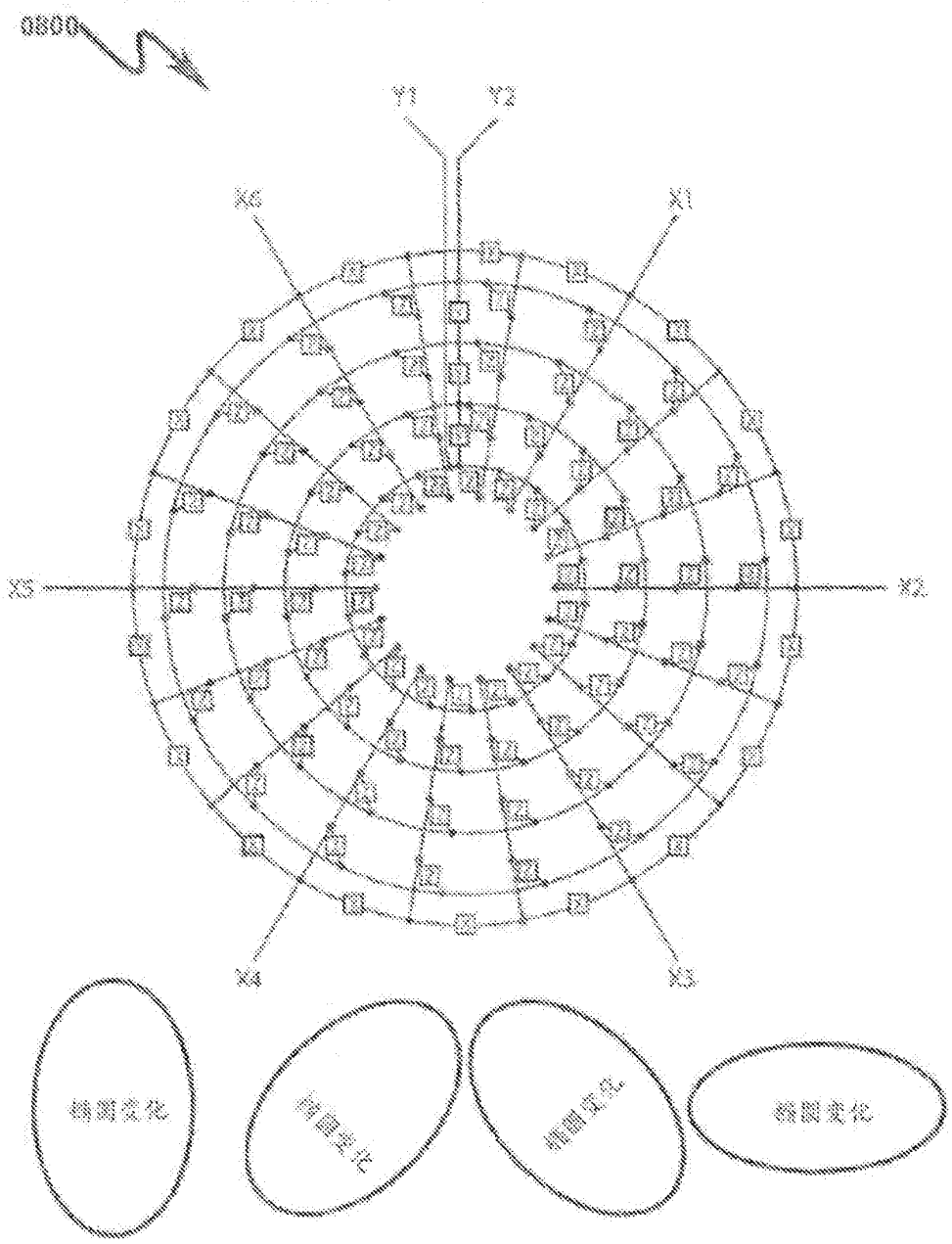


图8

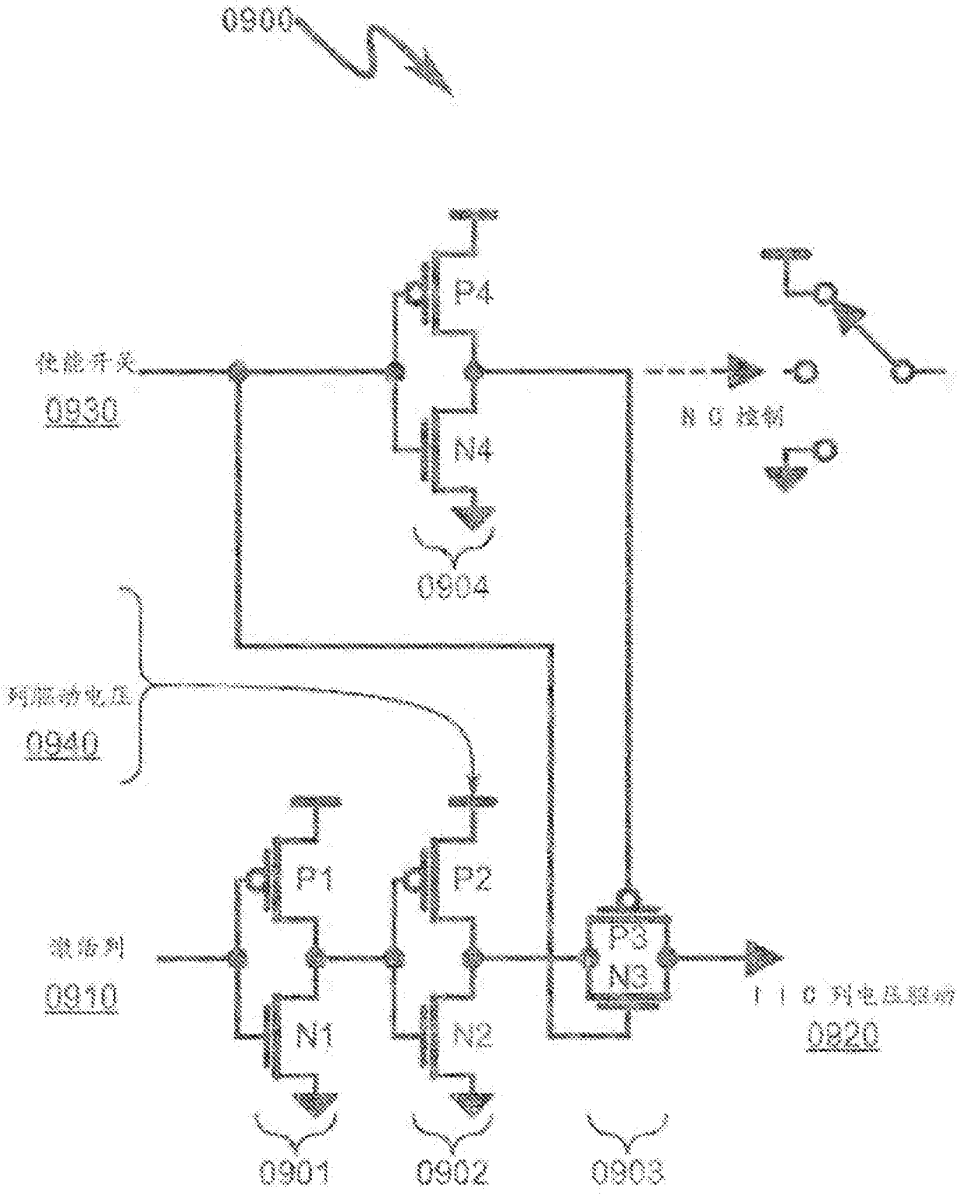

0900
P4
使能开关
0930
N4
0904
N C 控制
列驱动电压
0940
P1
P2
P3
N3
激活列
0910
N1
N2
I I C 列电压驱动
0220
0901
0902
0903

图9

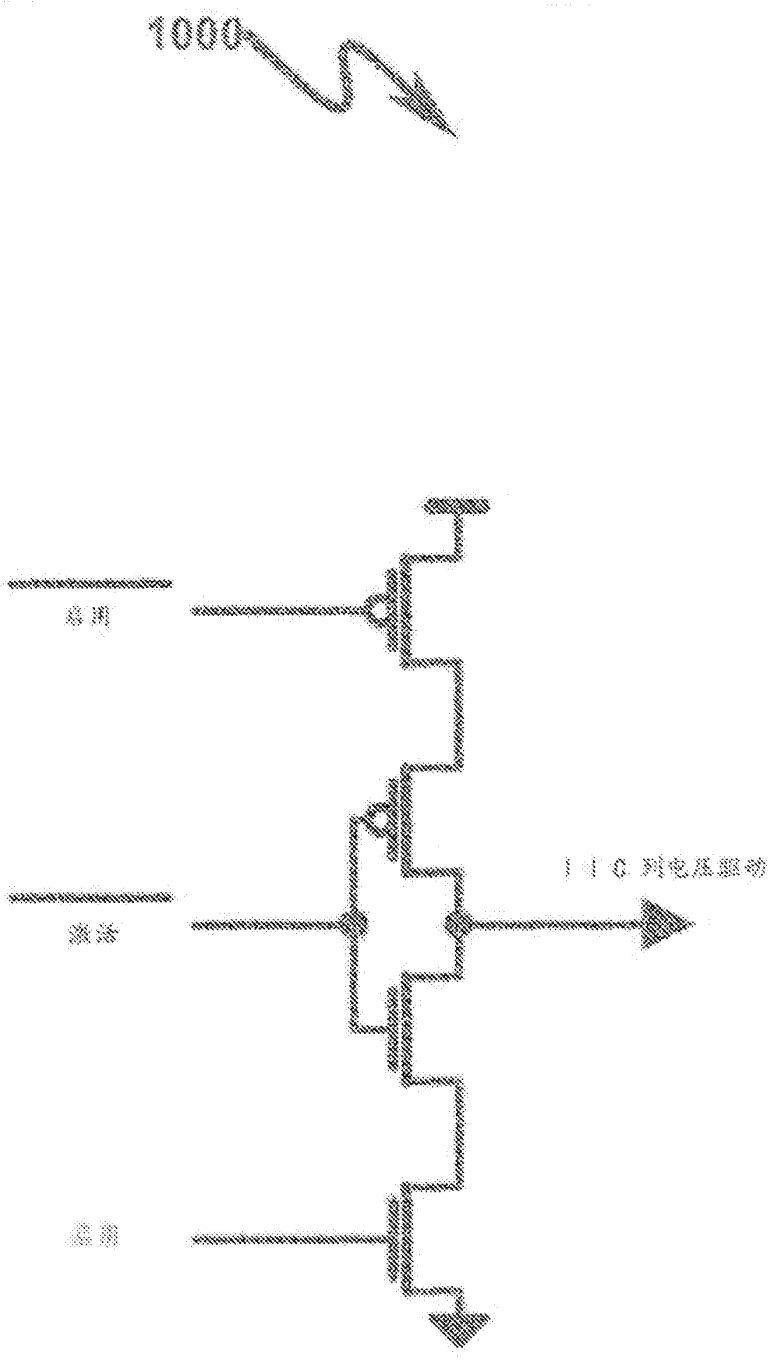


图10



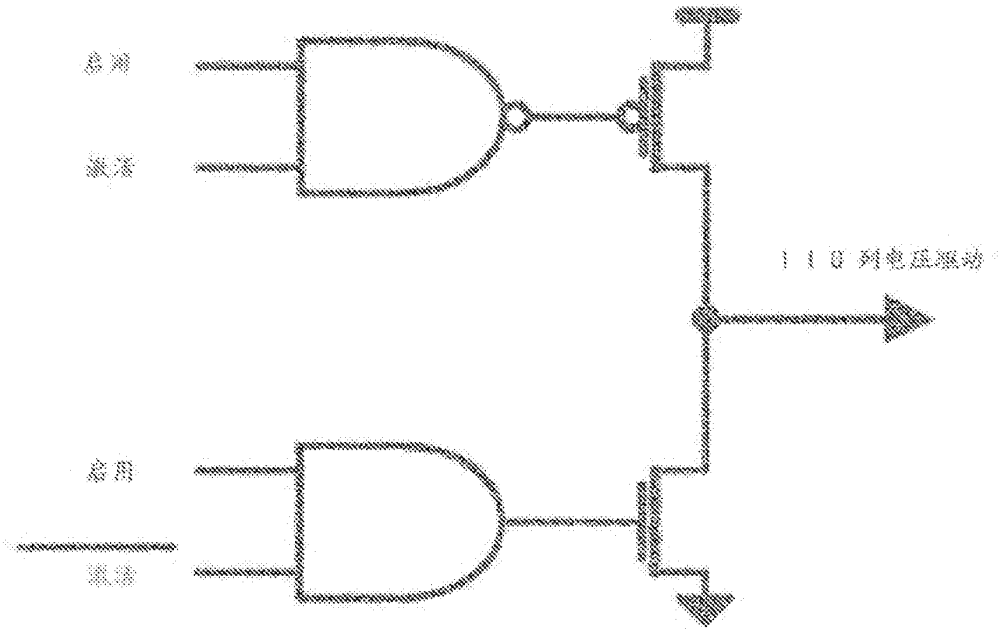


图11

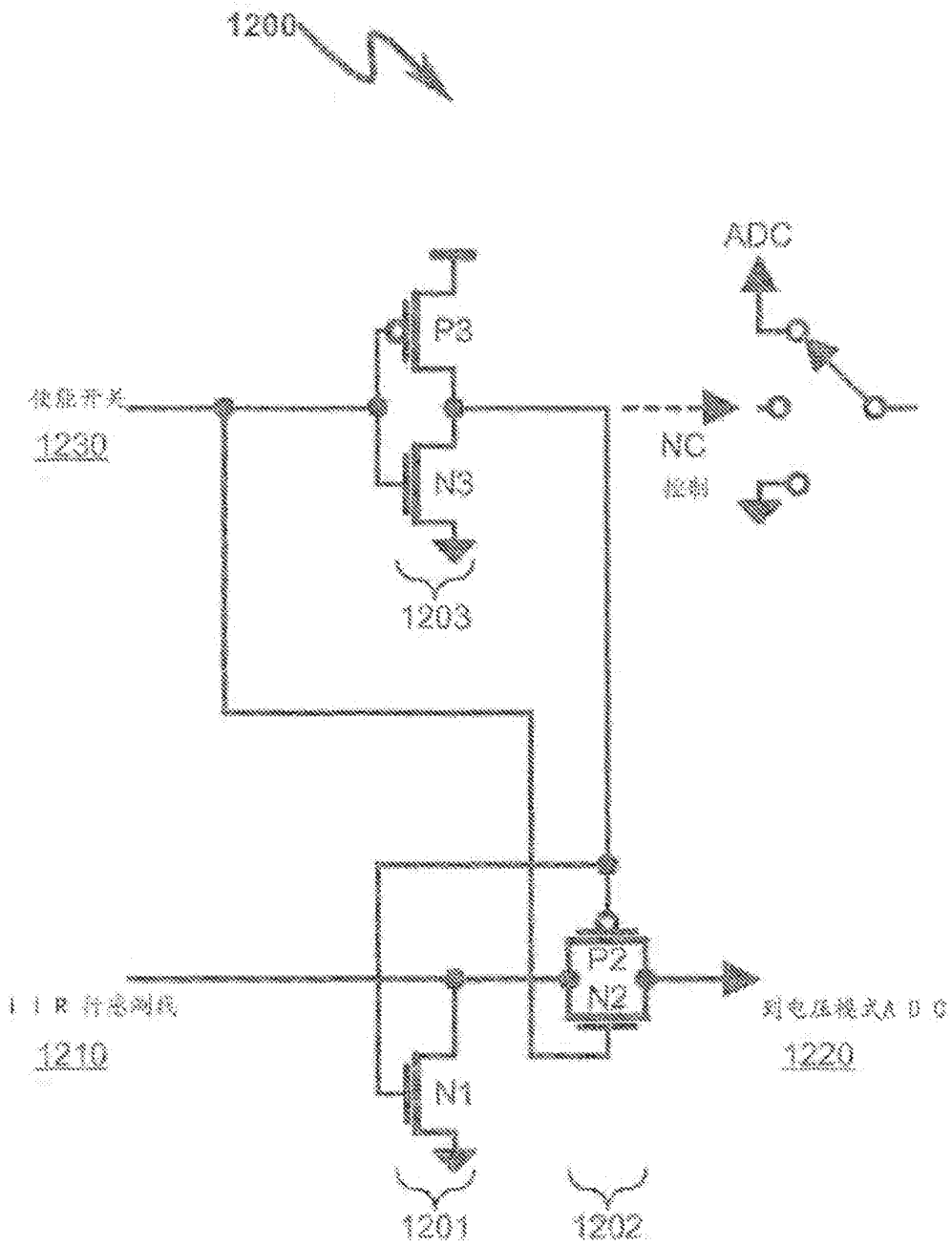

1200
ADC
P3
模拟开关
1230
NC
模拟
N3
1203
P2
N2
I I R 传感网络
1210
到电压模式A D C
1220
N1
1201
1202

图12

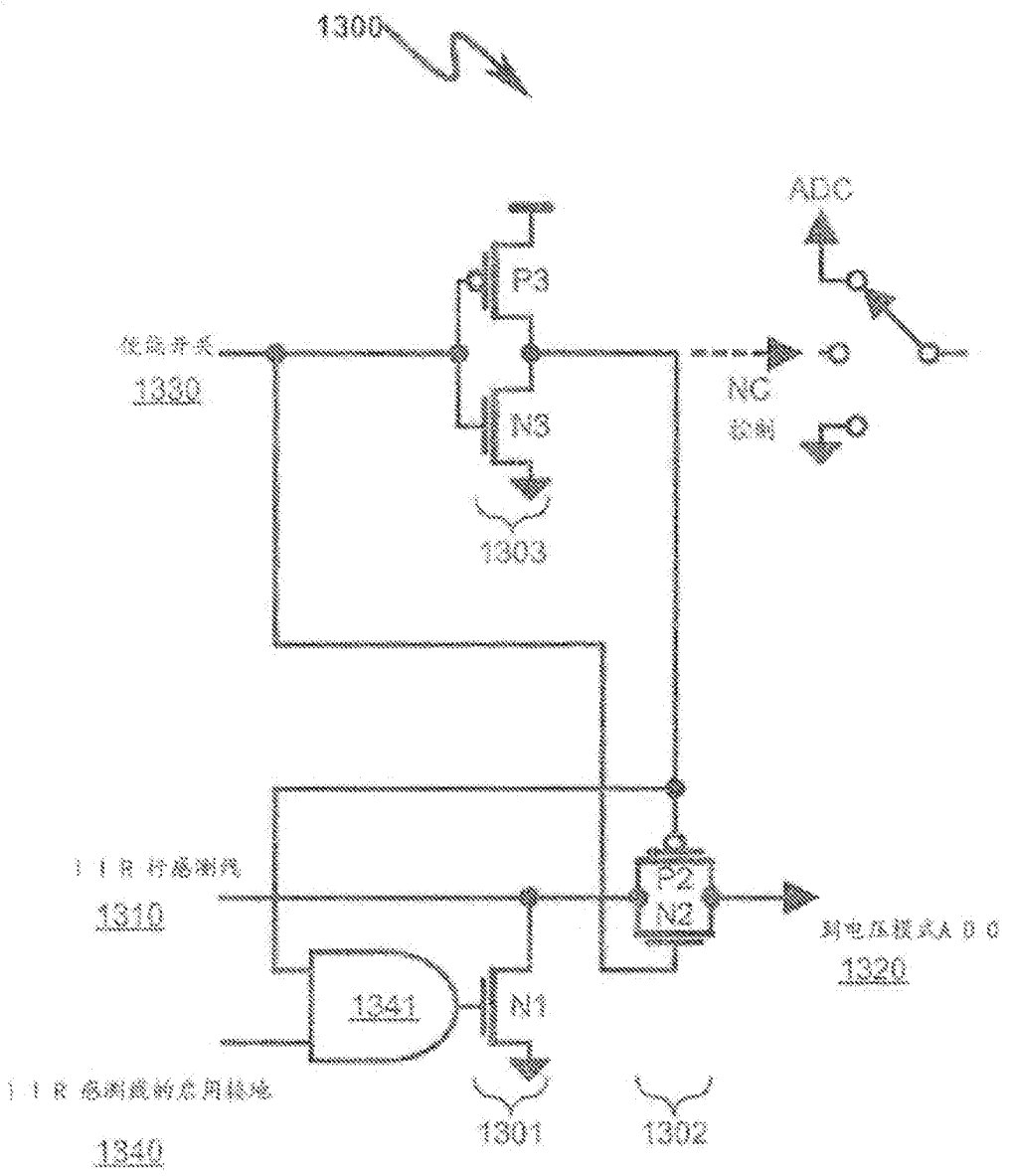

1300
ADC
P3
N3
1330
NC
1303
IIR 待测信号
1310
P2
N2
到电压模式ADC
1320
1341
N1
IIR 测量时的启用信号
1340
1301
1302

图13

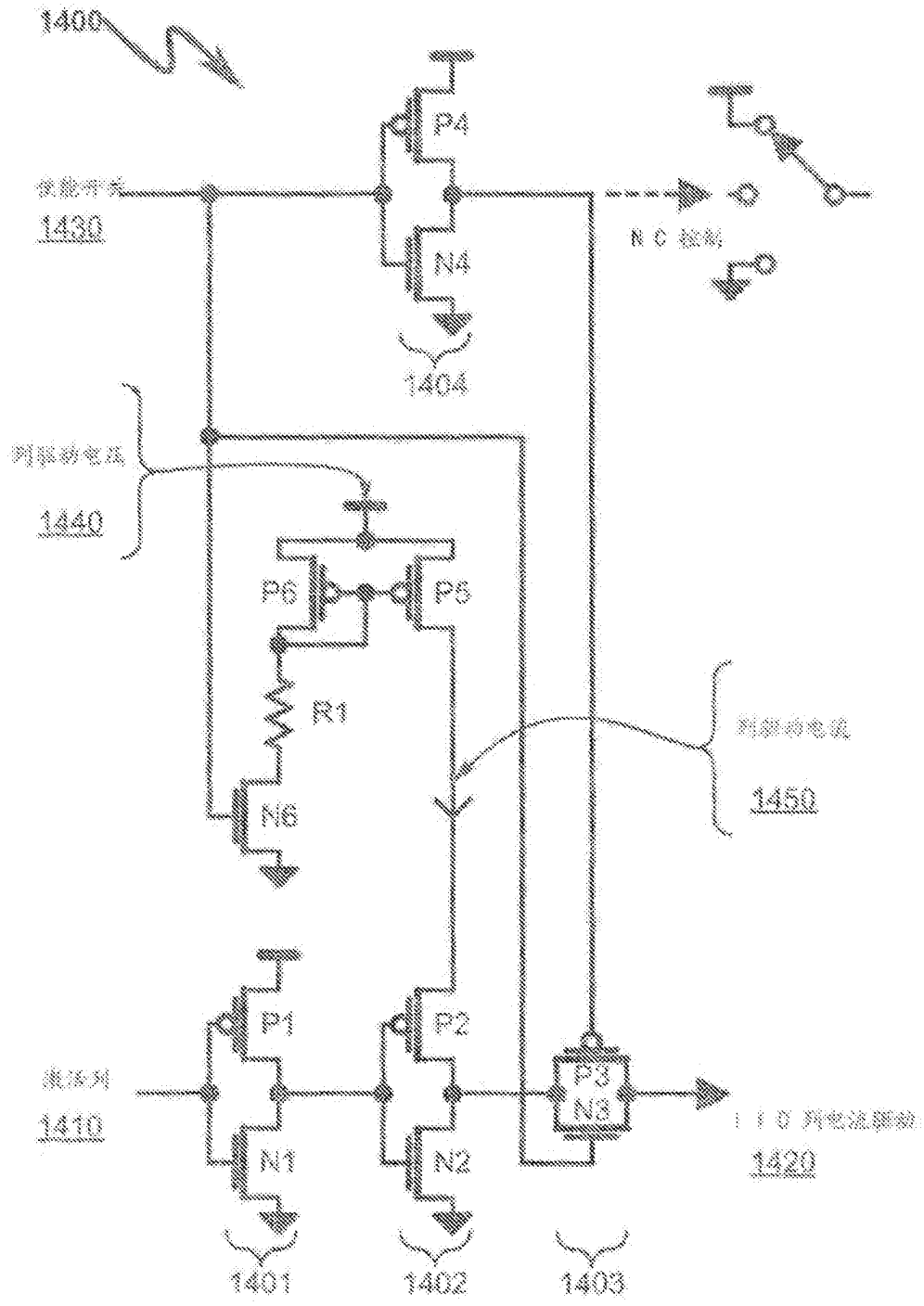

1400
P4
使能开关
1430
N C 检测
N4
1404
列驱动电流
1440
P6
P5
R1
N6
列驱动电流
1450
P1
P2
P3
N3
1410
N1
N2
1420
1401
1402
1403

图14

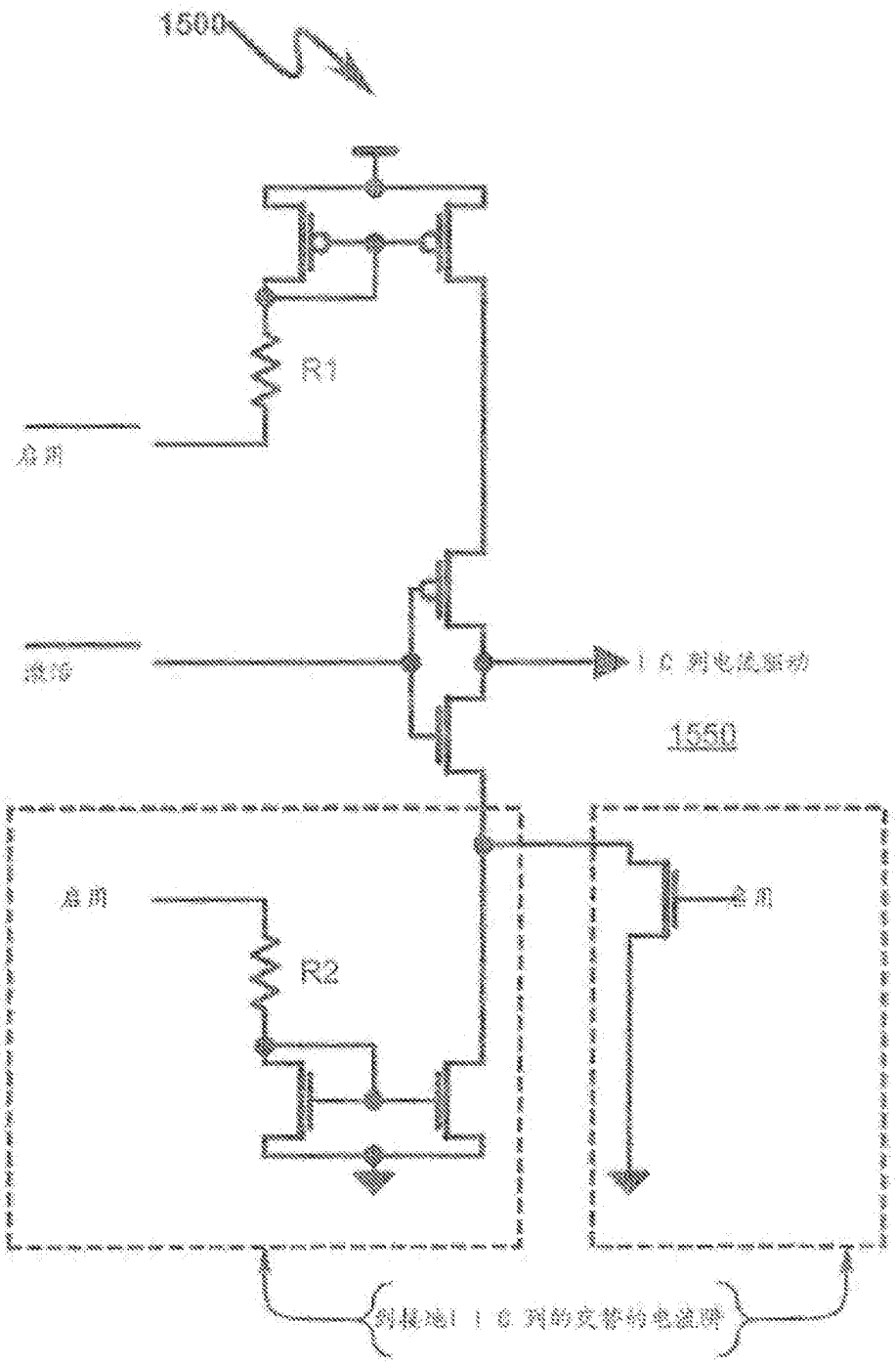


图15

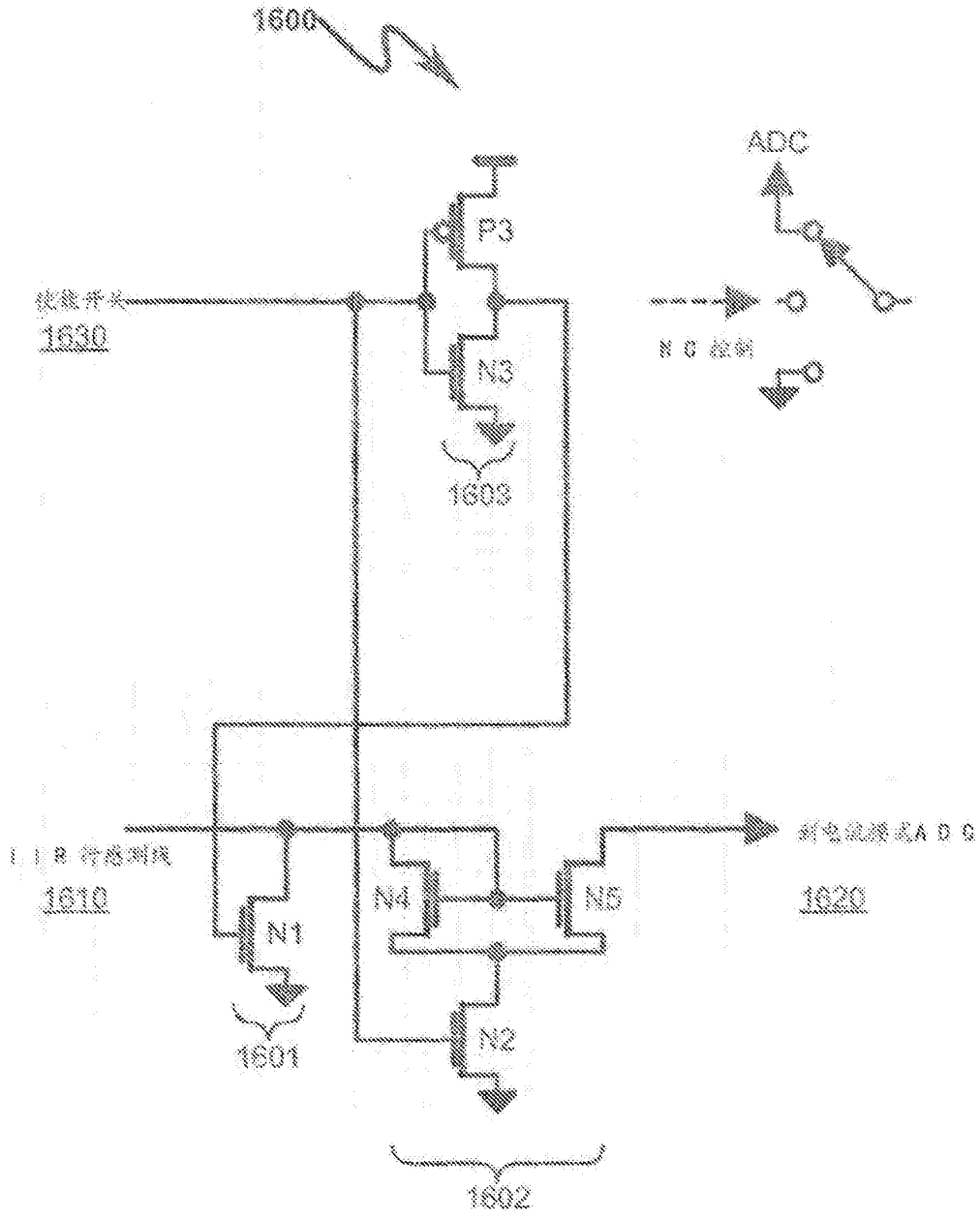

1600
ADC
P3
化验开关
1630
N C 检测
N3
1603
I I R 传感测试
1610
N4
N5
1620
N1
1601
N2
1602

图16

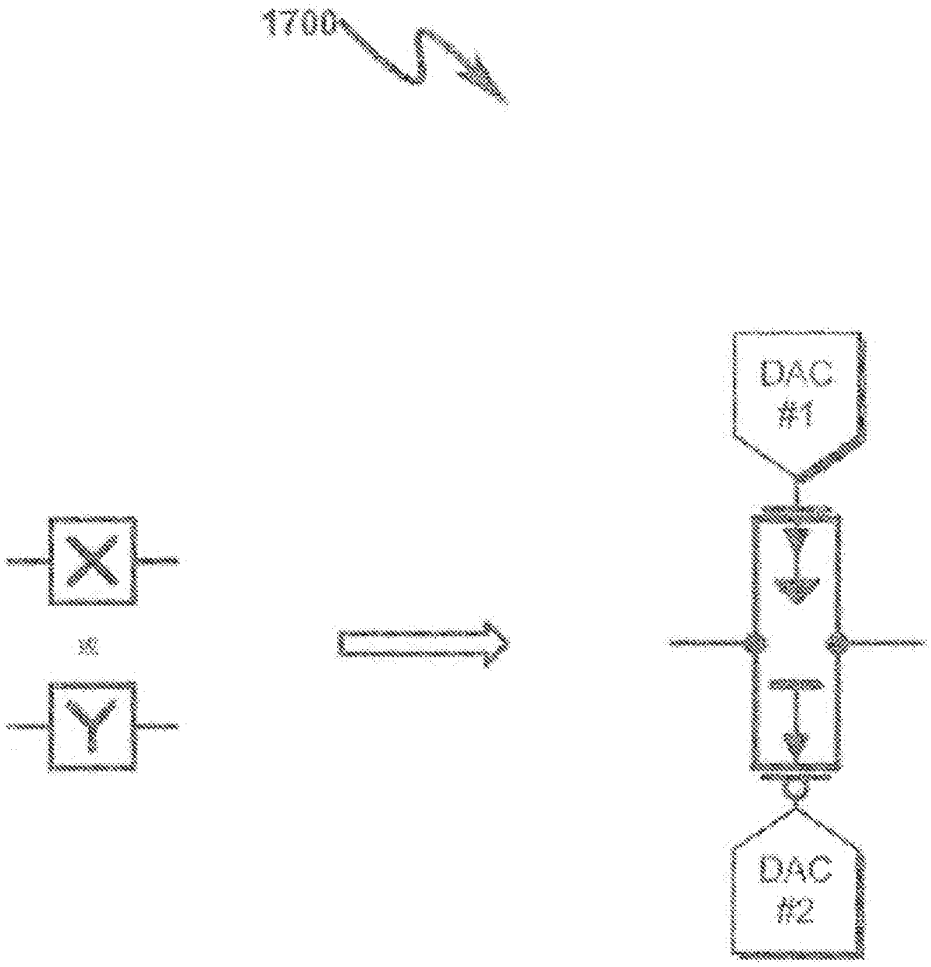


图17

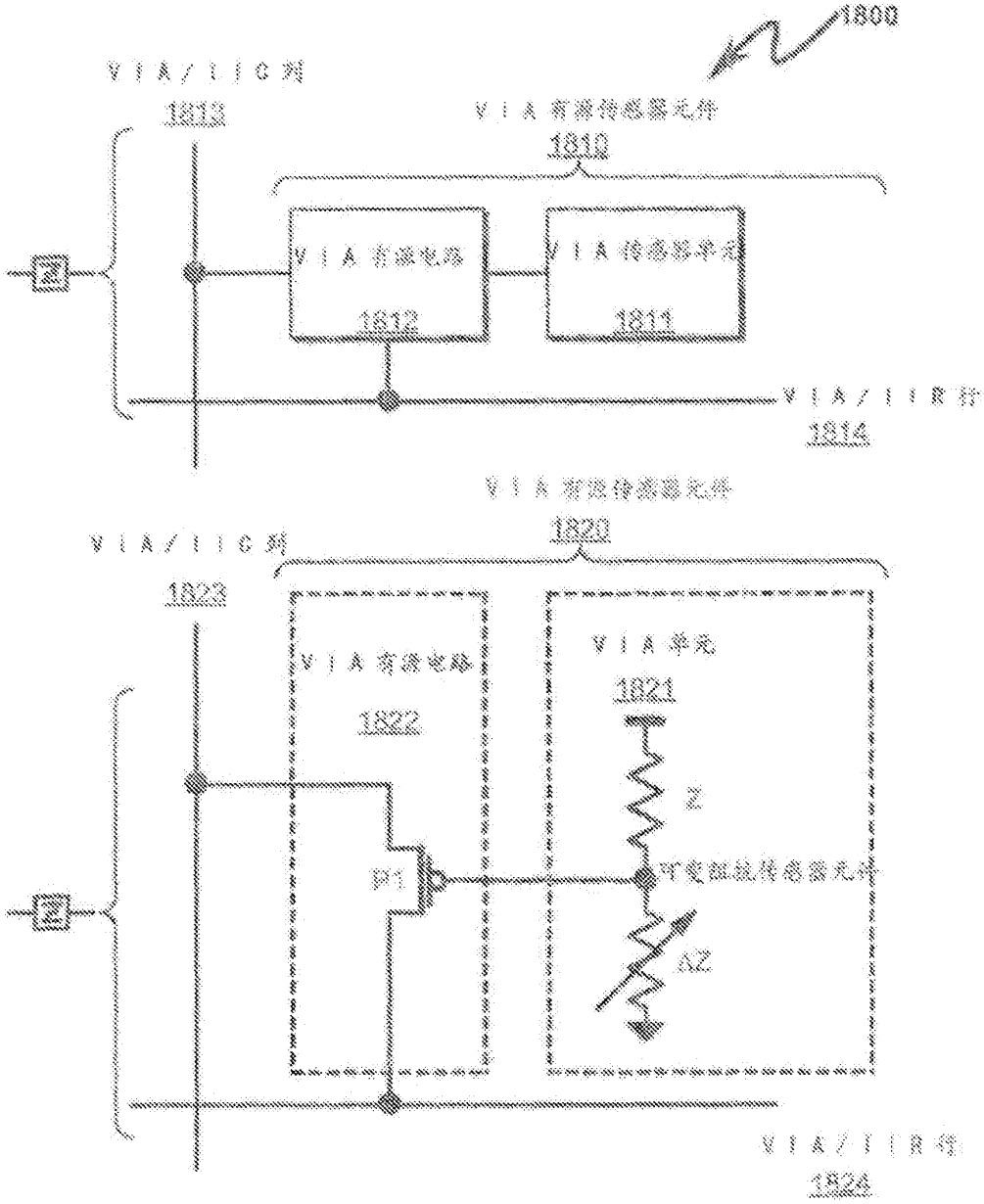

1800
VIA/IIC 列
1813
VIA 有源传感器元件
1810
VIA 有源电路
1812
VIA 传感器单元
1811
Z
VIA/IIR 行
1814
VIA 有源传感器元件
1820
VIA/IIC 列
1823
VIA 有源电路
1822
VIA 单元
1821
Z
P1
可变阻抗传感器元件
ΔZ
VIA/IIR 行
1824

图18

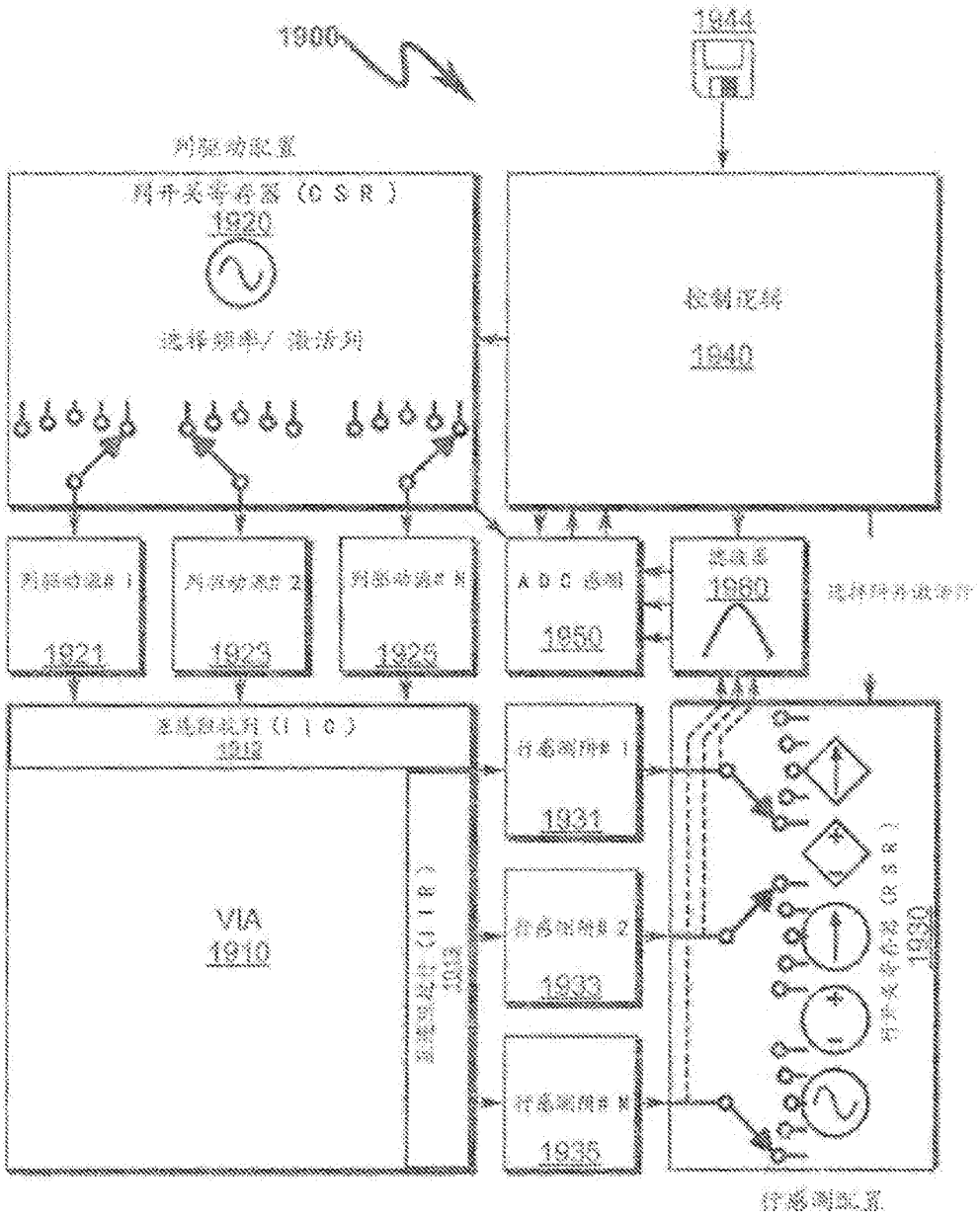

1900
1944
列驱动配置
可开关寄存器（CSR）
1920
选择频率/激活列
控制逻辑
1940
列驱动器1
1921
列驱动器2
1923
列驱动器N
1926
ADC通道
1950
缓冲器
1960
选择列并读取行
系统功能用（IIO）
1912
VIA
1910
1931
1933
1935
行感测配置

图19

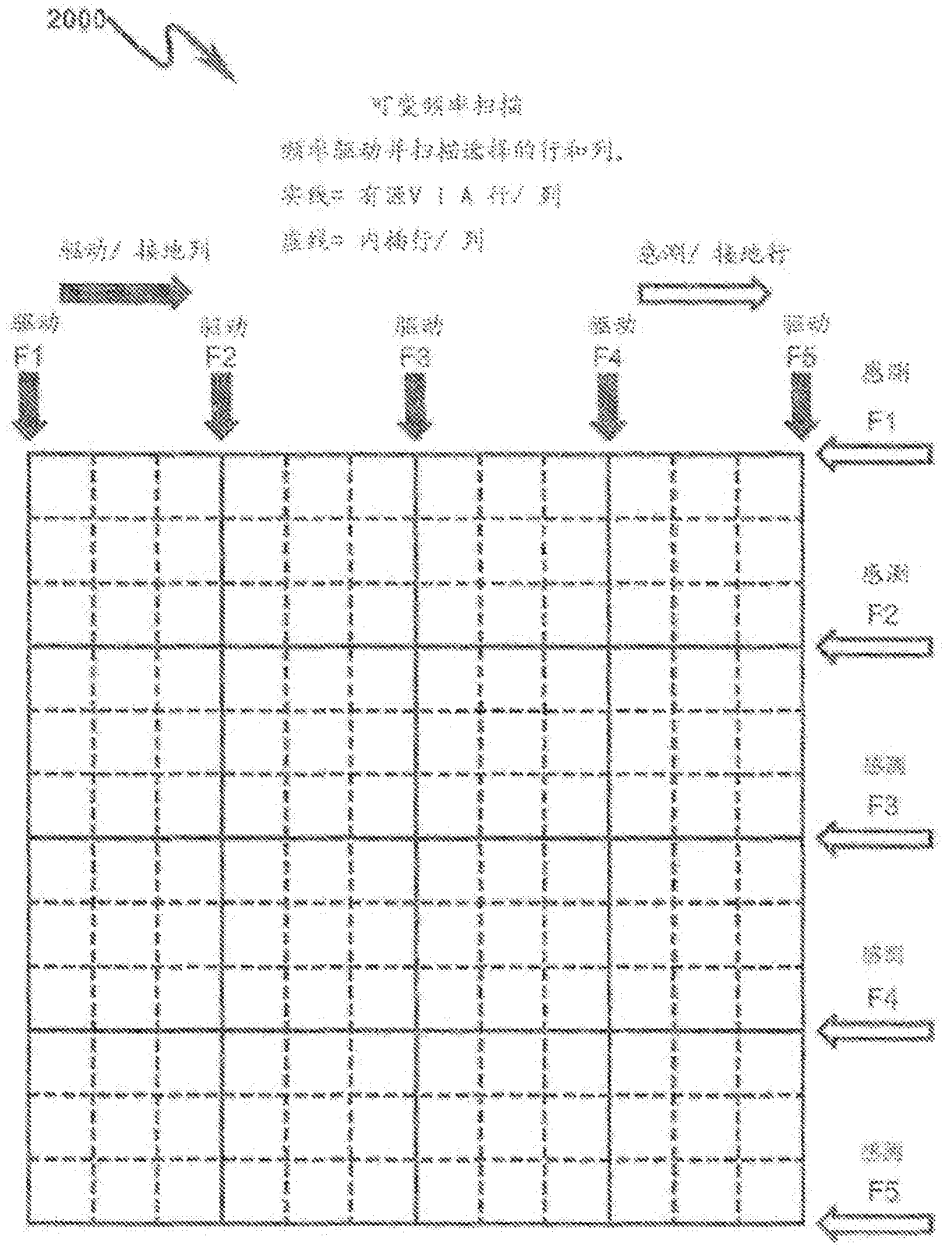

2000
可变频率扫描
频率驱动并扫描选择的行和列。
实线= 有源X I A 行/ 列
虚线= 内插行/ 列
驱动/ 接地列
感测/ 接地行
驱动 F1
驱动 F2
驱动 F3
驱动 F4
驱动 F5
感测 F1
感测 F2
感测 F3
感测 F4
感测 F5

图20

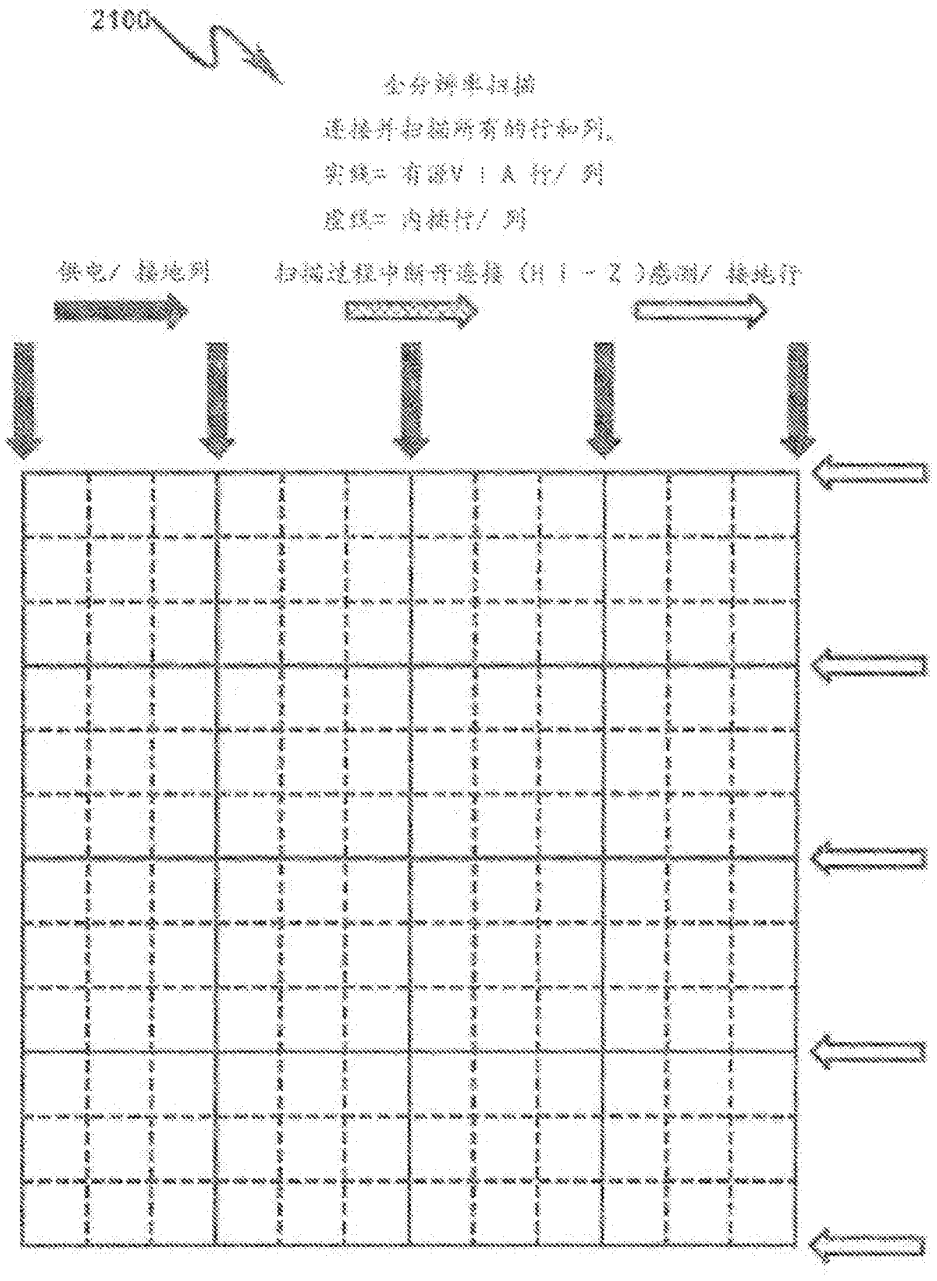

2100
全分辨率扫描
连接并扫描所有的行和列。
实线= 有源Y ： A 行/ 列
虚线= 内部行/ 列
供电/ 接地列
扫描过程中所有选择（H ： - Z ）感测/ 接地行

图21

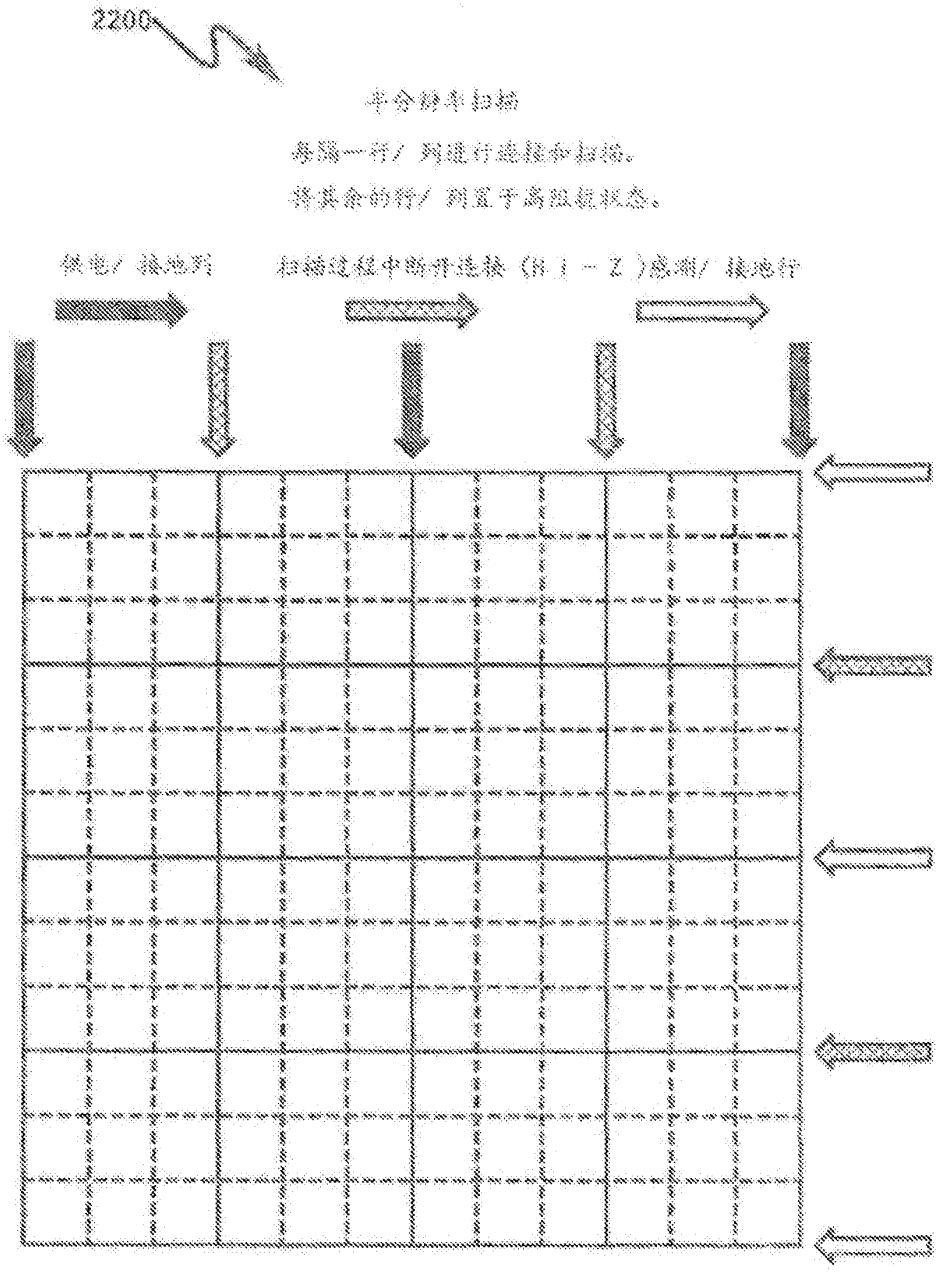

2200
半分时扫描
每隔一行/列进行选择扫描。
将其余的行/列置于高阻抗状态。
供电/接地列
扫描过程中断开选择（H i - Z）感测/接地行

图22

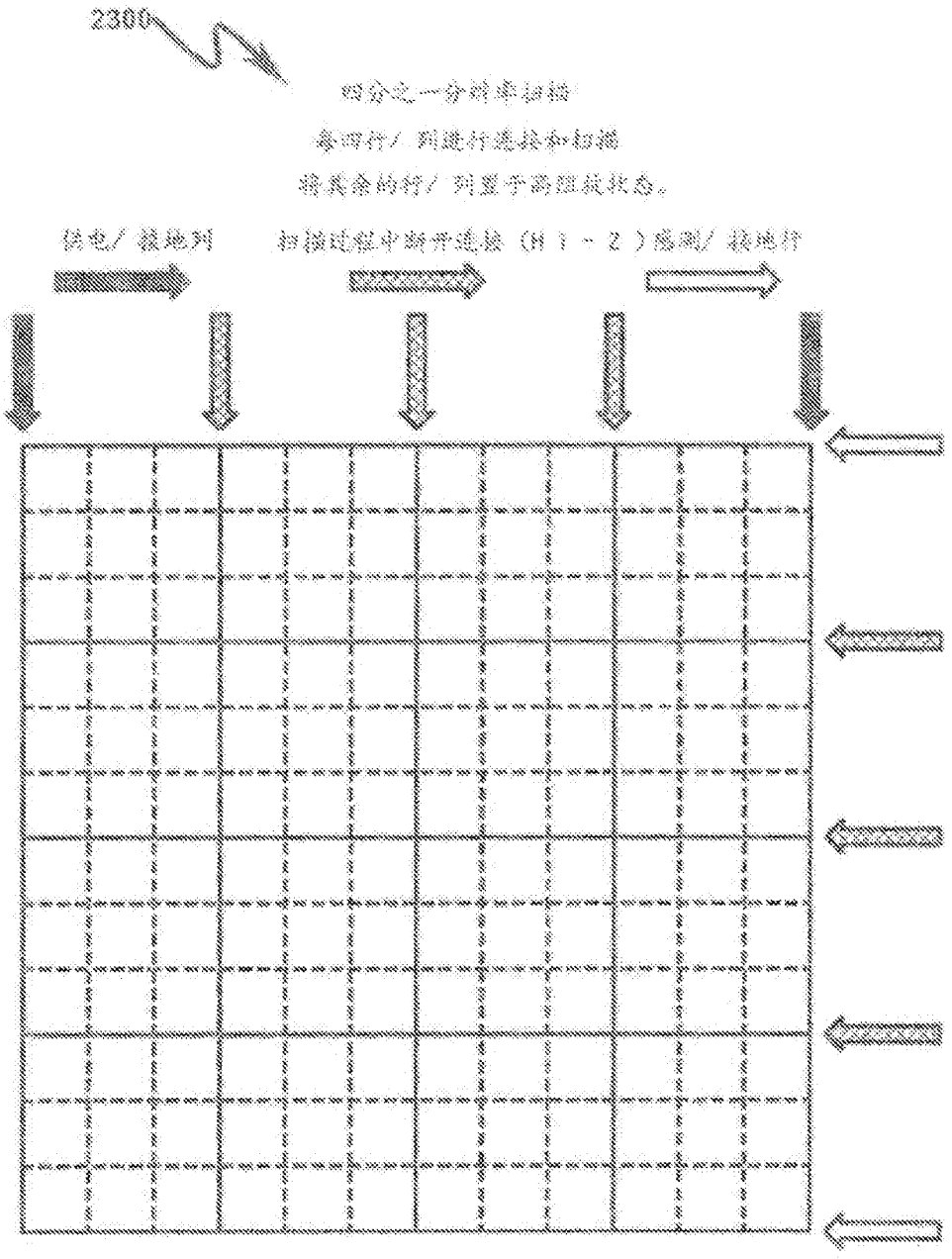

2300
四分之一分辨率扫描
每四行/列进行选择和扫描
将其余的行/列置于高阻抗状态。
供电/接地列
扫描过程中断开连接（H1～2）感测/接地行

图23

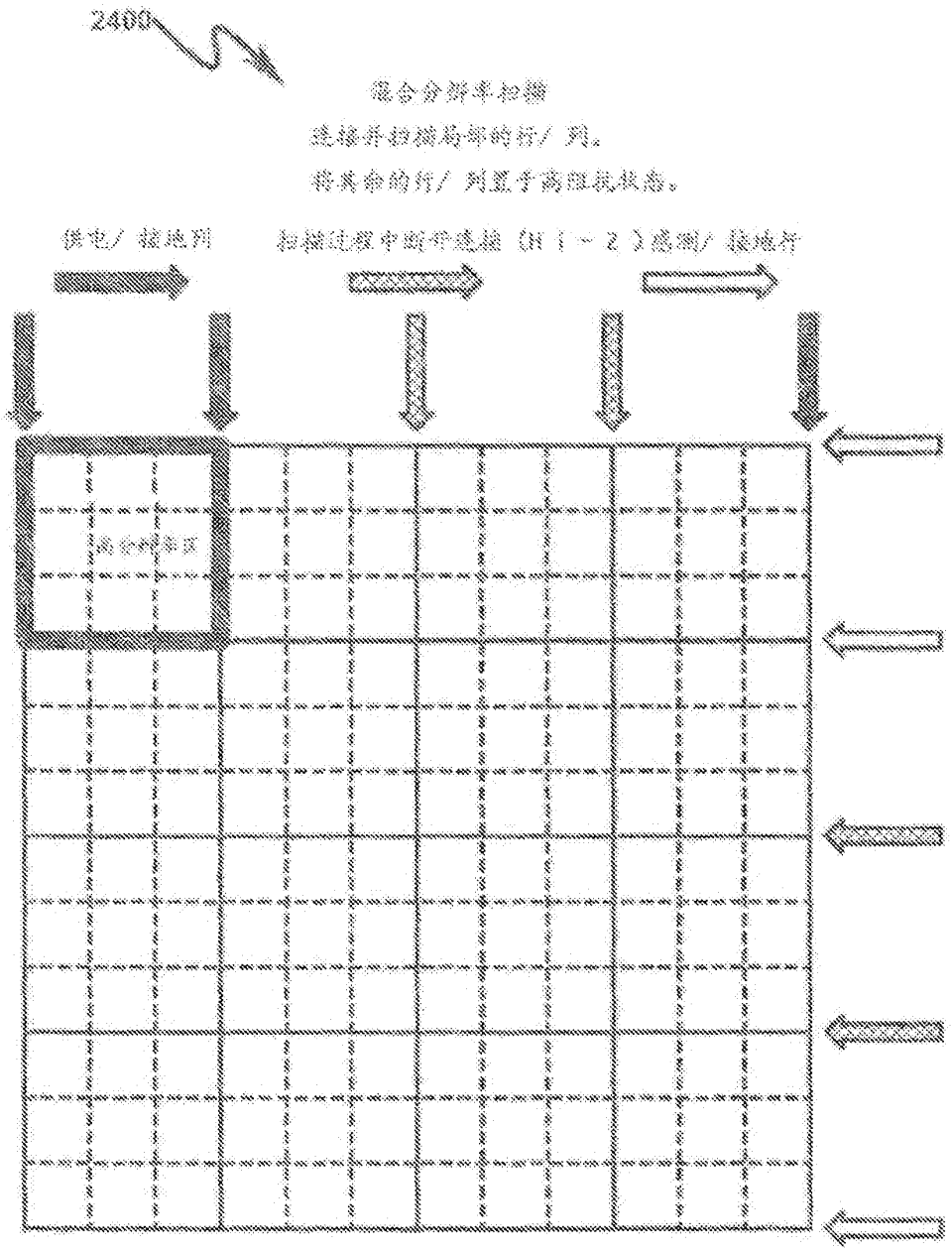

2400
混合分辨率扫描
选择并扫描局部的行/ 列。
将其余的行/ 列置于高阻抗状态。
供电/ 接地列
扫描过程中断开连接（N 1 ~ 2 ）感测/ 接收片
混合分辨率区

图24

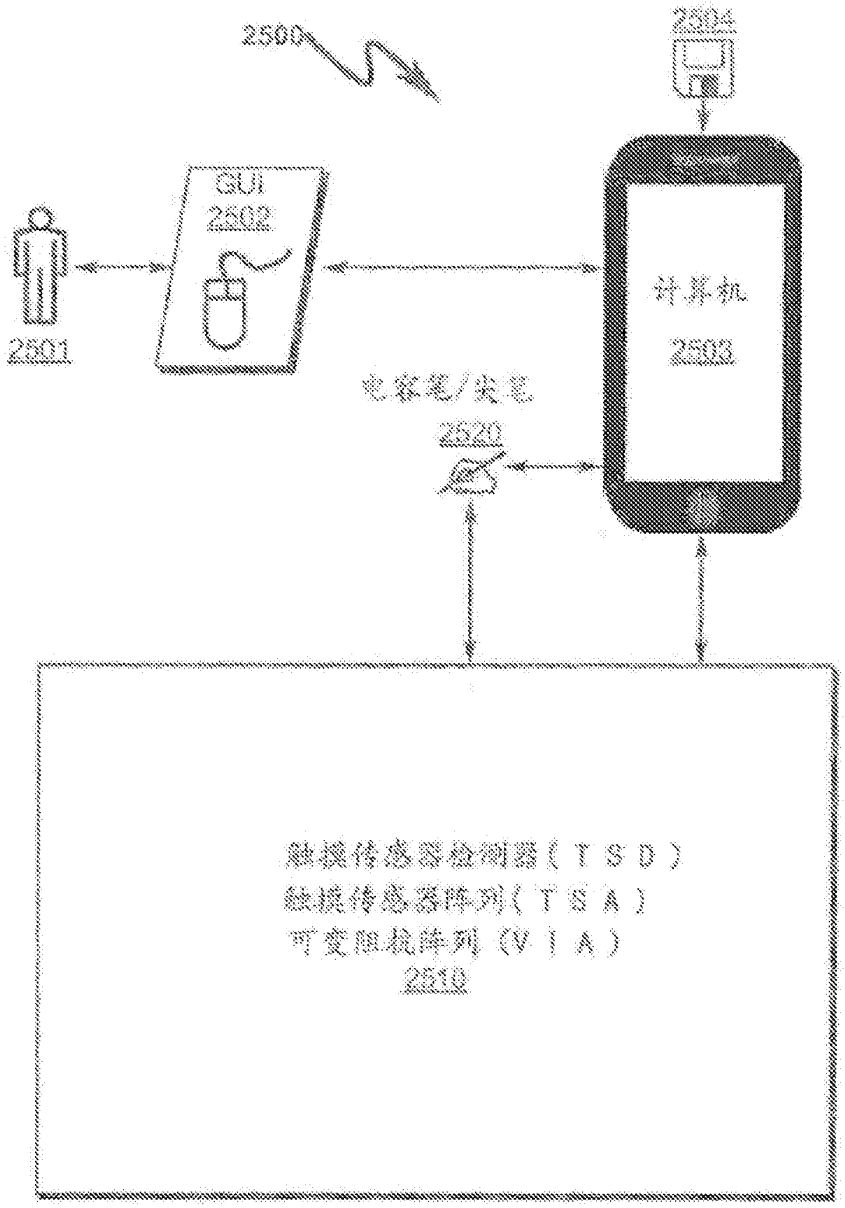

2500
2504
GUI
2502
2501
计算机
2503
电容笔/尖笔
2520
触摸传感器控制器（TSD）
触摸传感器阵列（TSA）
可变阻抗阵列（VIA）
2510

图25

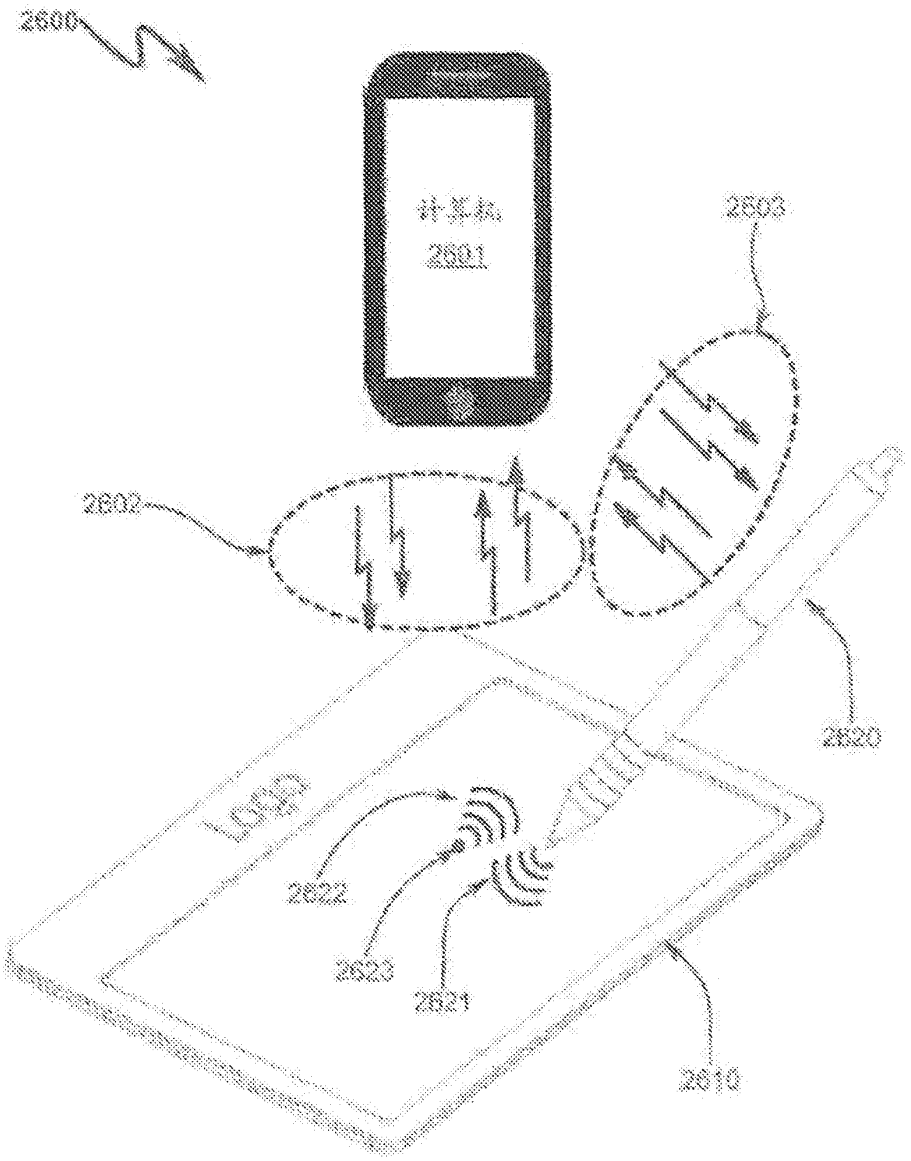


图26

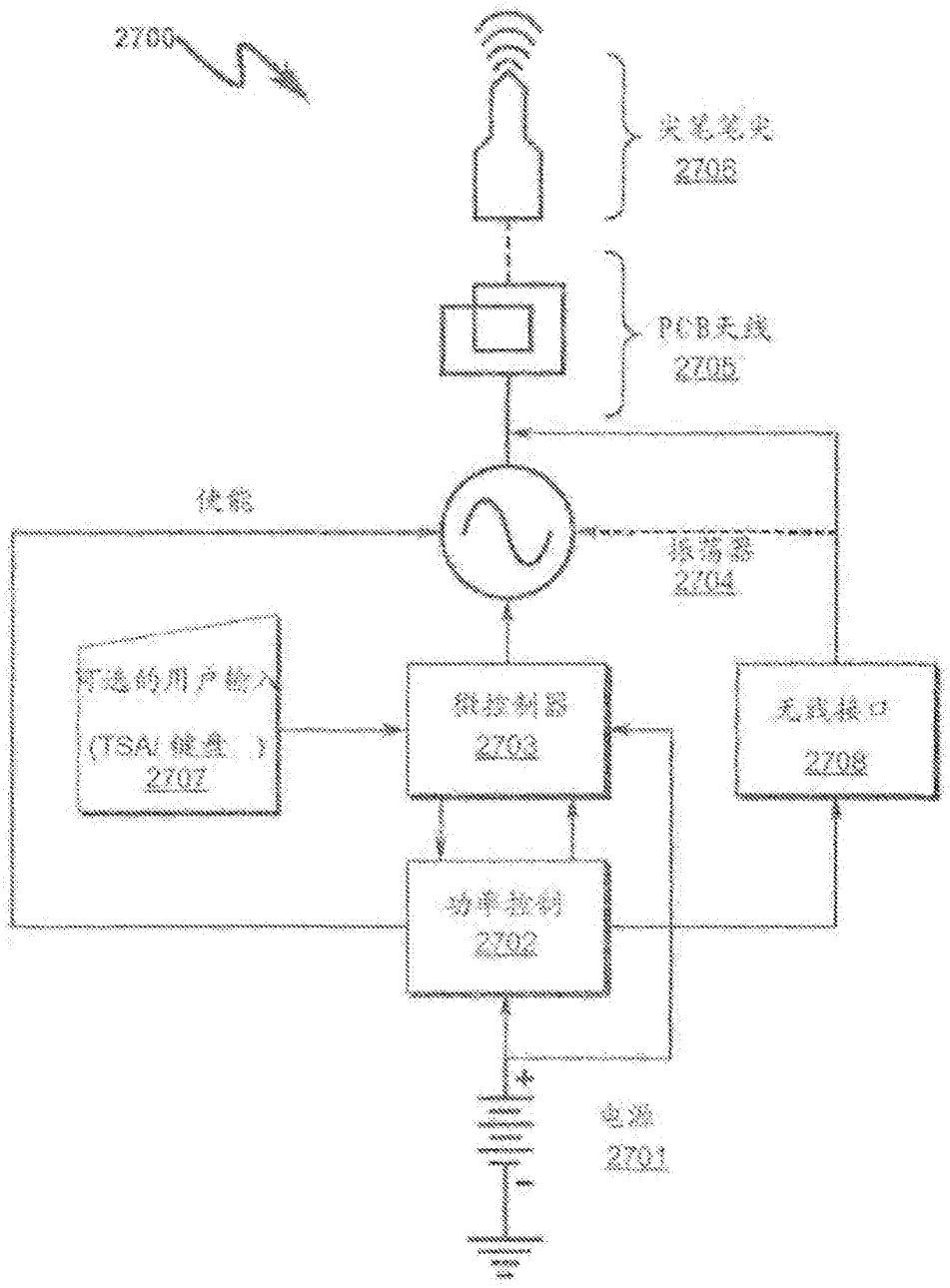

2700
发光笔尖
2708
PCB天线
2705
供能
振荡器
2704
可选的用户输入
(TSA/ 键盘)
2707
微控制器
2703
无线接口
2706
功率控制
2702
电池
2701

图27

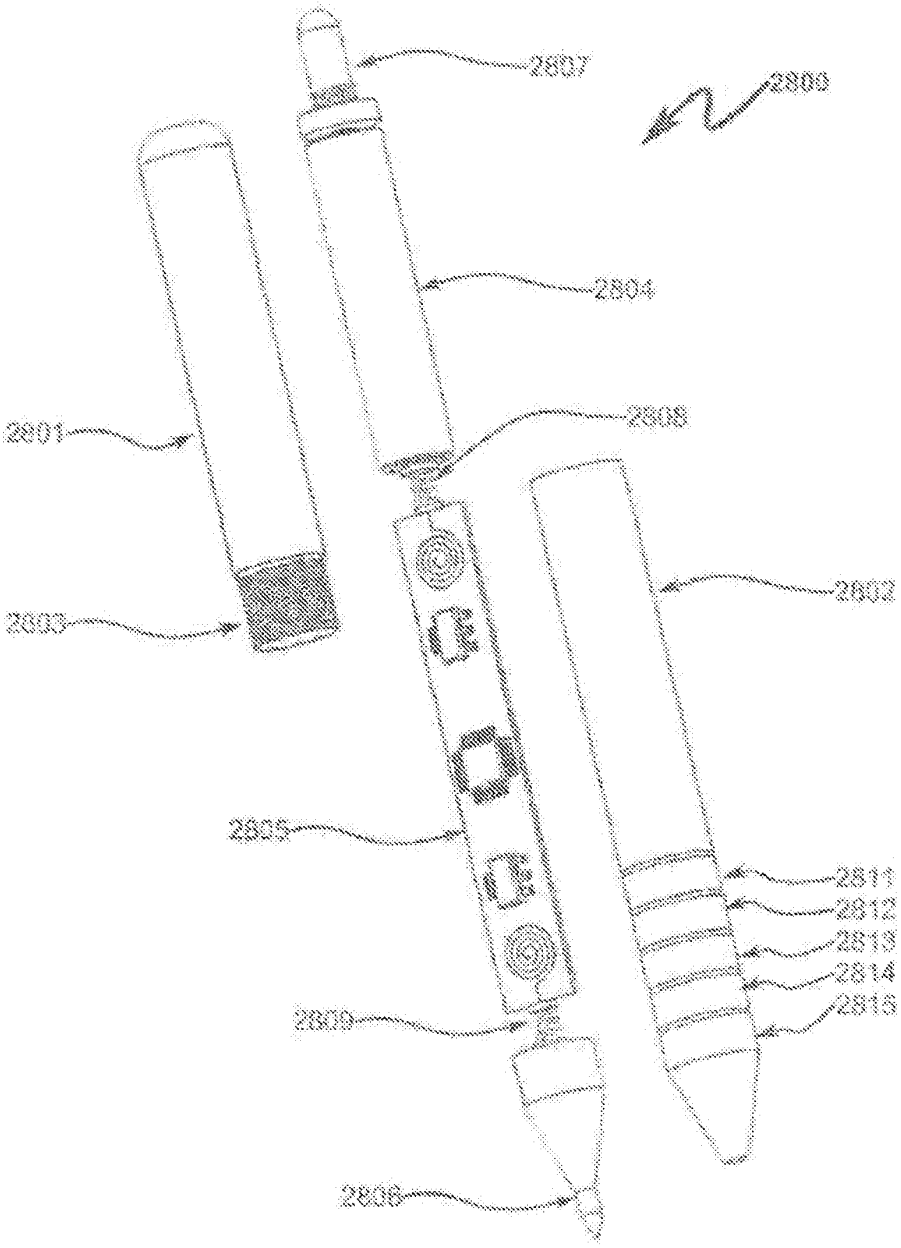

2807
2809
2804
2801
2808
2803
2802
2805
2811
2812
2813
2814
2815
2809
2806

图28

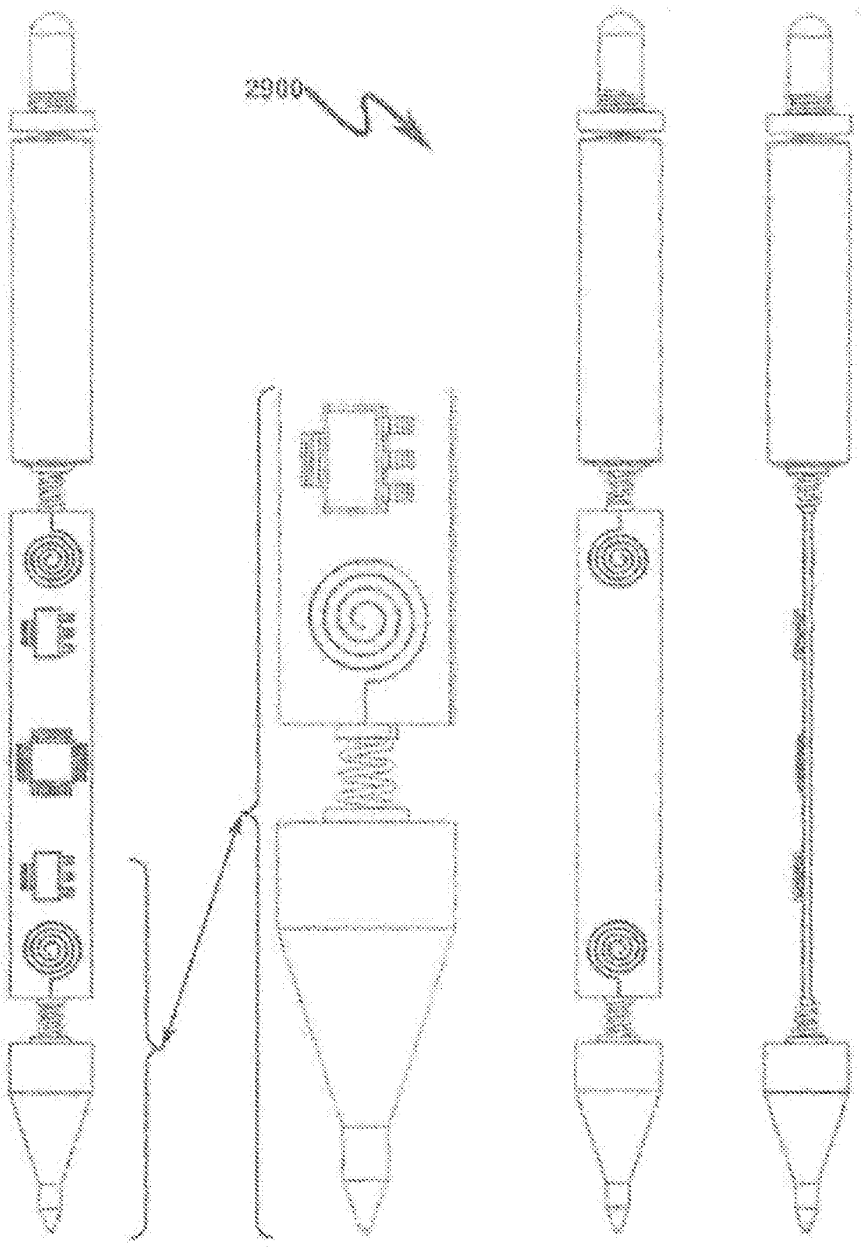


图29

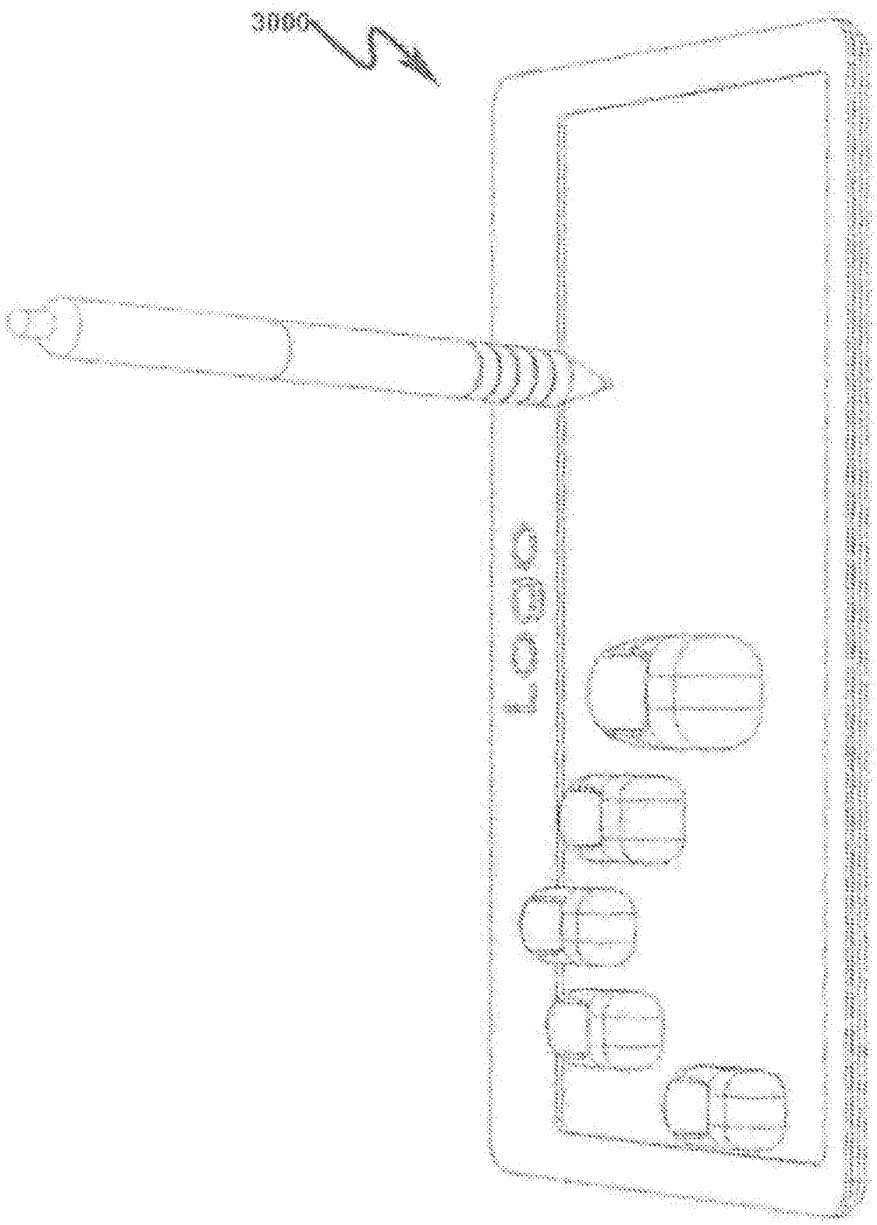


图30

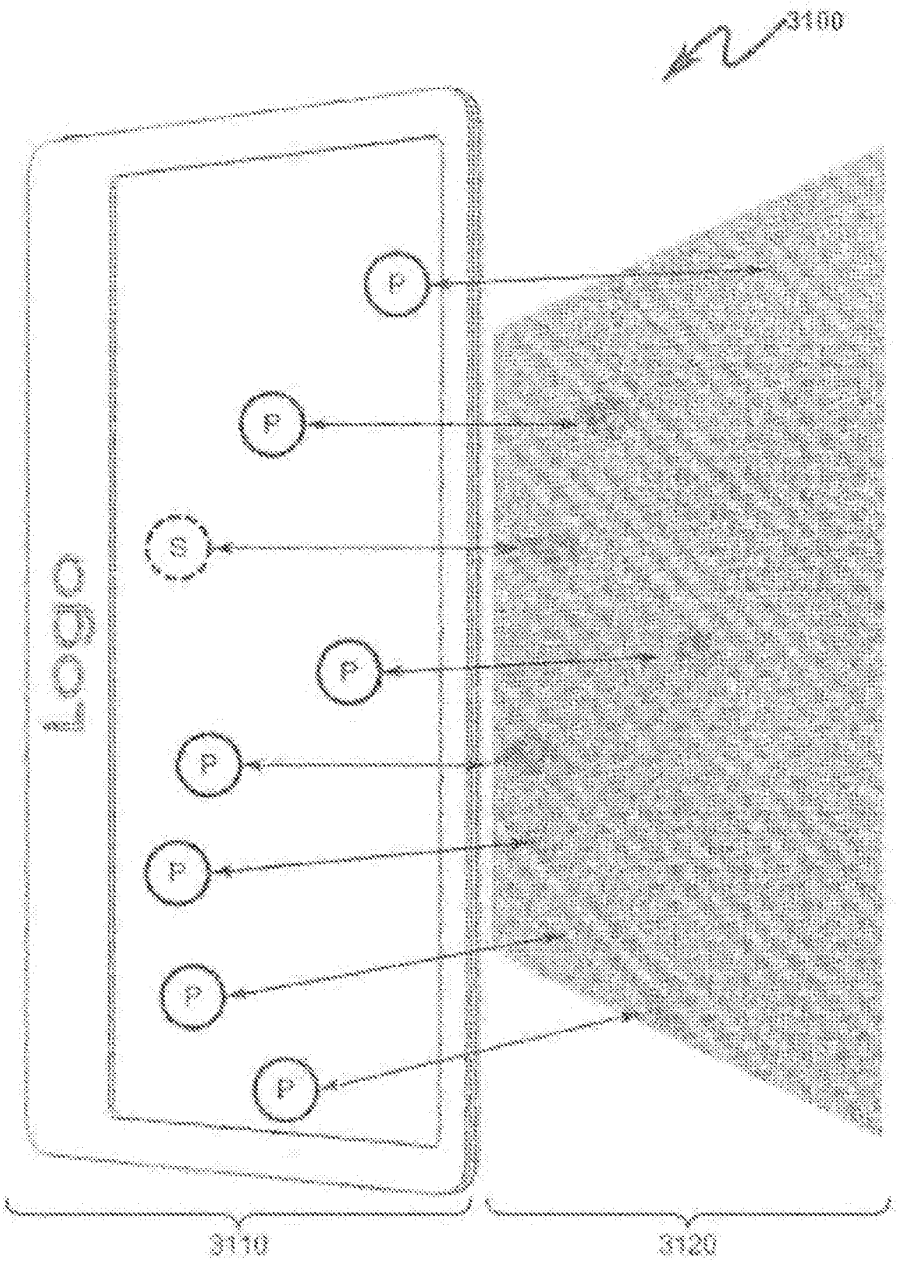


图31

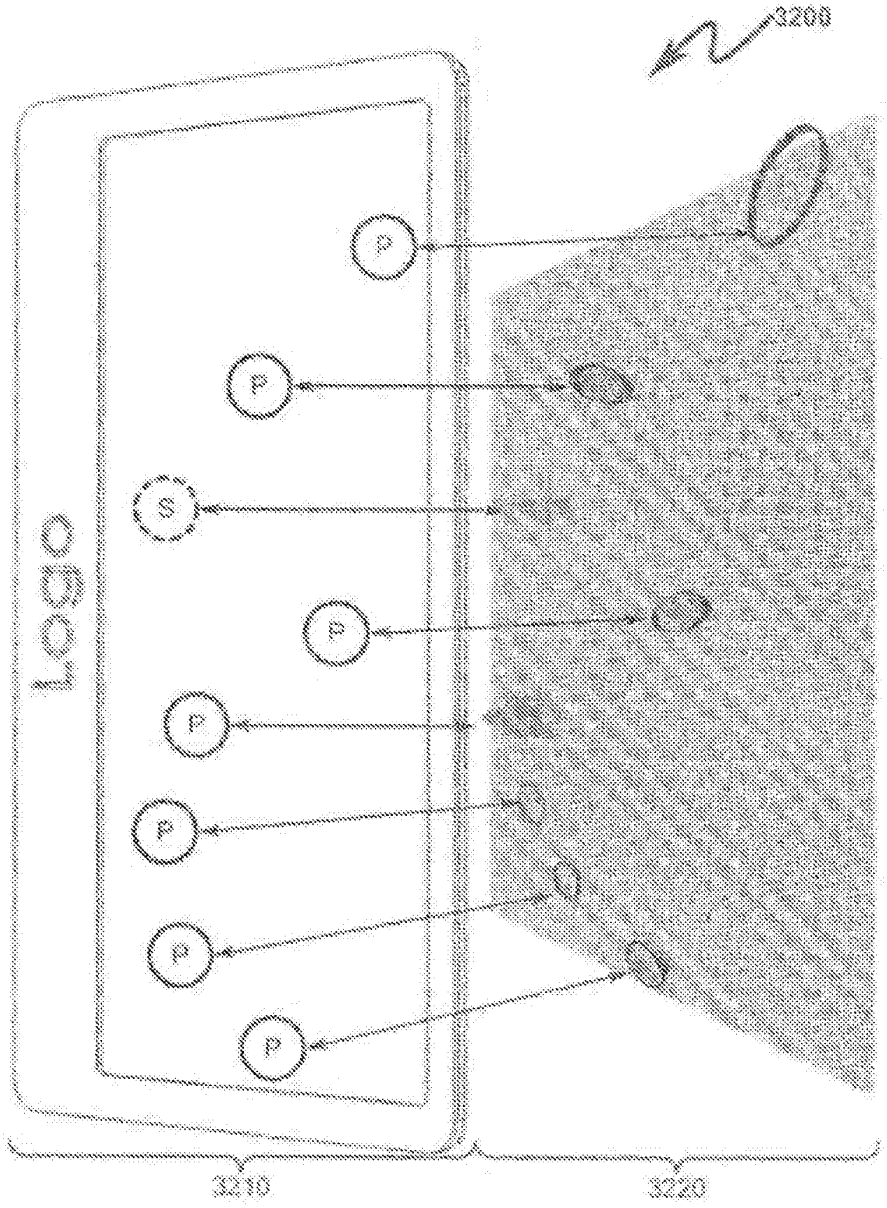


图32

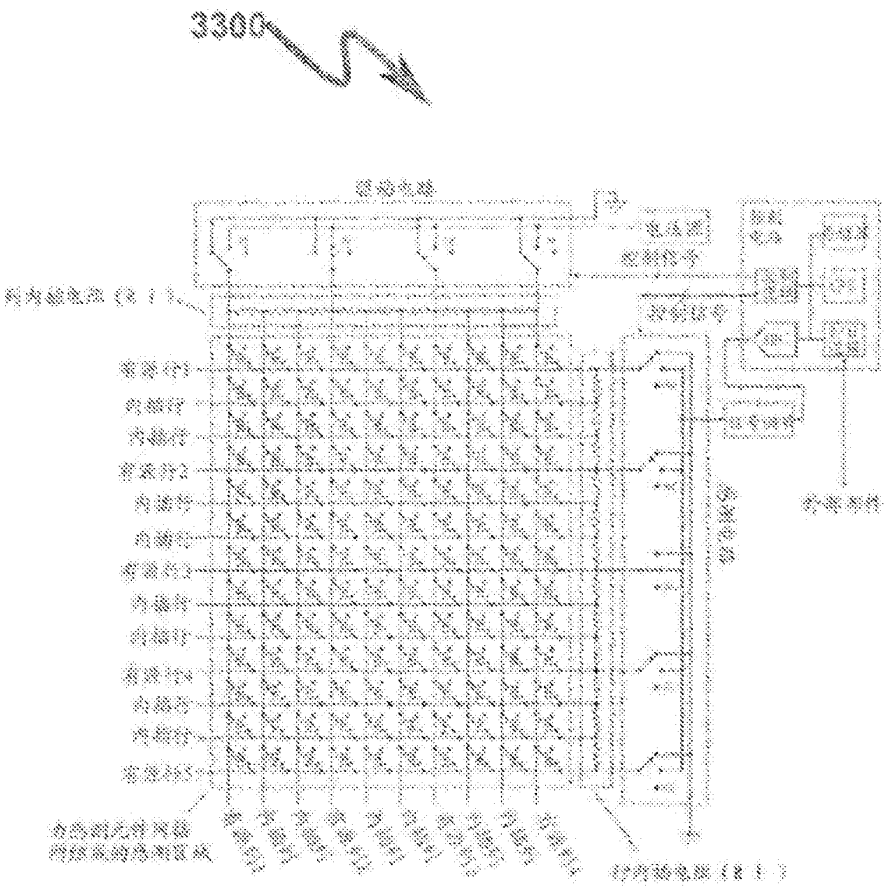


图33

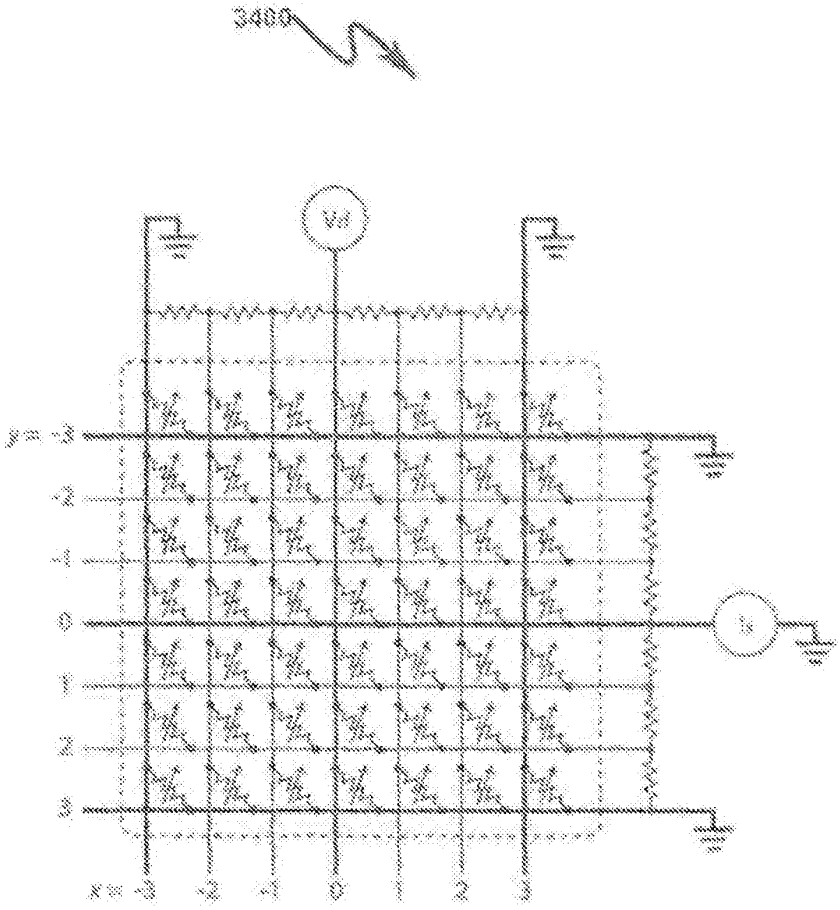


图34



	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
-2	0%	11%	22%	33%	22%	11%	0%
-1	0%	22%	44%	67%	44%	22%	0%
0	0%	33%	67%	100%	67%	33%	0%
1	0%	22%	44%	67%	44%	22%	0%
2	0%	11%	22%	33%	22%	11%	0%
3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

图36

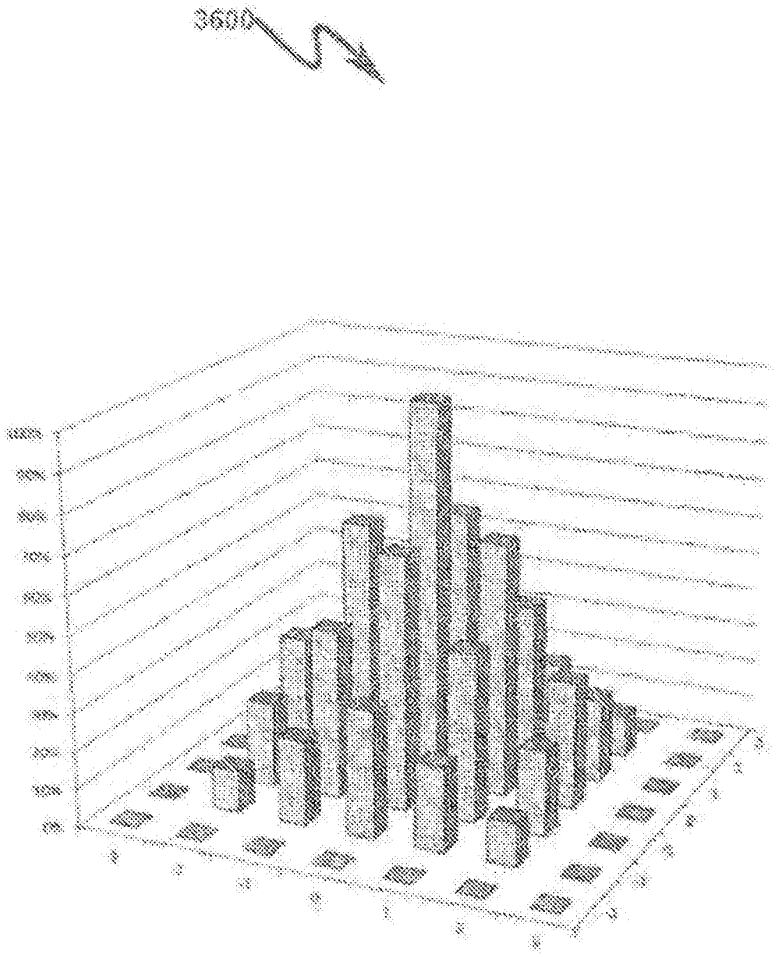


图30

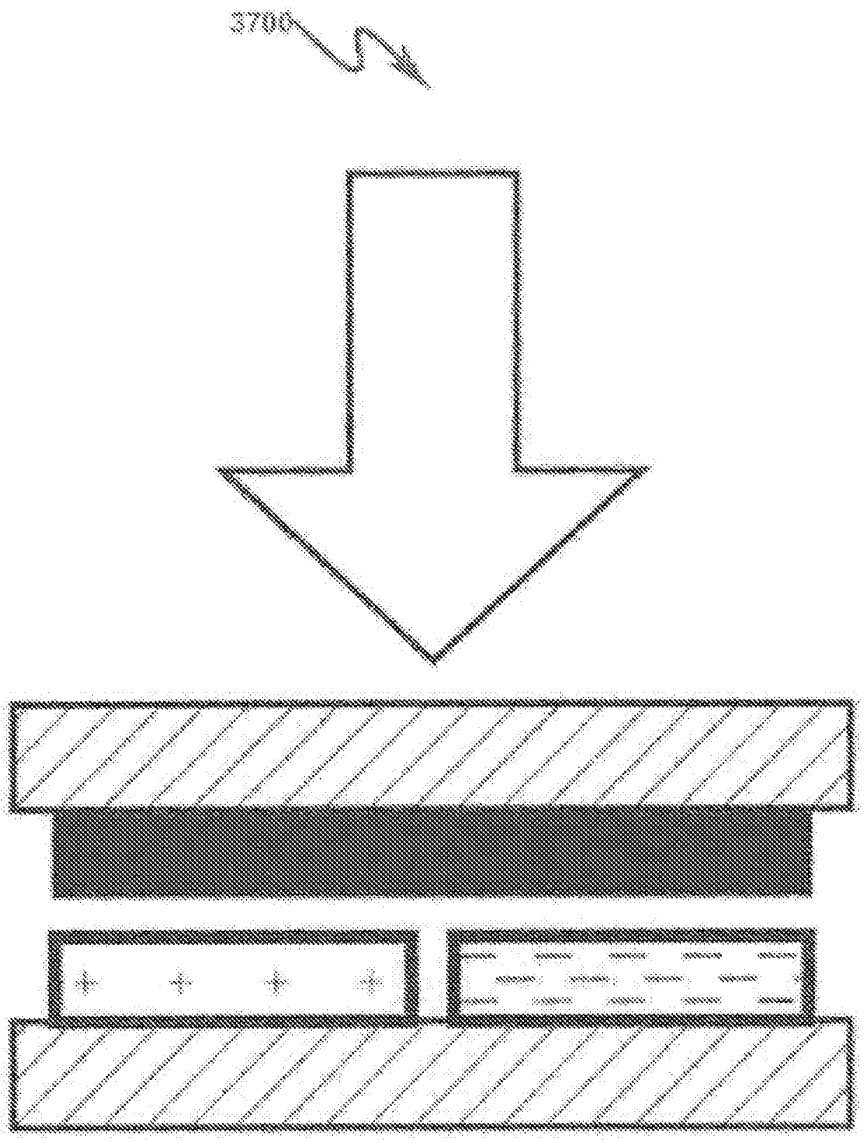


图37

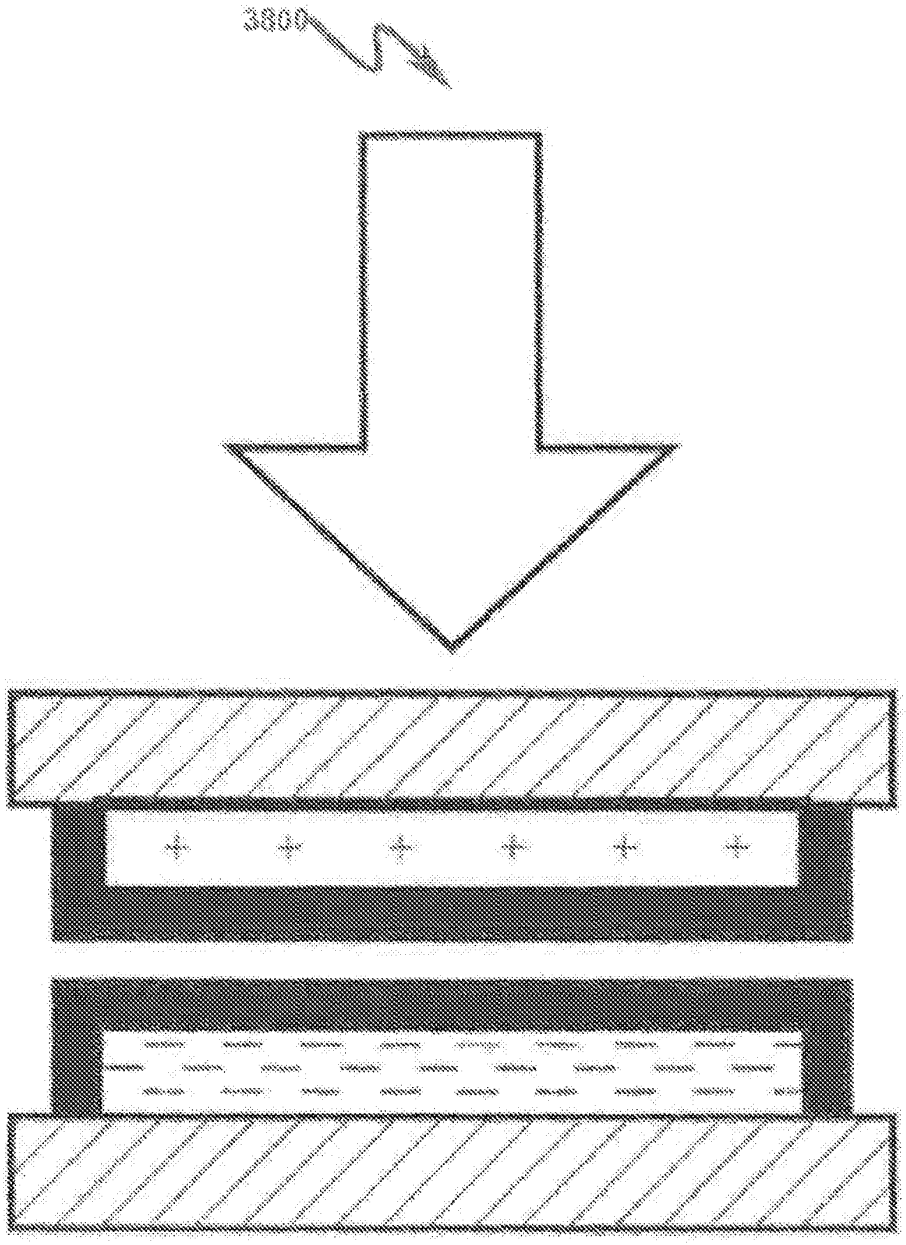


图38

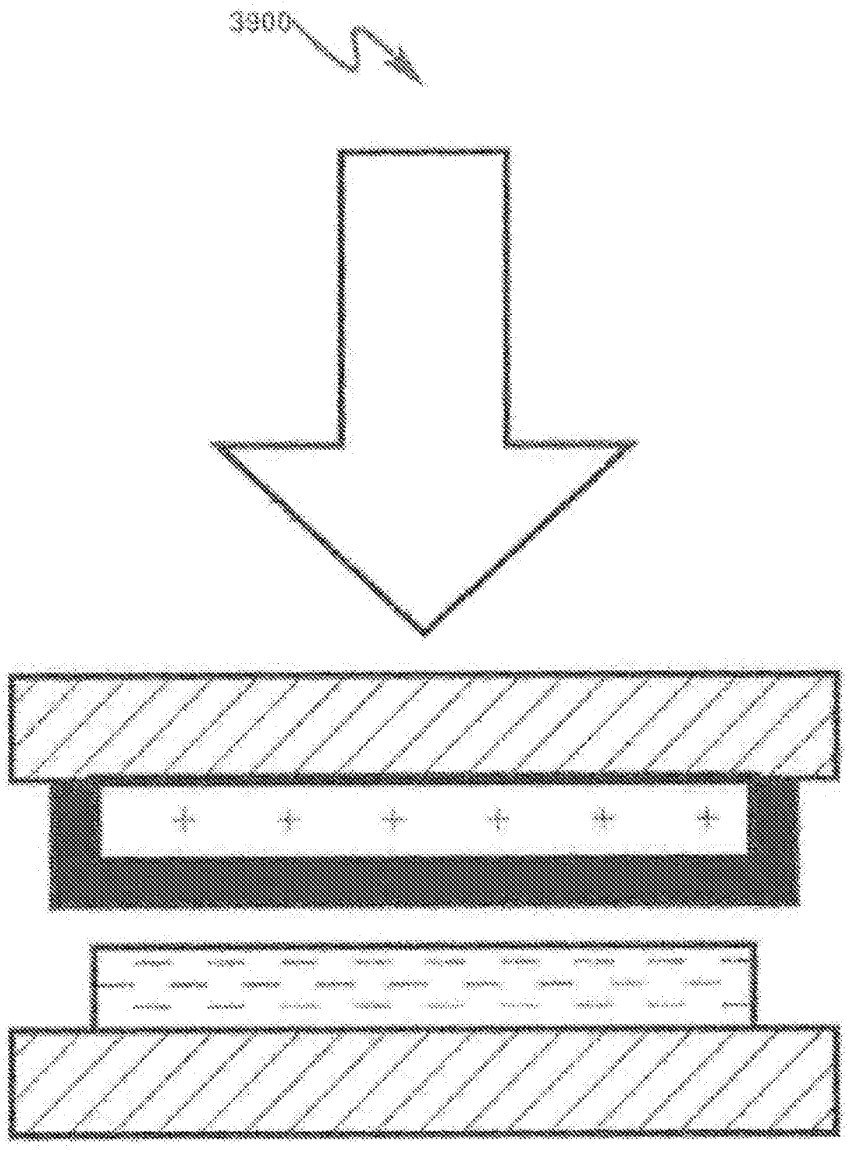


图30

120

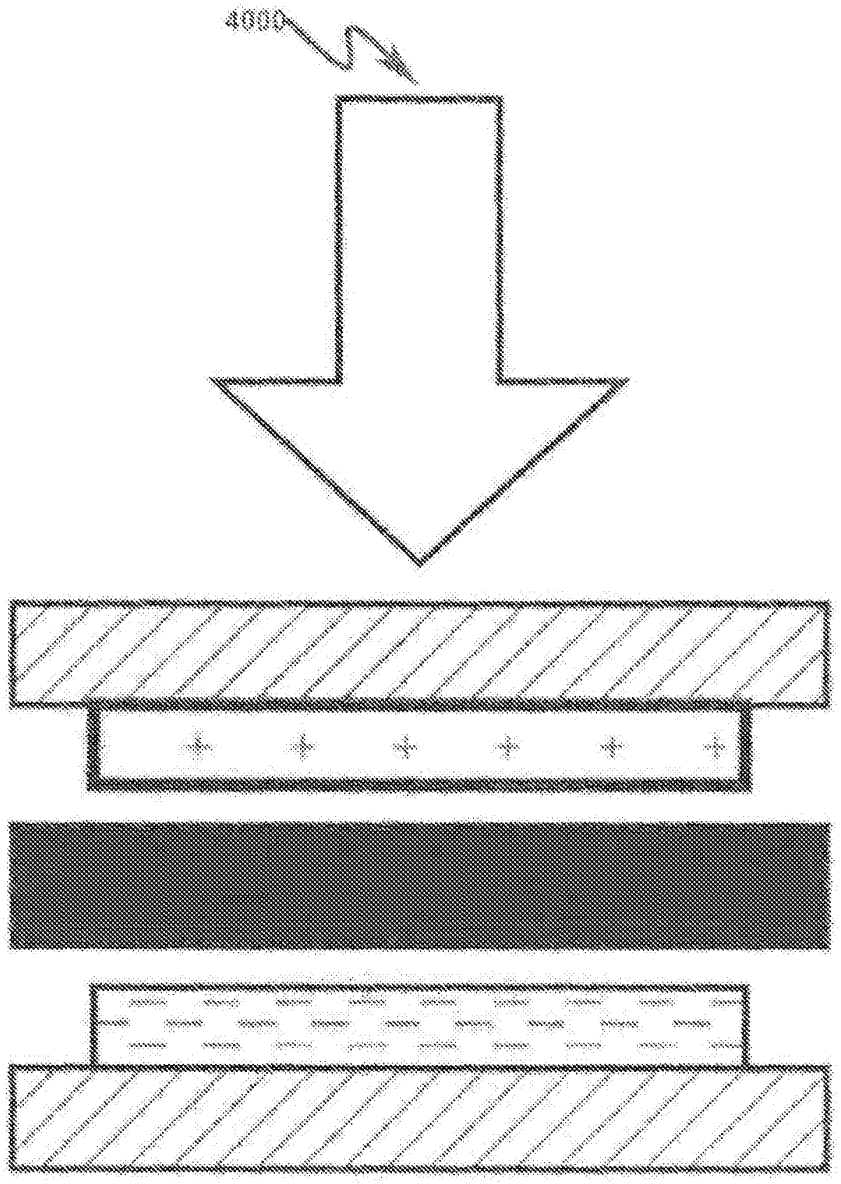


图40

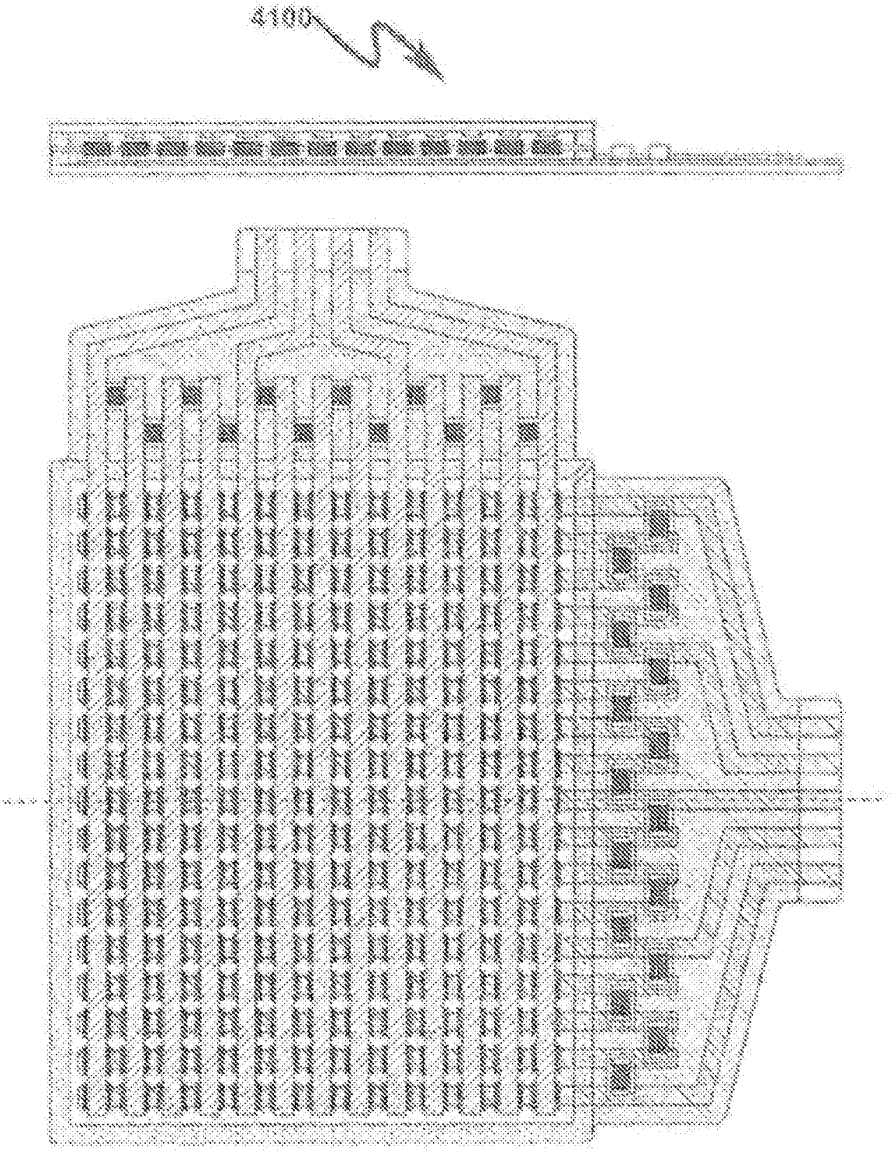


图11

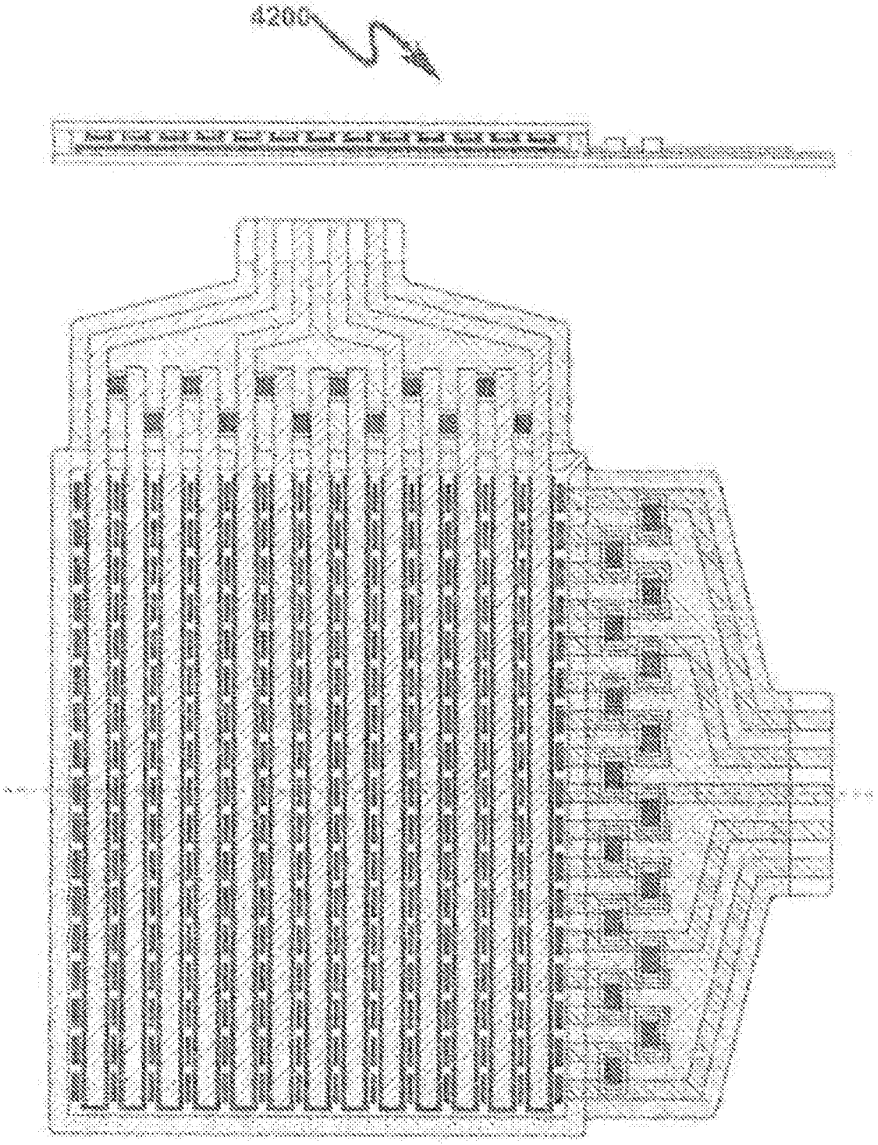


图12

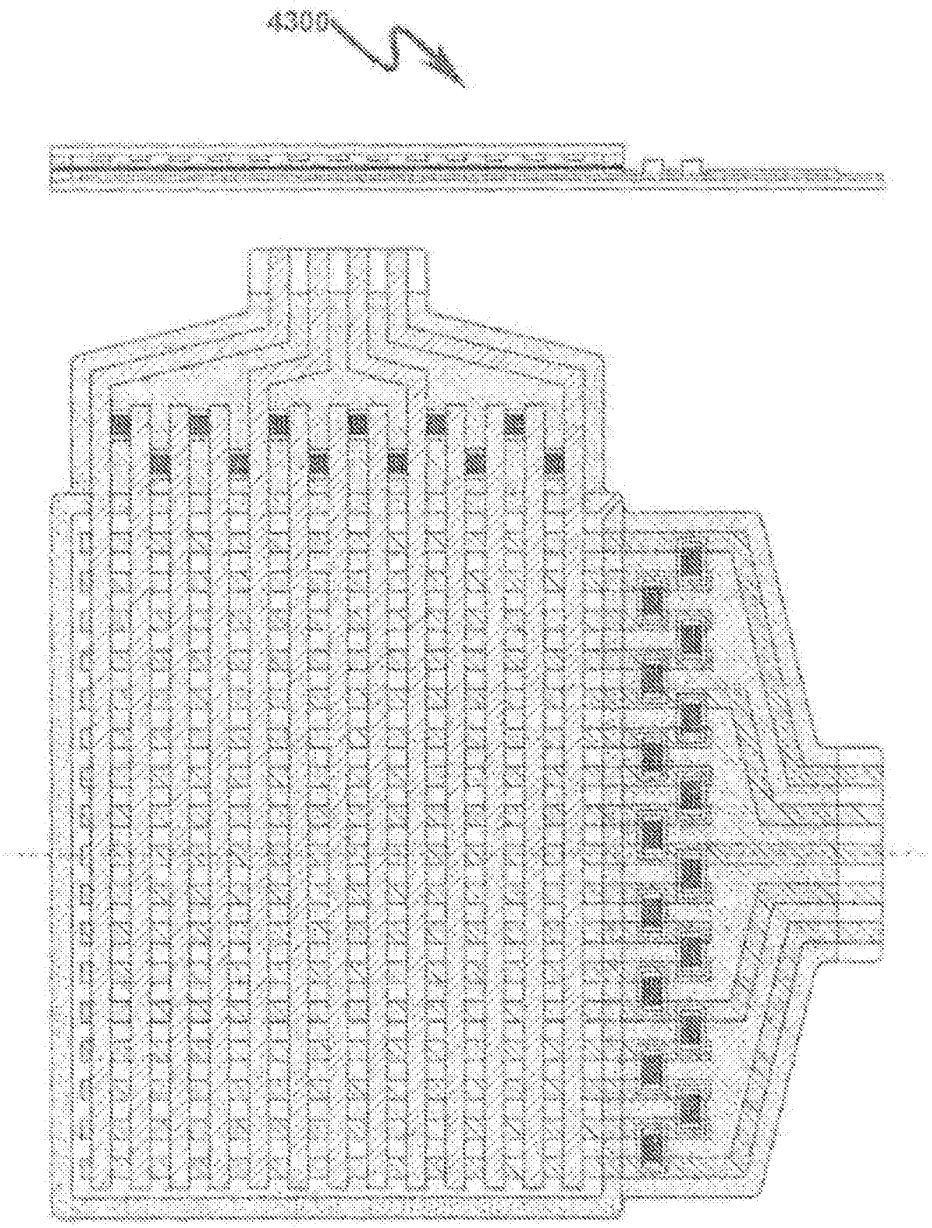


图43

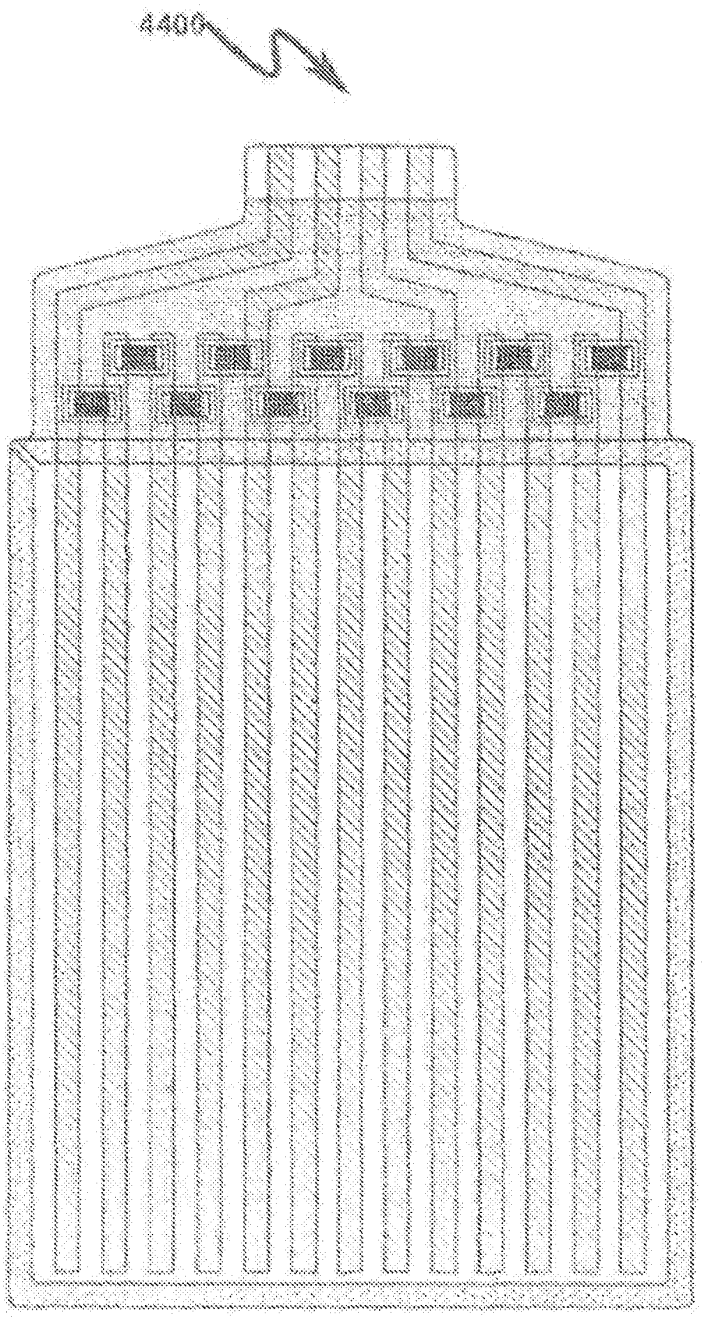


图44

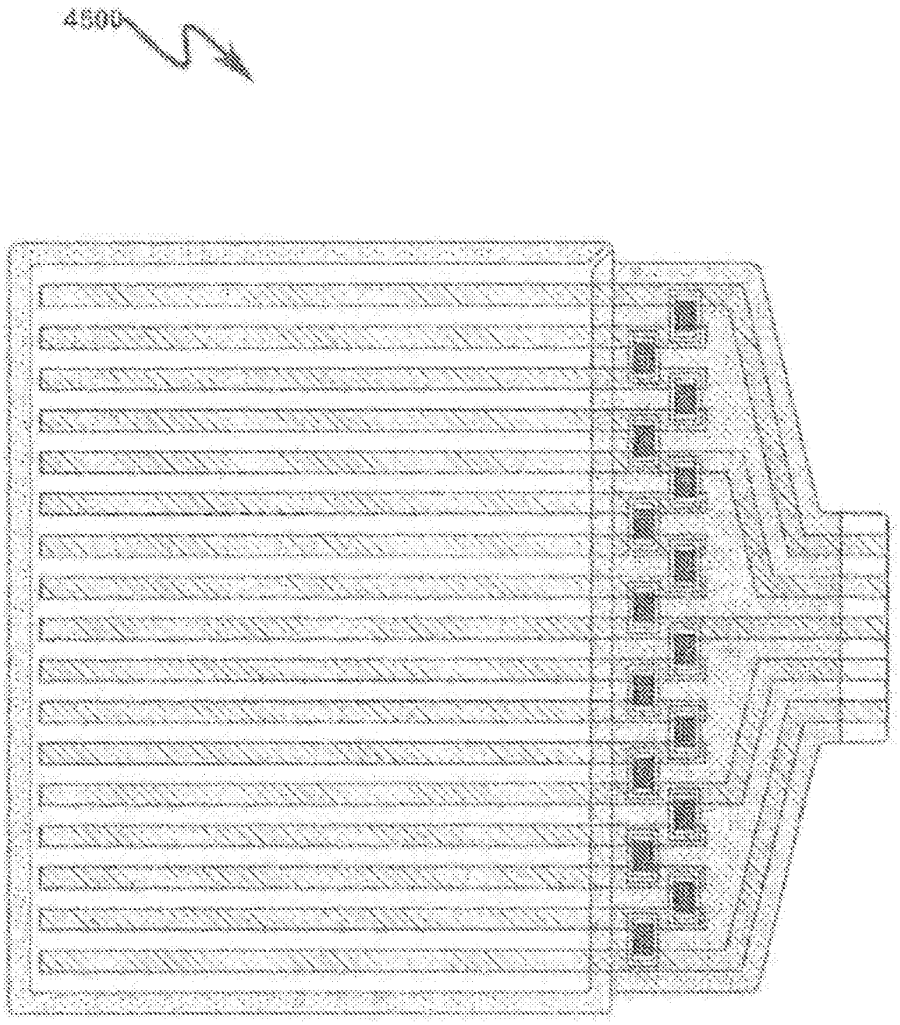


图45



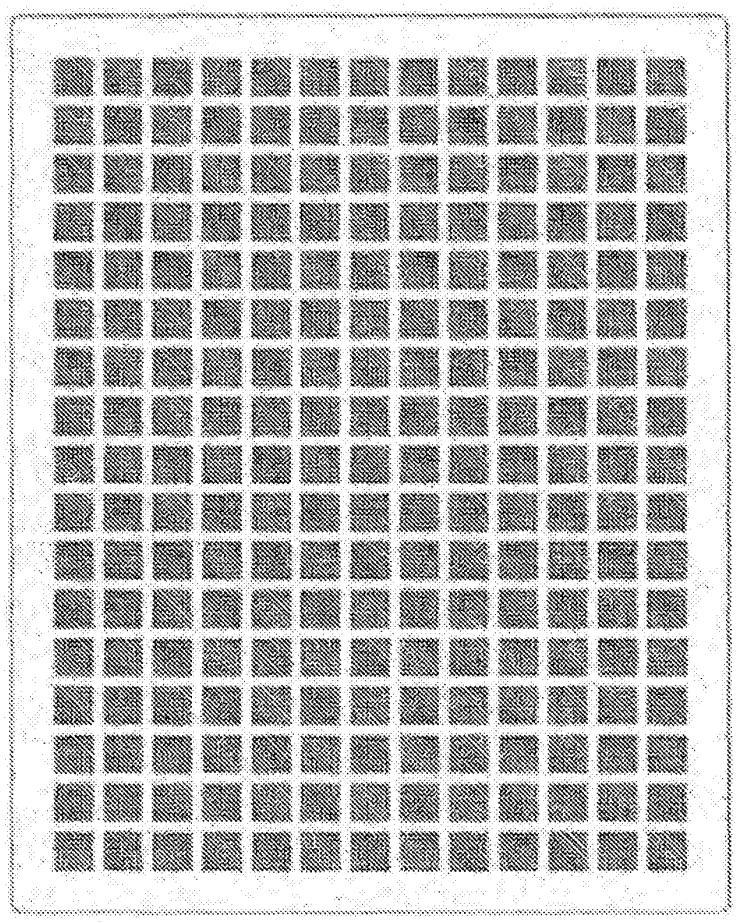


图46



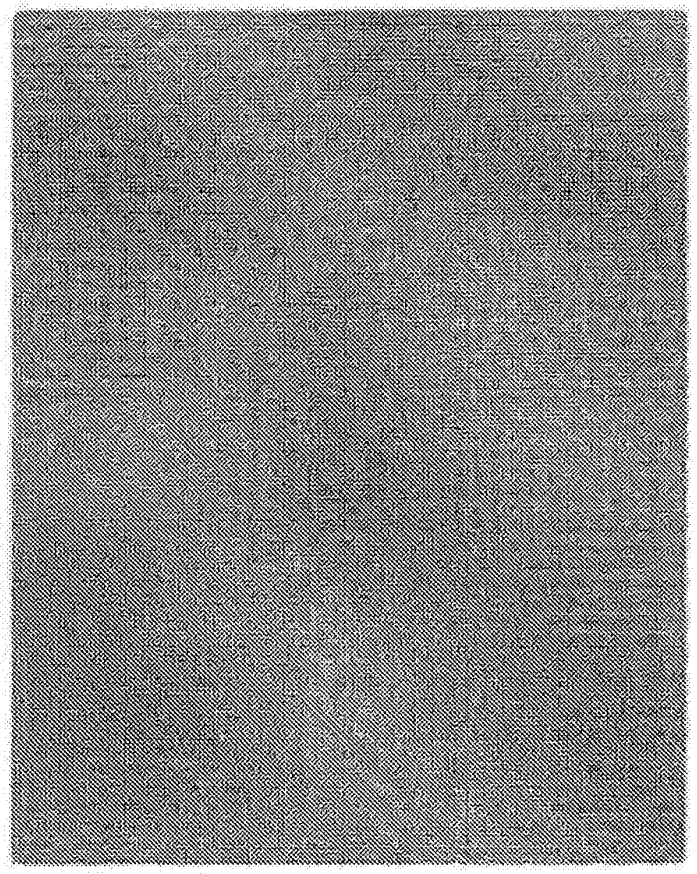


图47



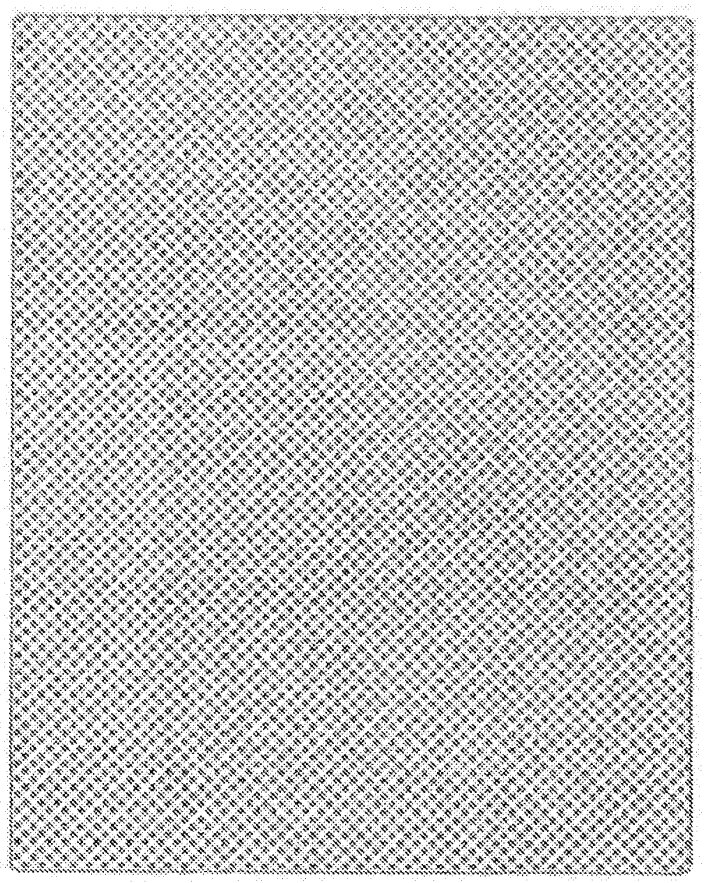


图18



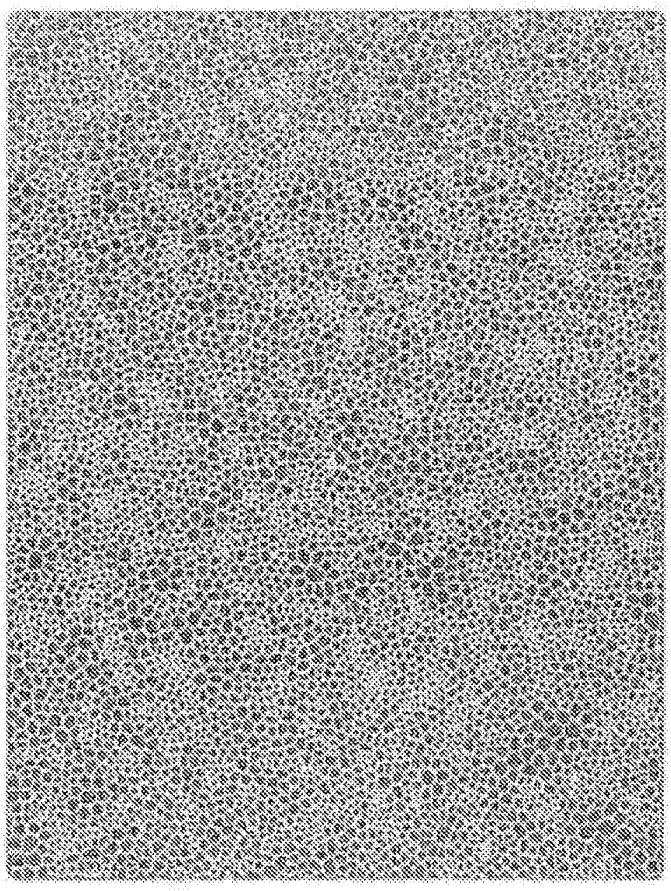


图19

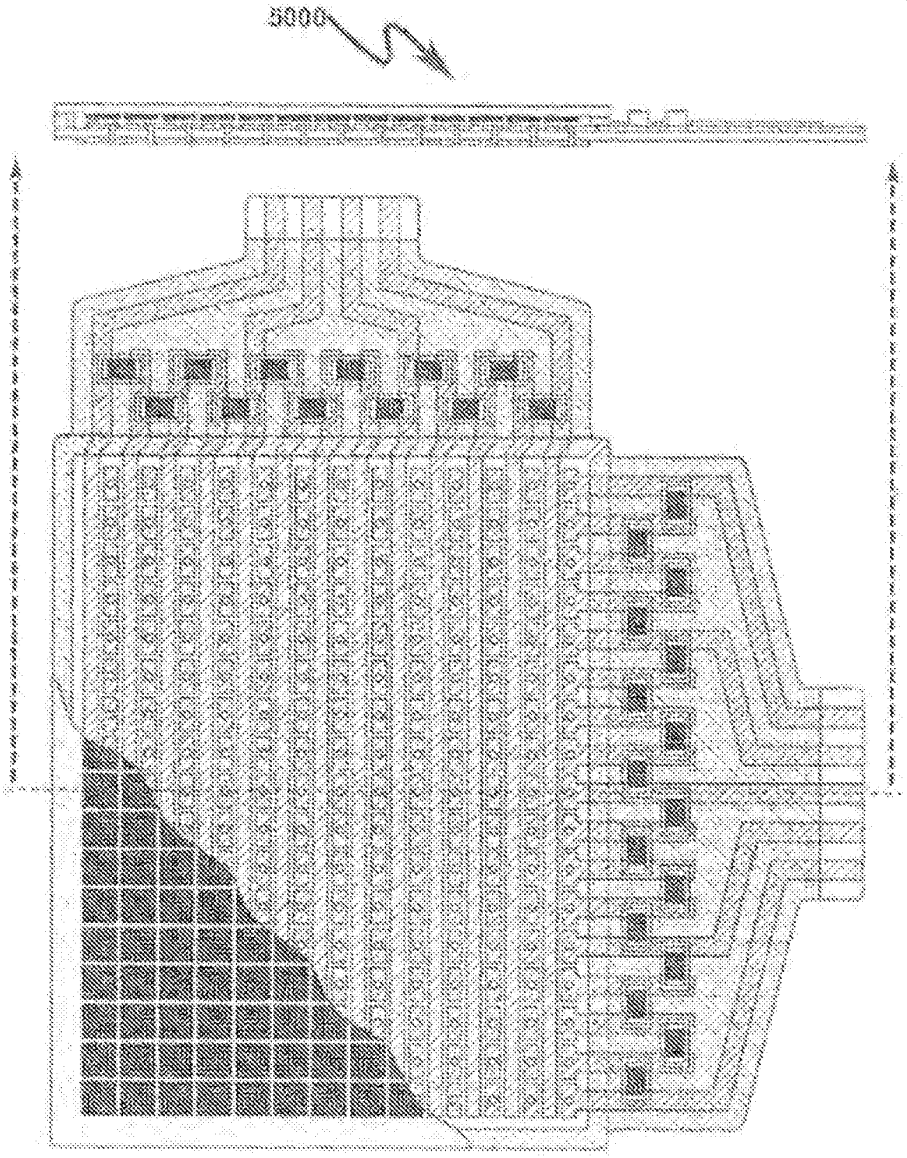


图50

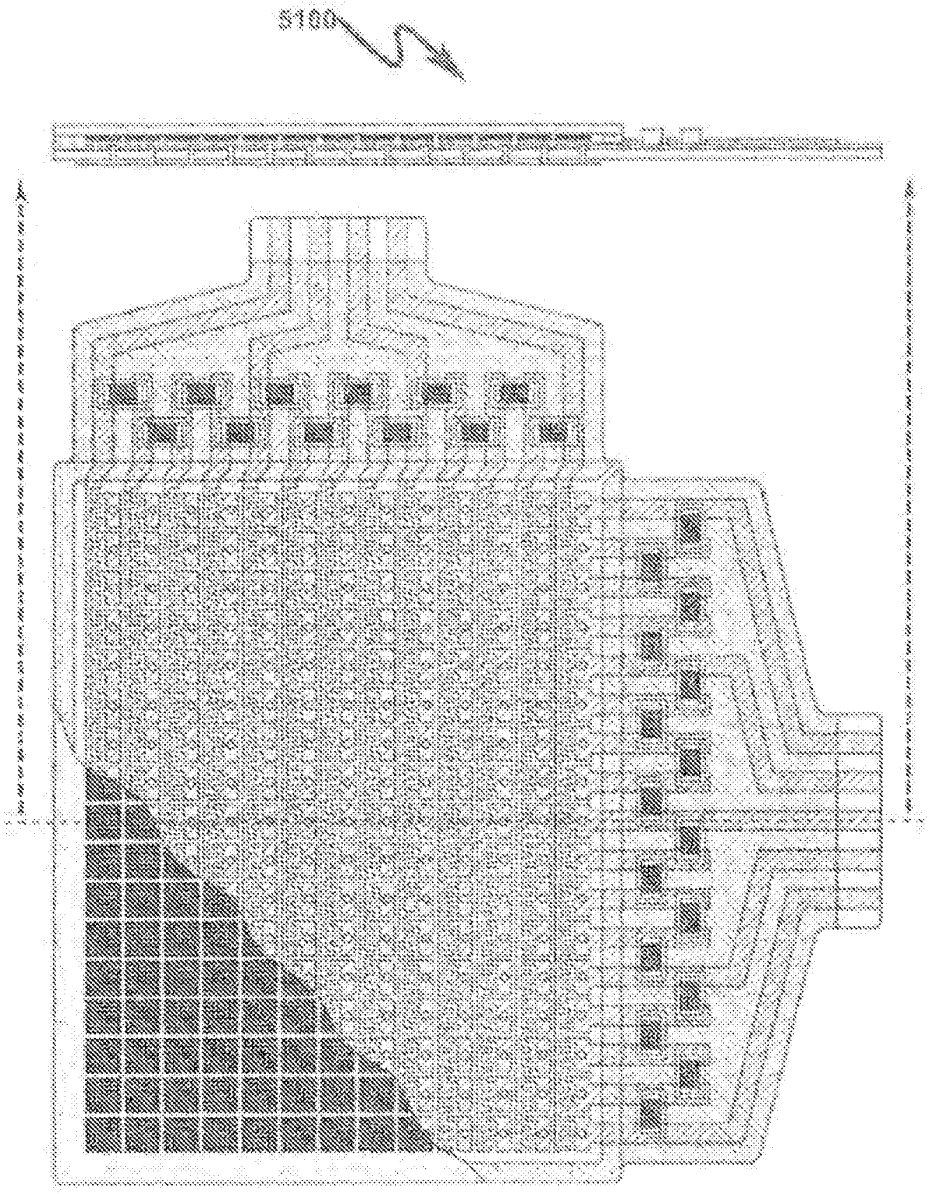


图61

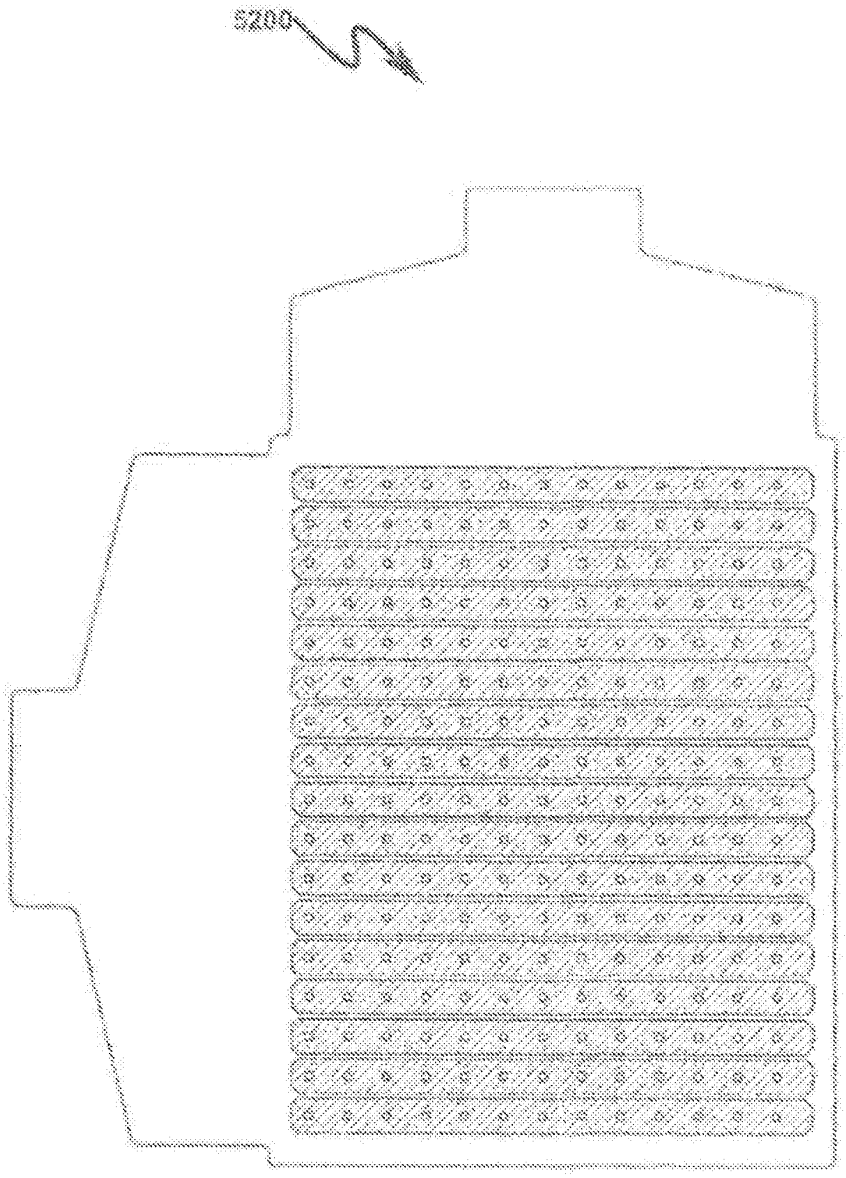


图52

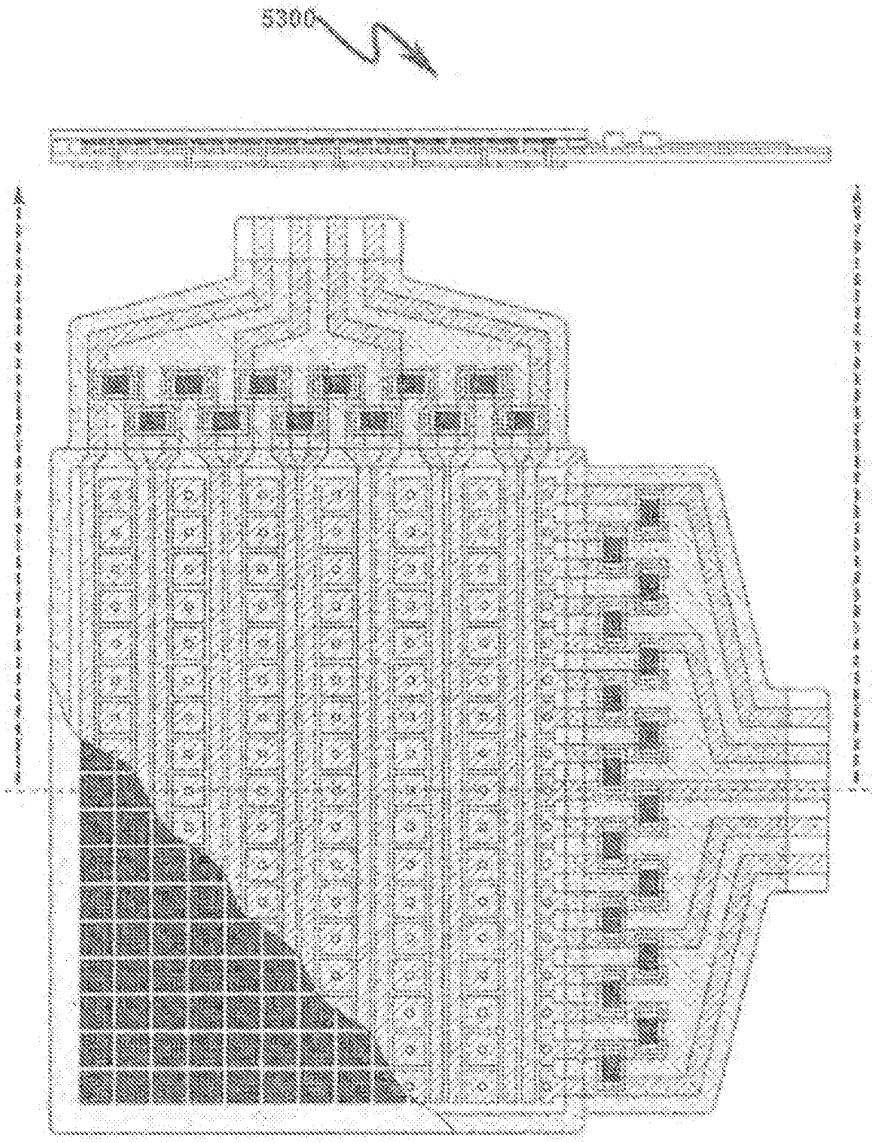


图53

EX1002 - Page 1438

图4

105

EX1002 - Page 1439

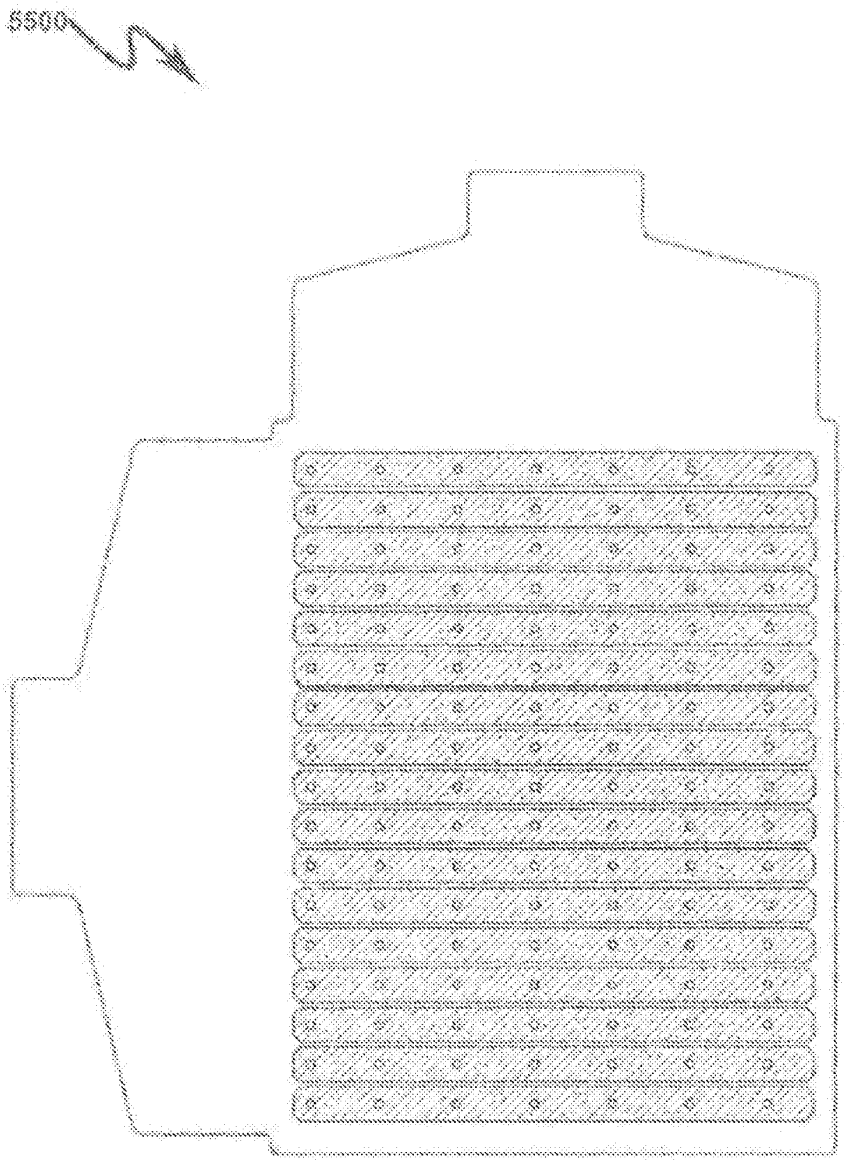


图85

图86

EX1002 - Page 1441

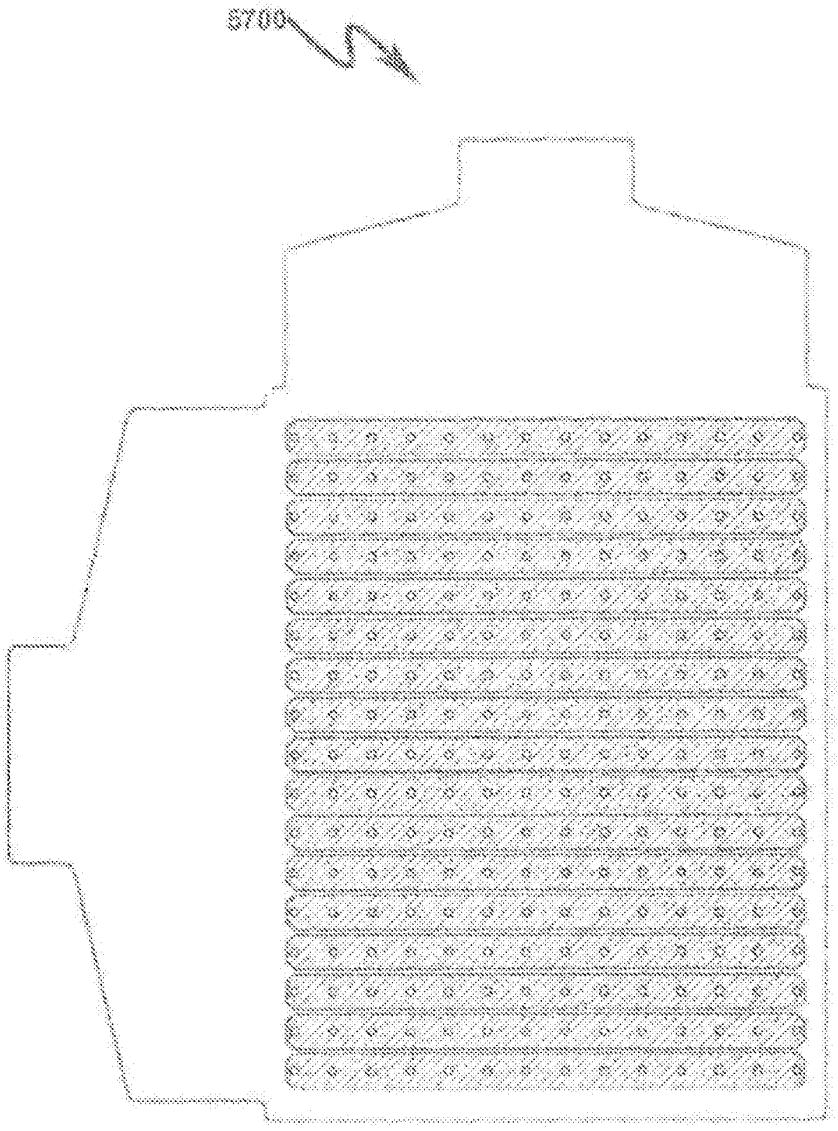


图57

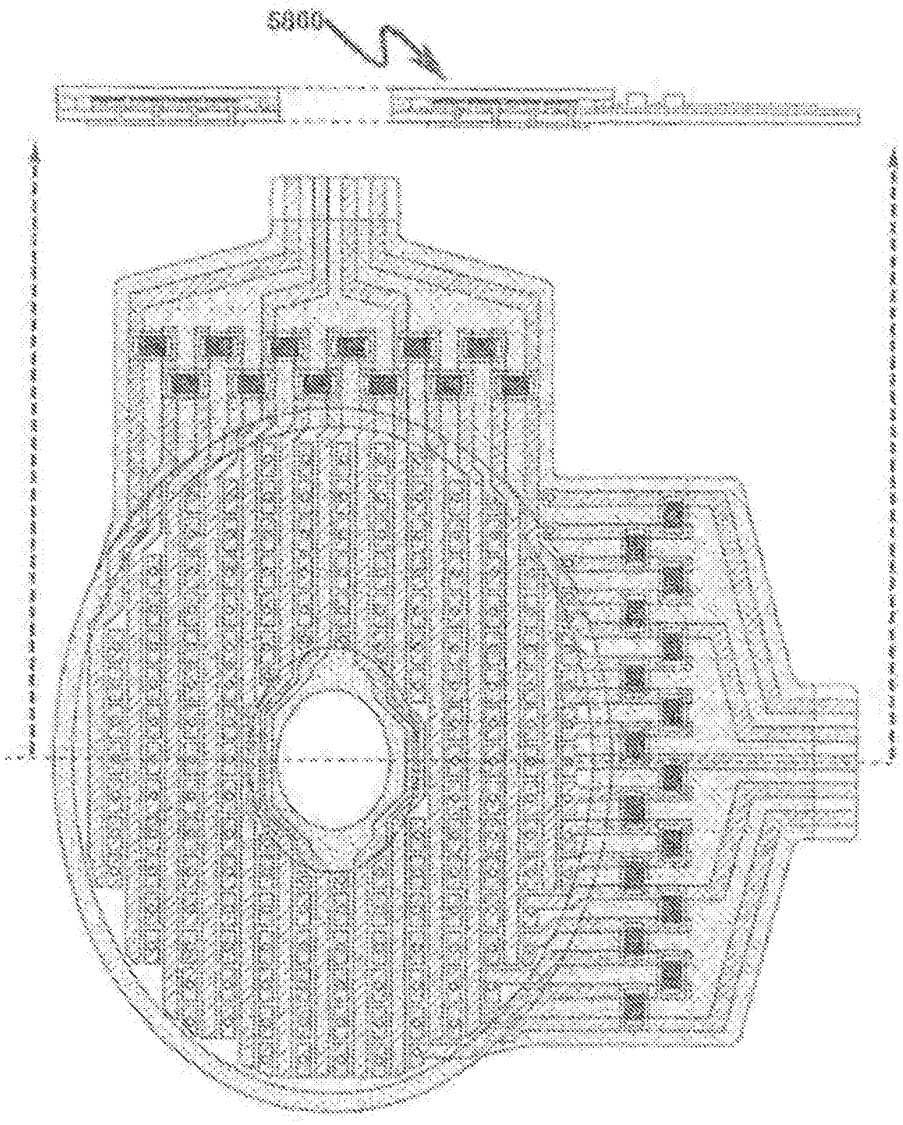


图58

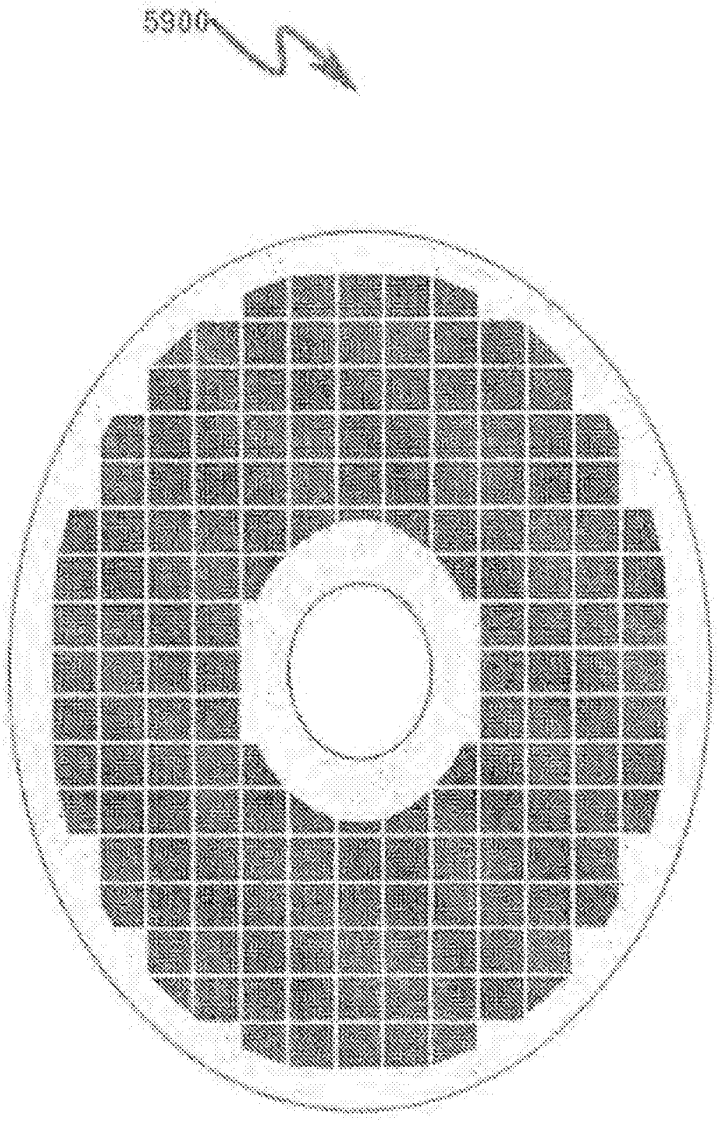


图 59

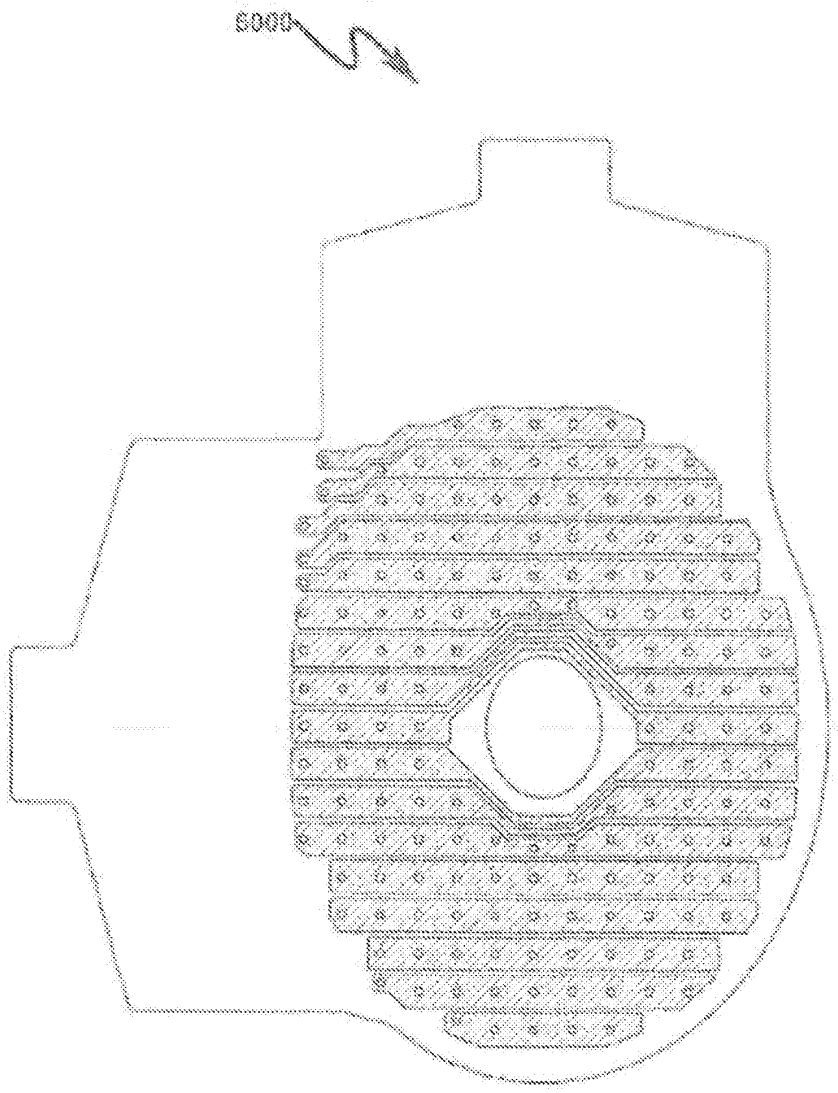


图60

EX1002 - Page 1445

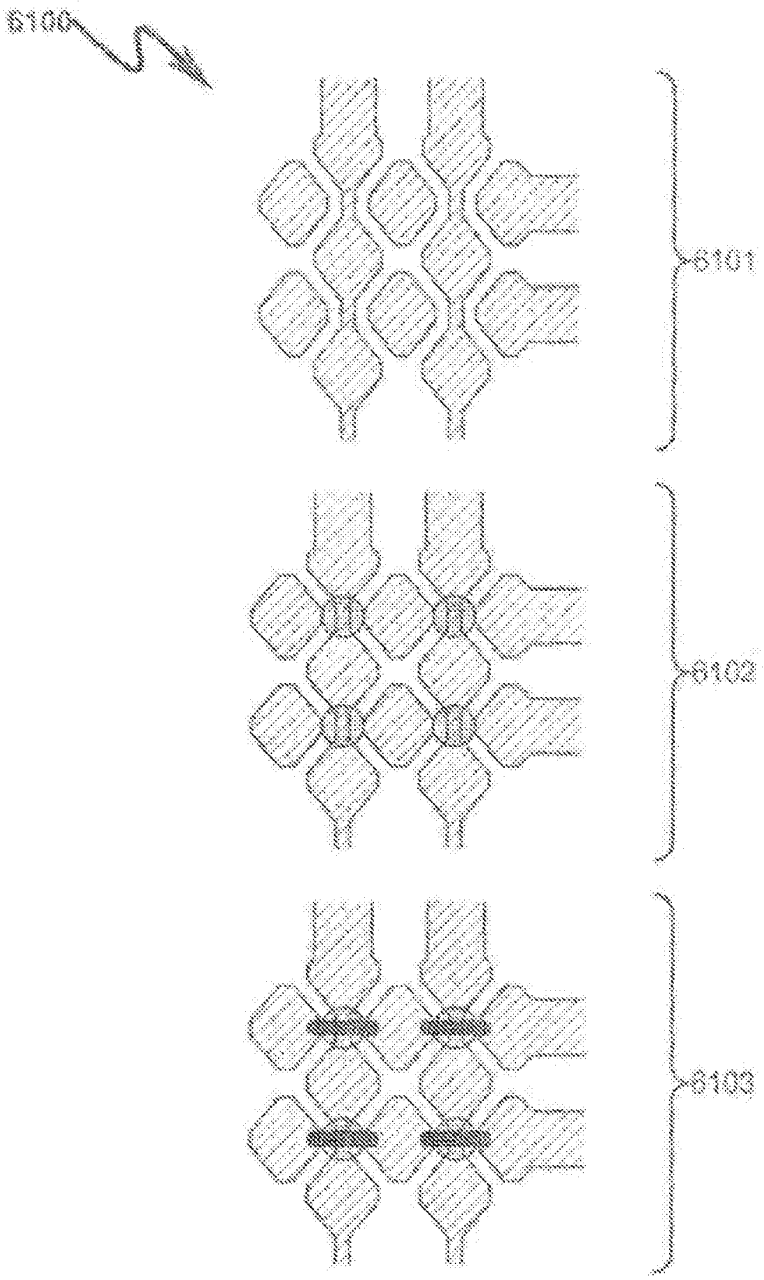


图61



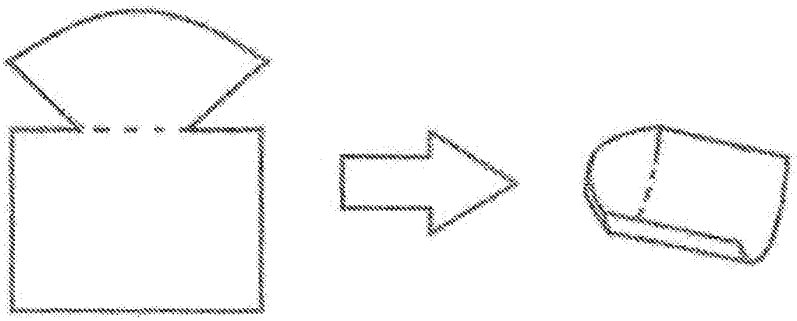


图62

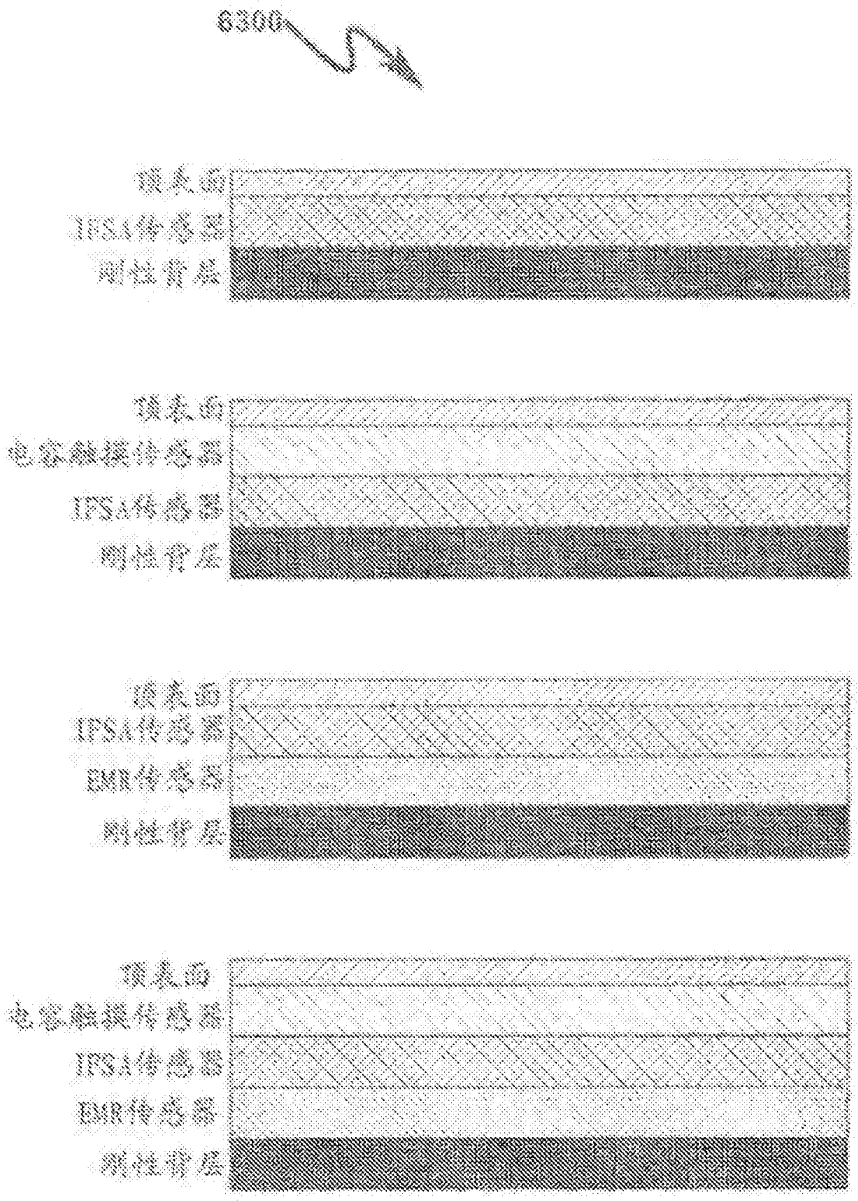

6300
顶表面
IFSA传感器
刚性背层
顶表面
电容触摸传感器
IFSA传感器
刚性背层
顶表面
IFSA传感器
EMR传感器
刚性背层
顶表面
电容触摸传感器
IFSA传感器
EMR传感器
刚性背层

图60

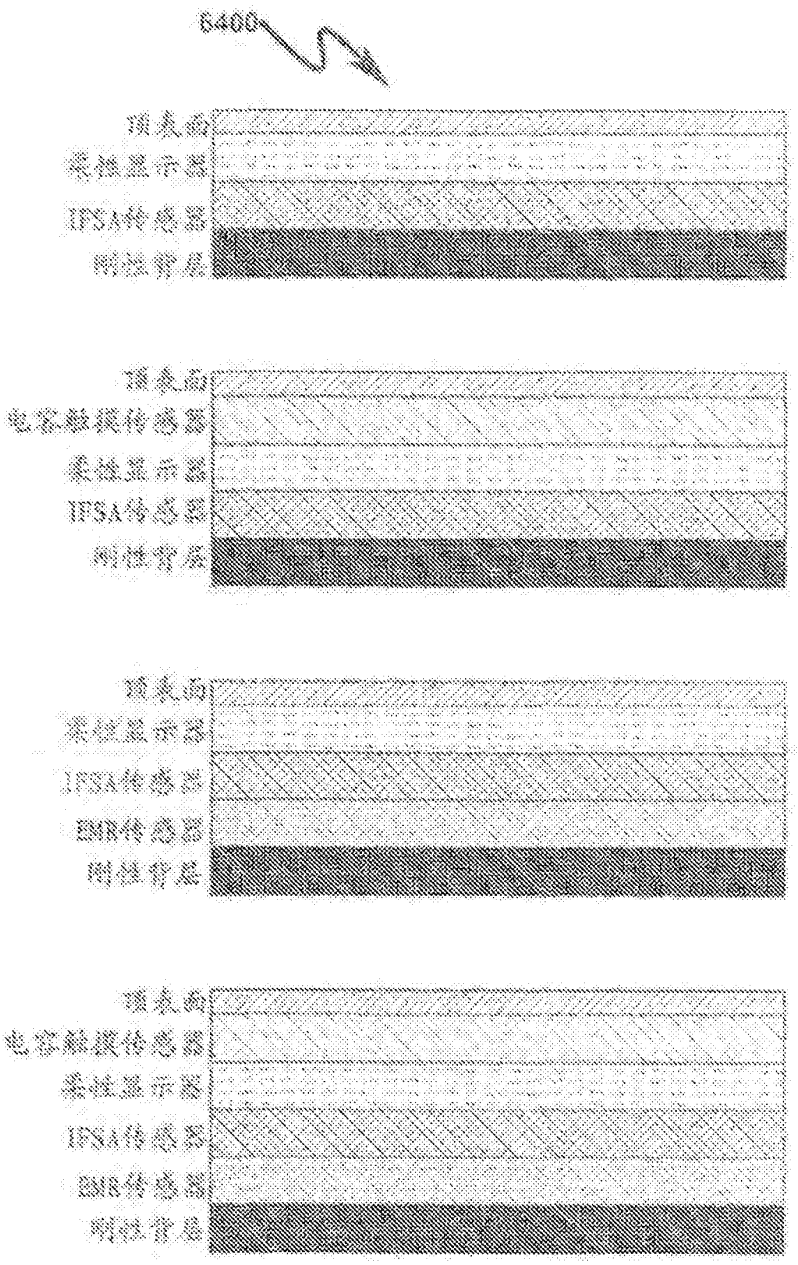

6400
顶表面
柔性显示器
IFSA传感器
刚性背层
顶表面
电容触摸传感器
柔性显示器
IFSA传感器
刚性背层
顶表面
柔性显示器
IFSA传感器
EMR传感器
刚性背层
顶表面
电容触摸传感器
柔性显示器
IFSA传感器
EMR传感器
刚性背层

图64

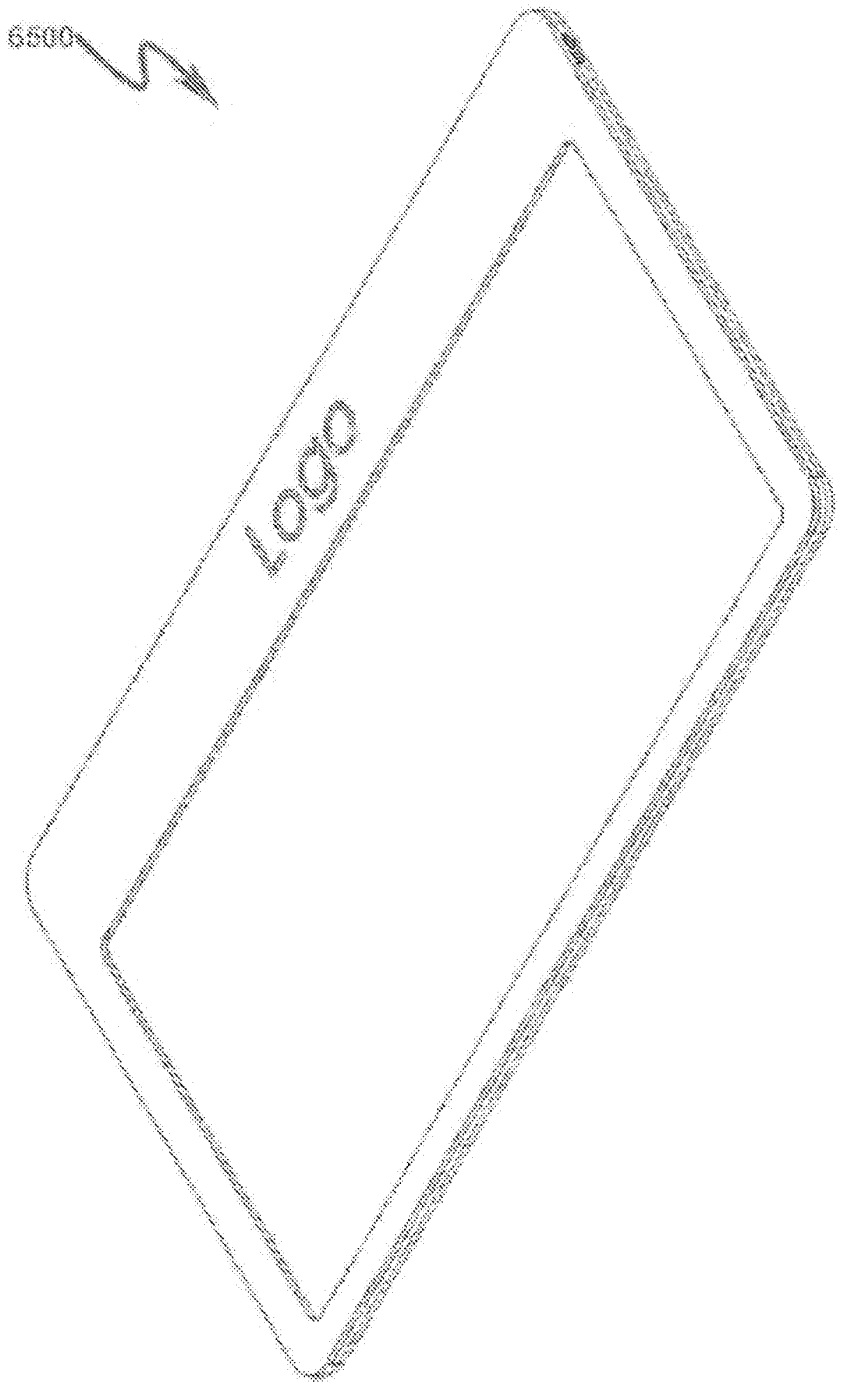


图65

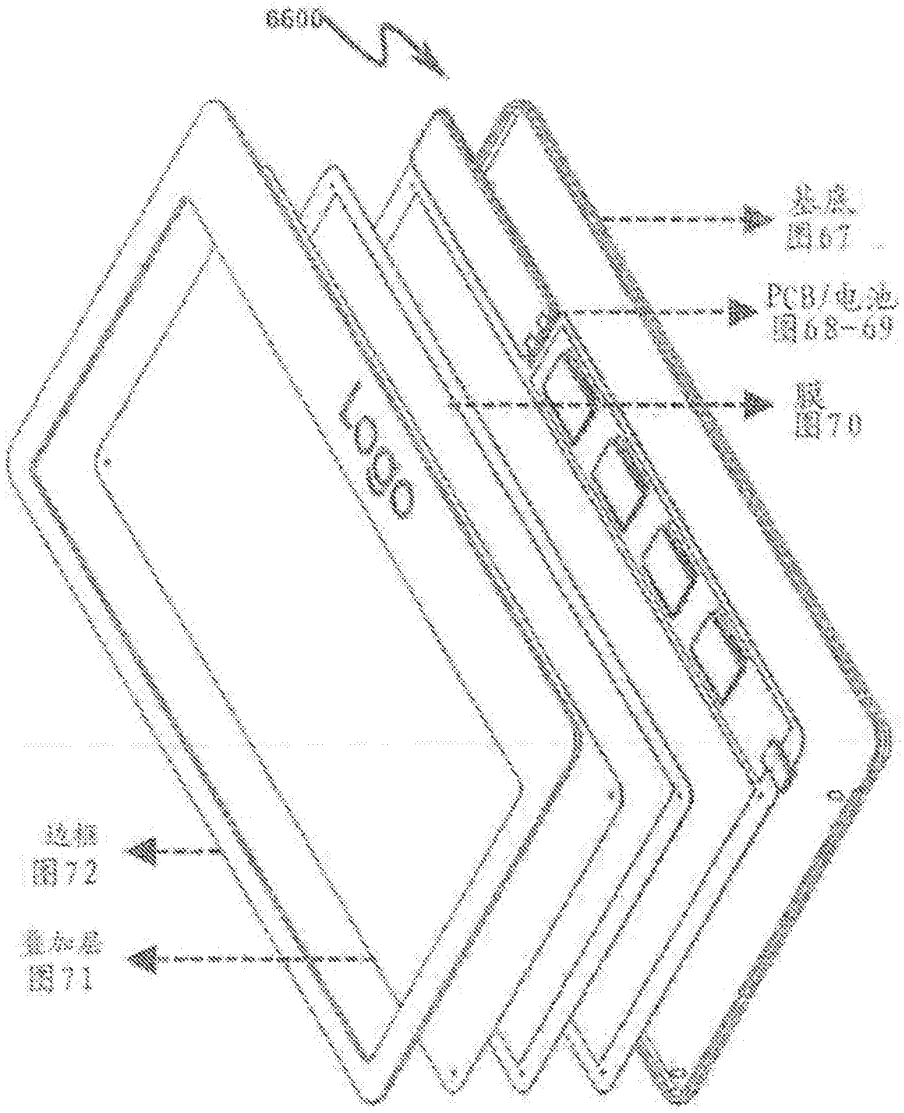


图66

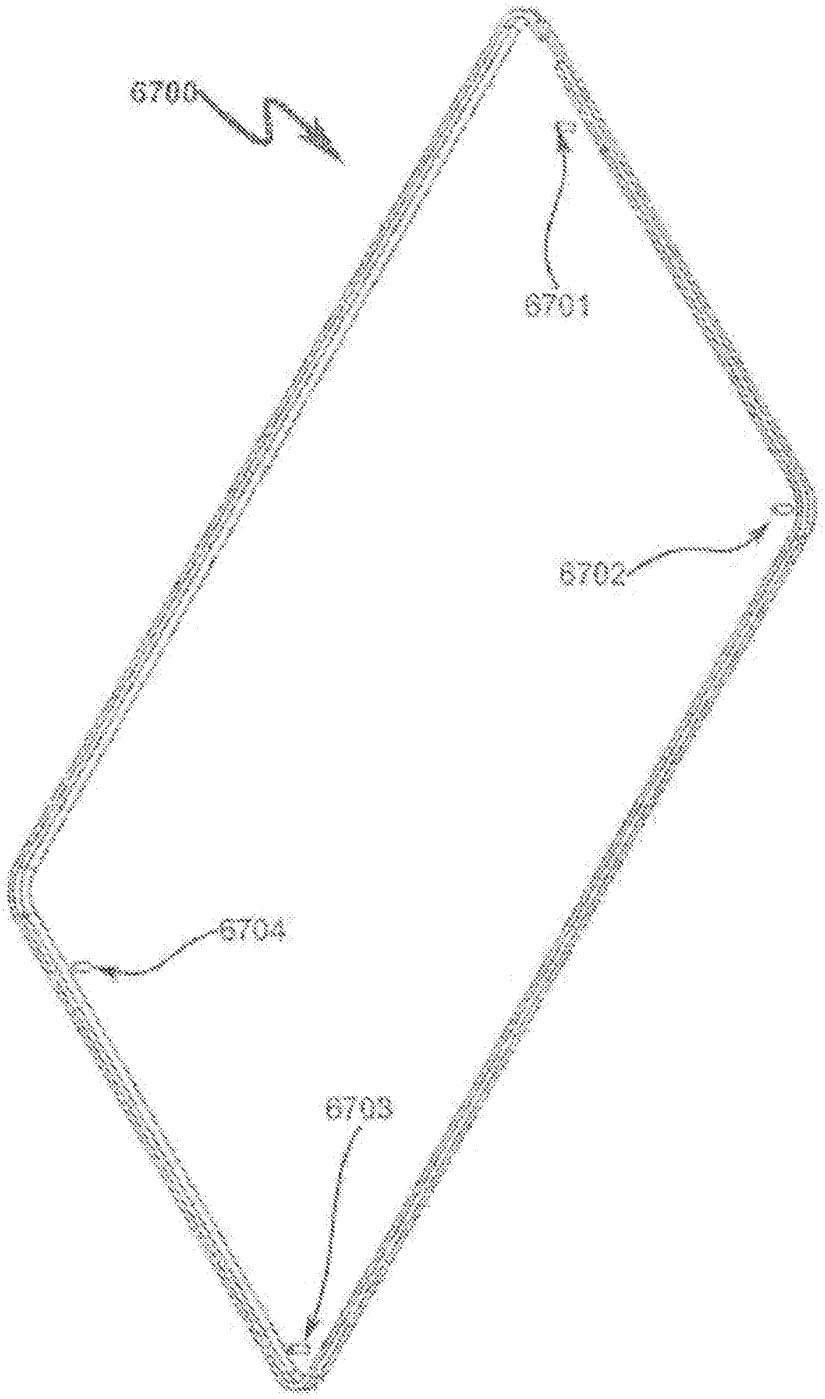


图67

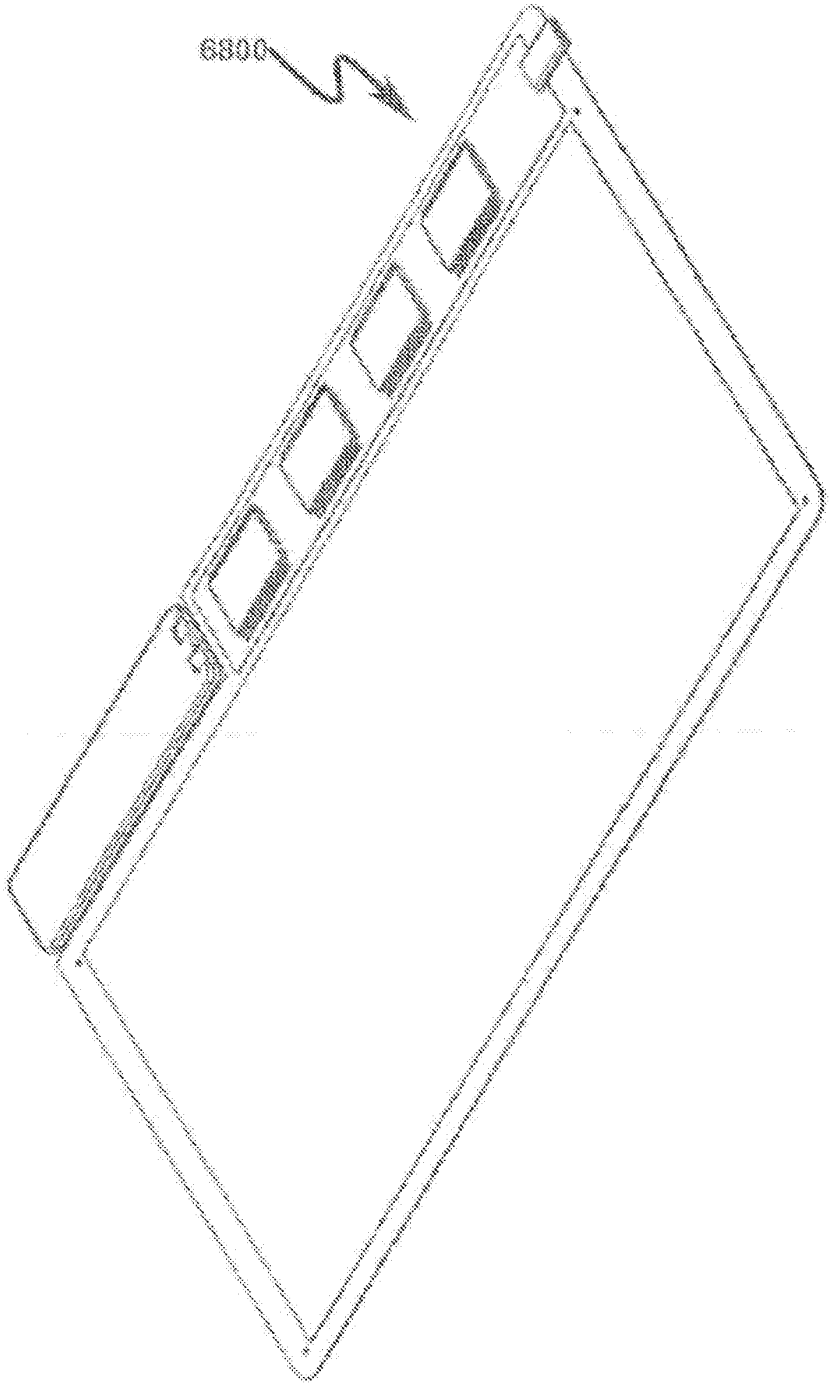


图68

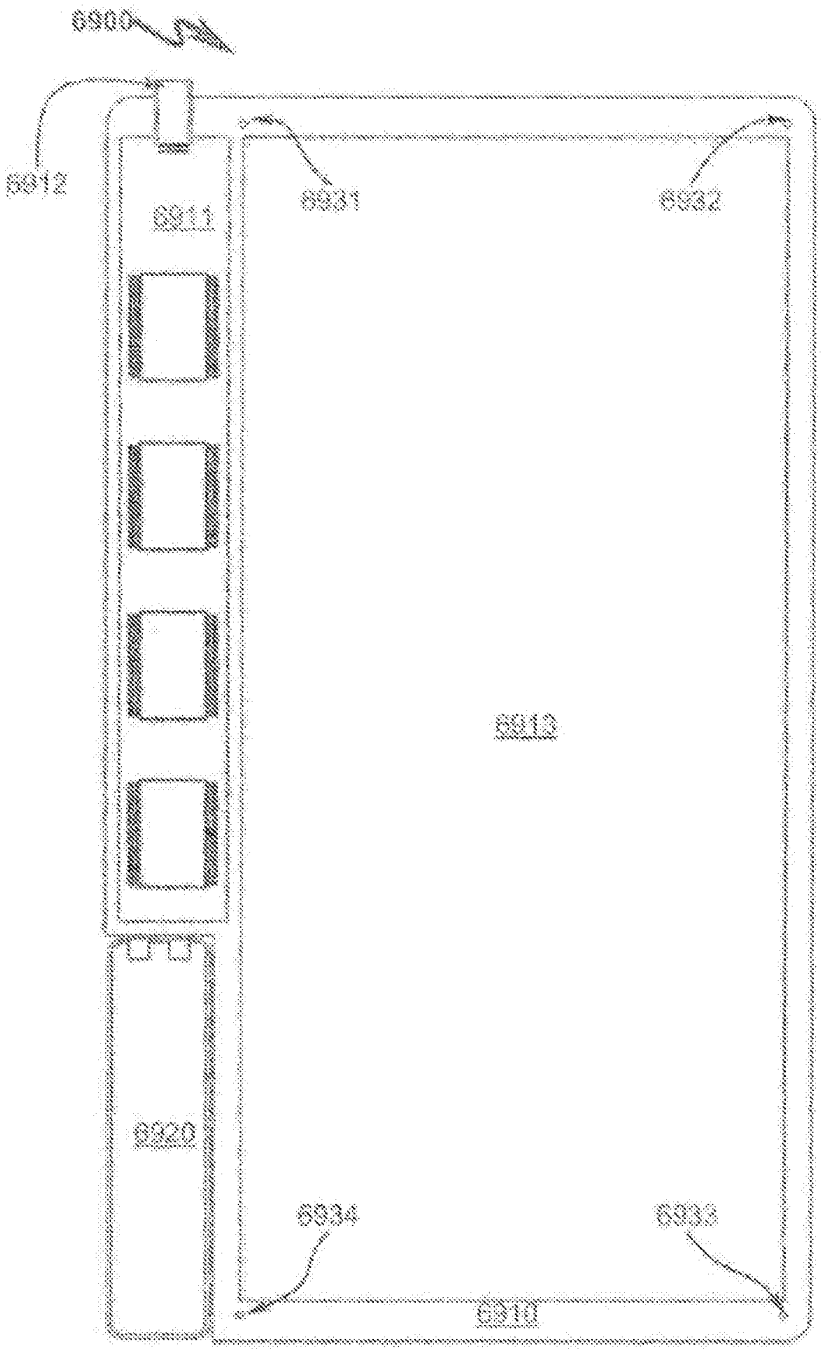


图69

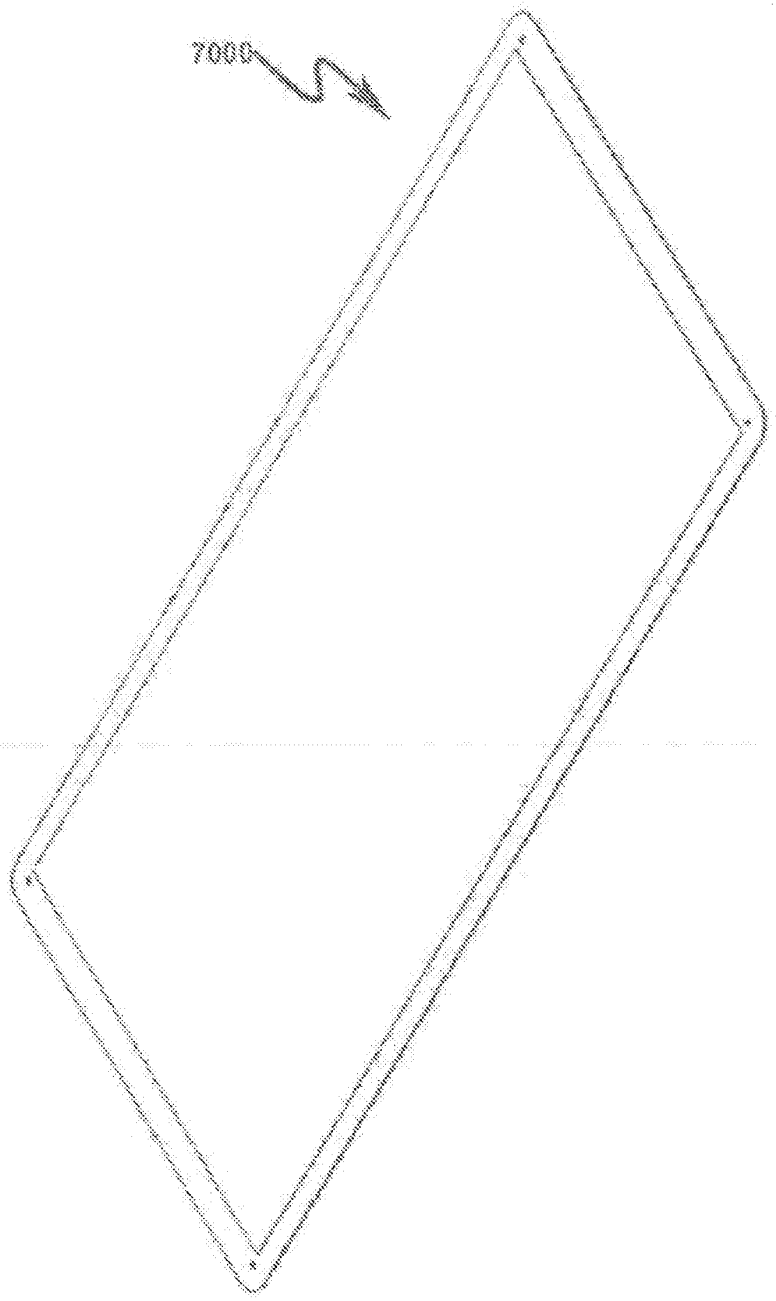


图70

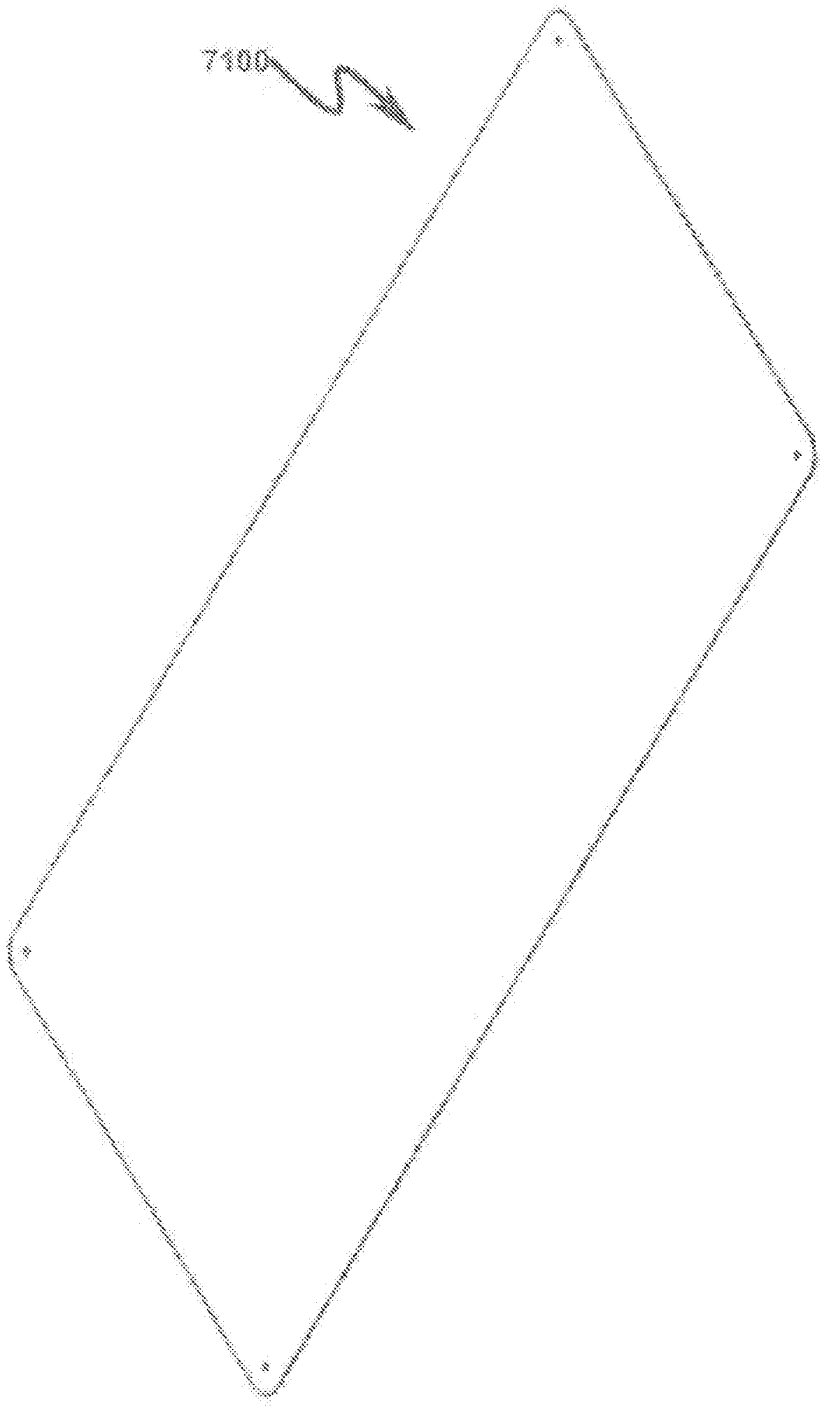


图71

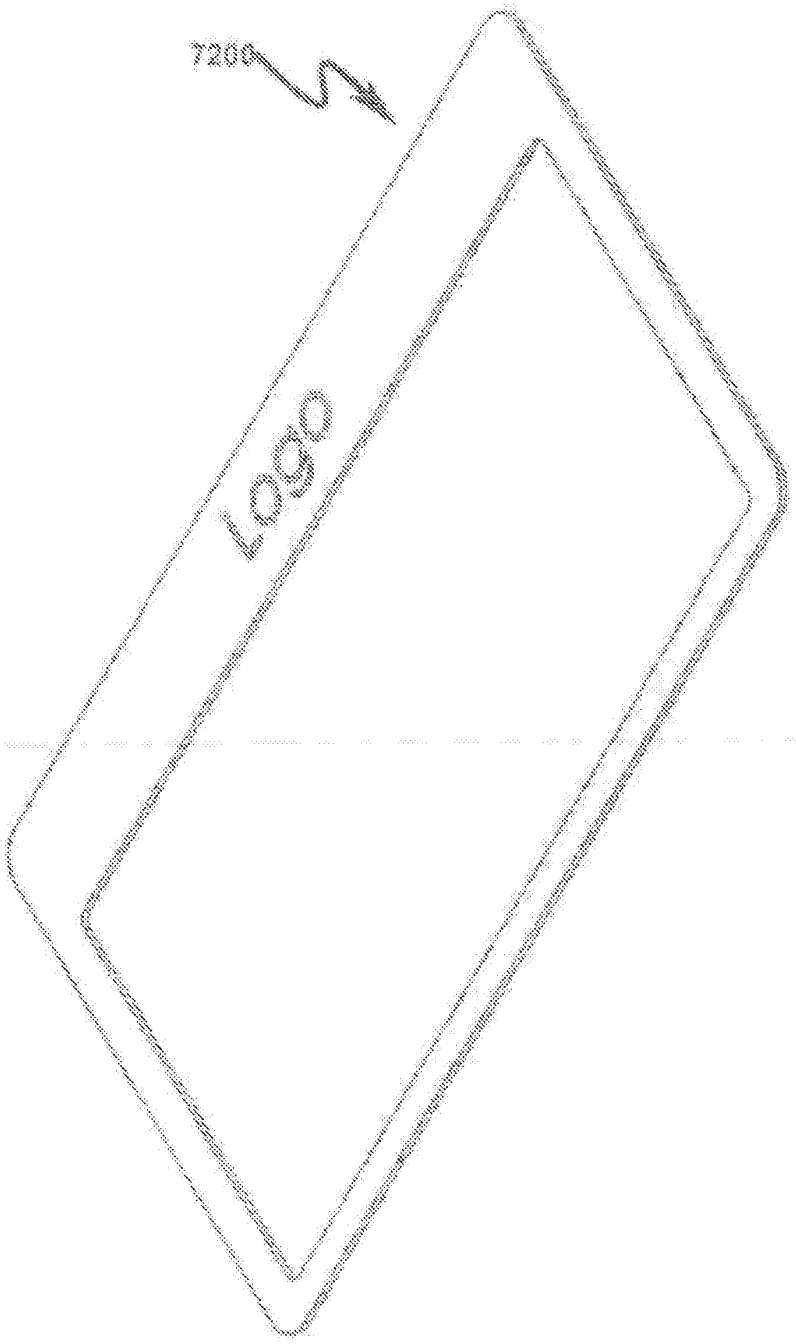


图72

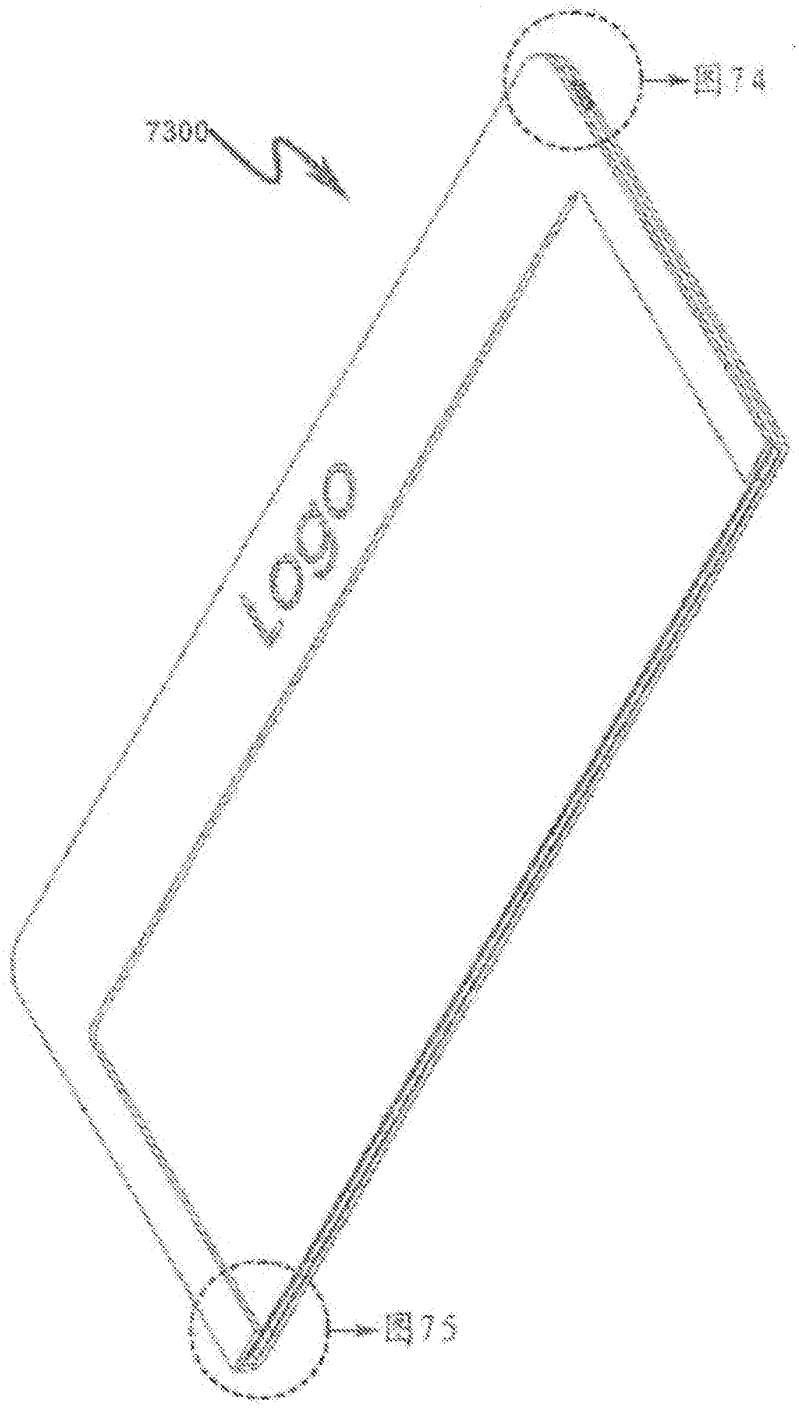


图73

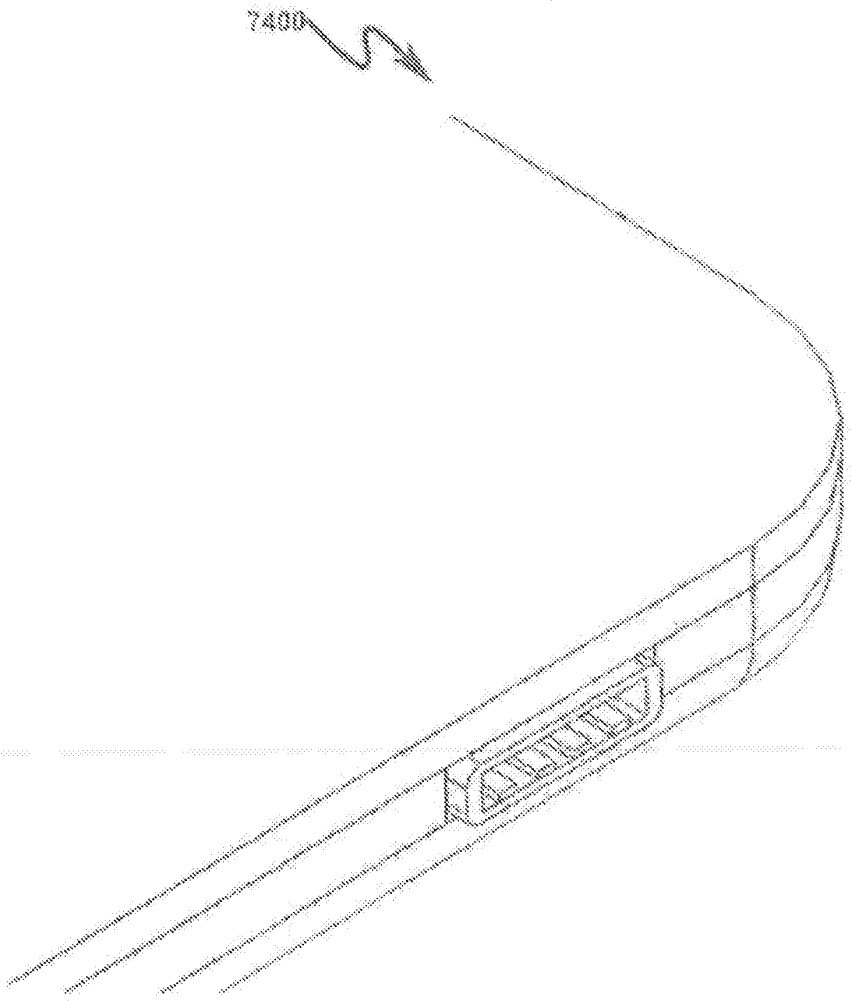


图74

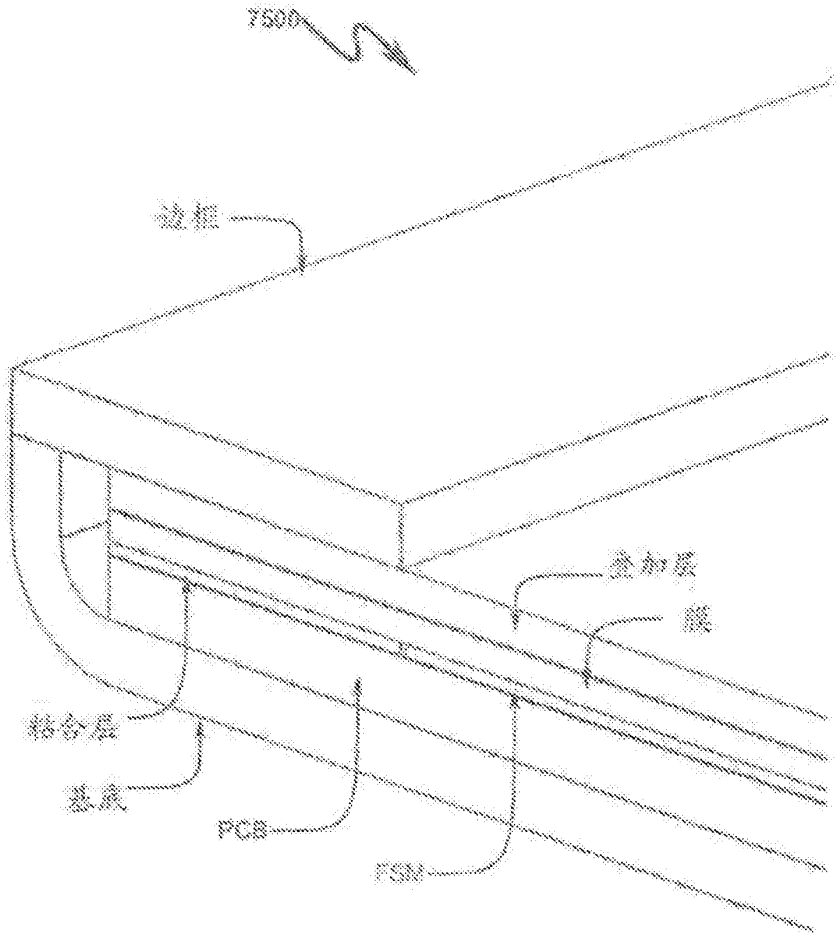


图75

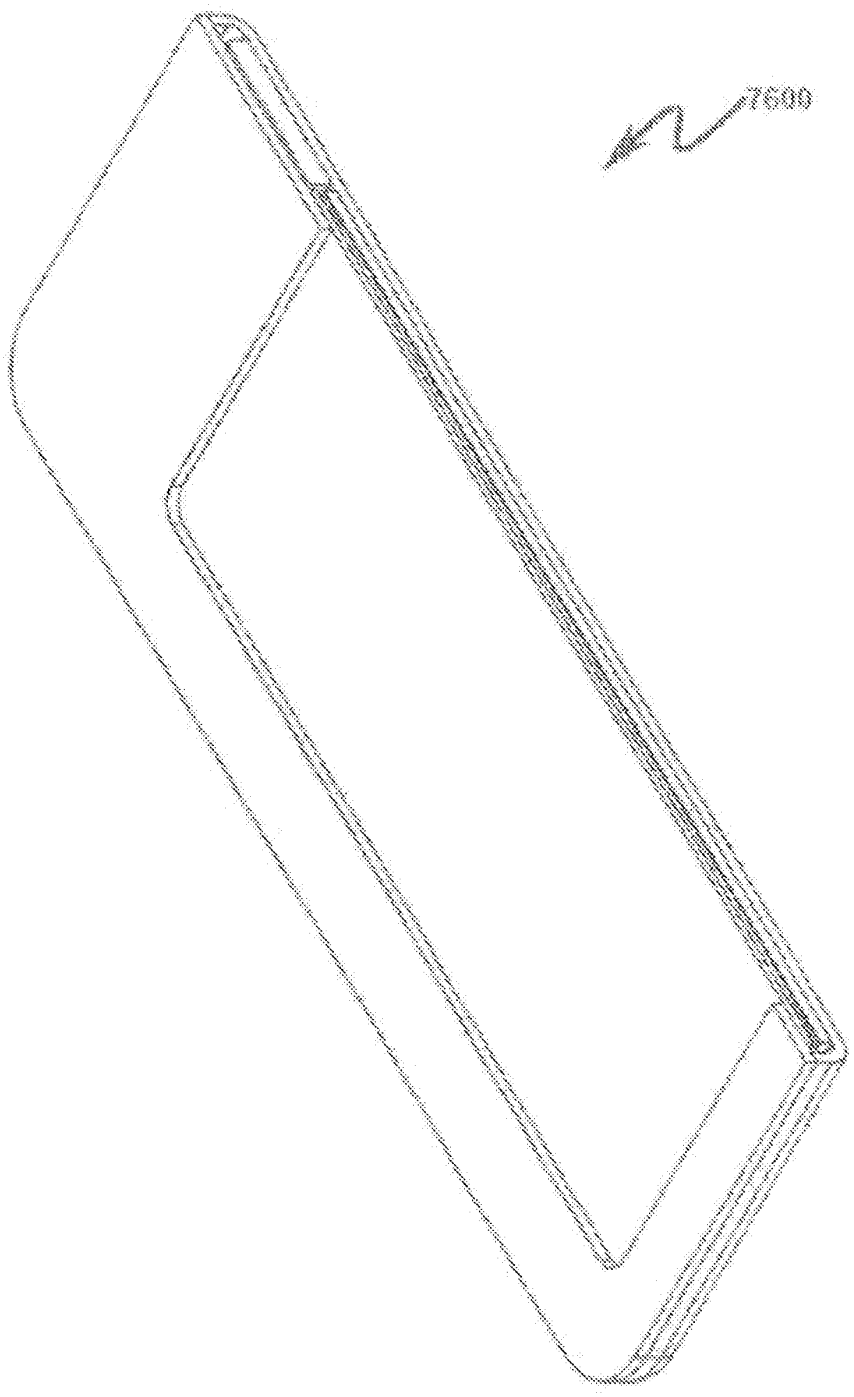


图70

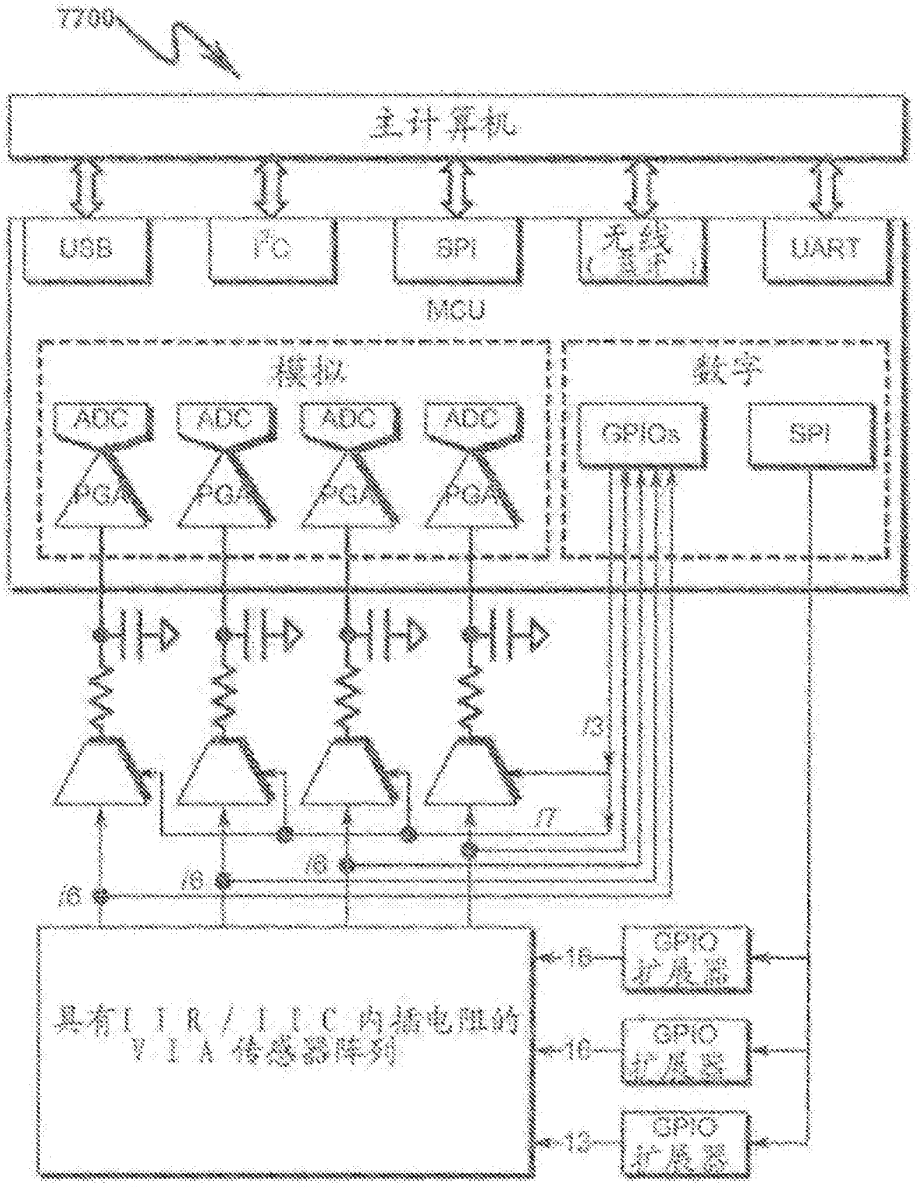

7700
主计算机
USB
I²C
SPI
无线
UART
MCU
模拟
数字
ADC
ADC
ADC
ADC
PGA
PGA
PGA
PGA
GPIOs
SPI
/3
/7
/8
/6
/6
具有LIR/LIC内插电阻的
VIA传感器阵列
16
10
12
GPIO
扩展器
GPIO
扩展器
GPIO
扩展器

图77

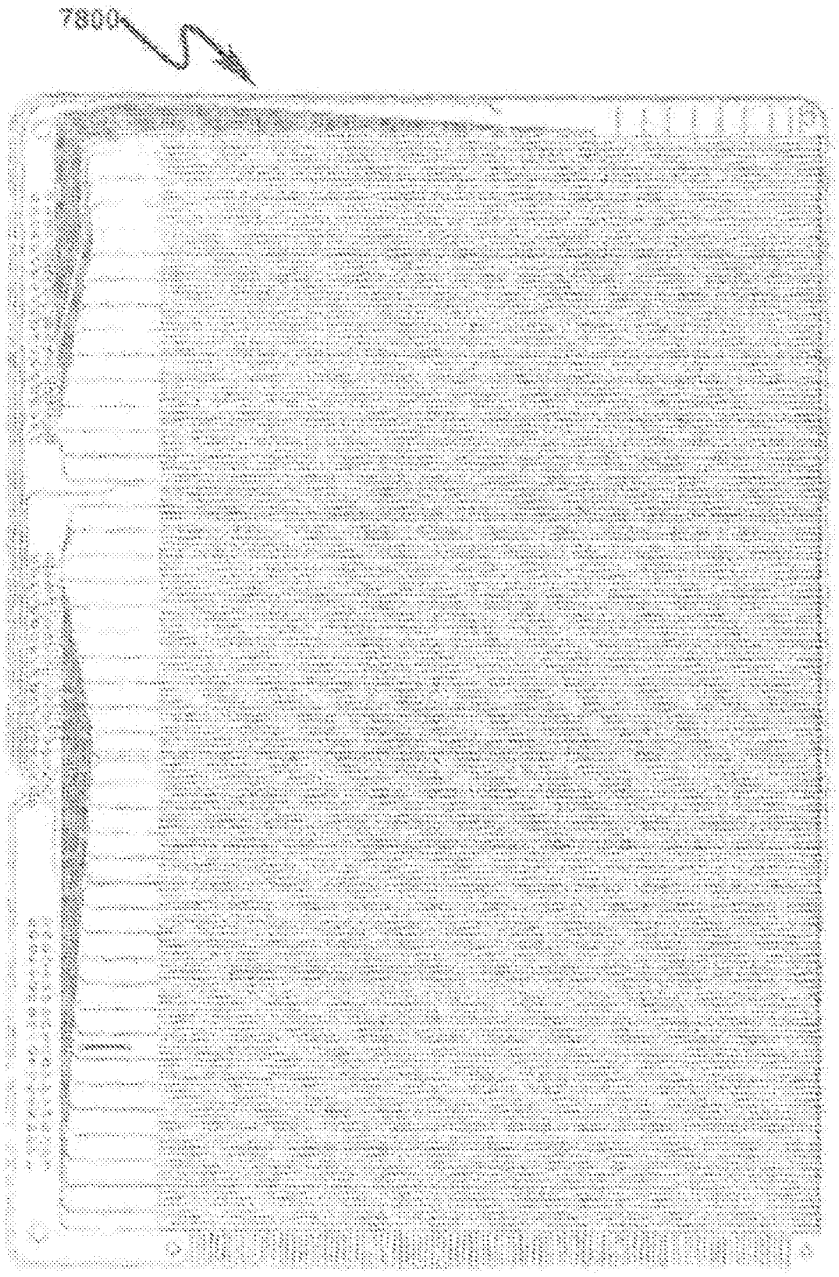


图78

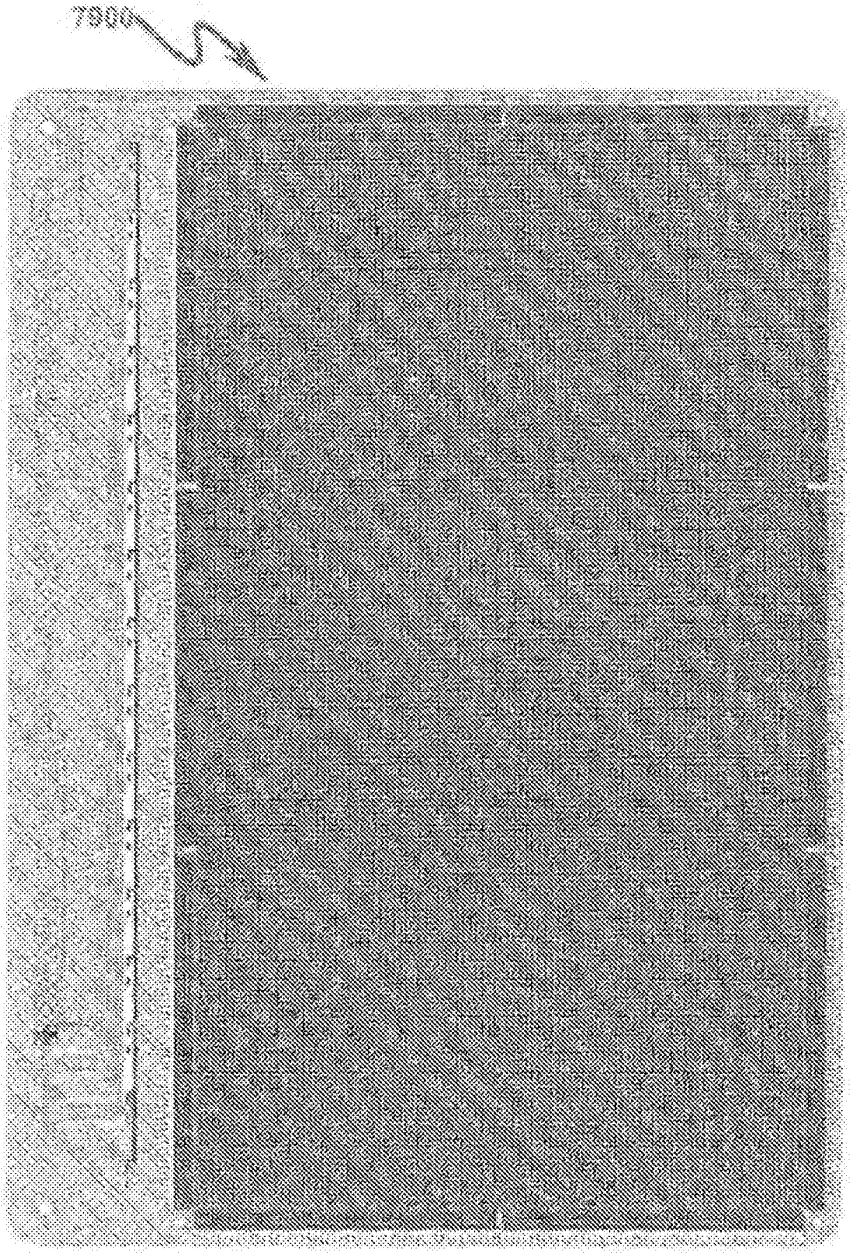


图7b

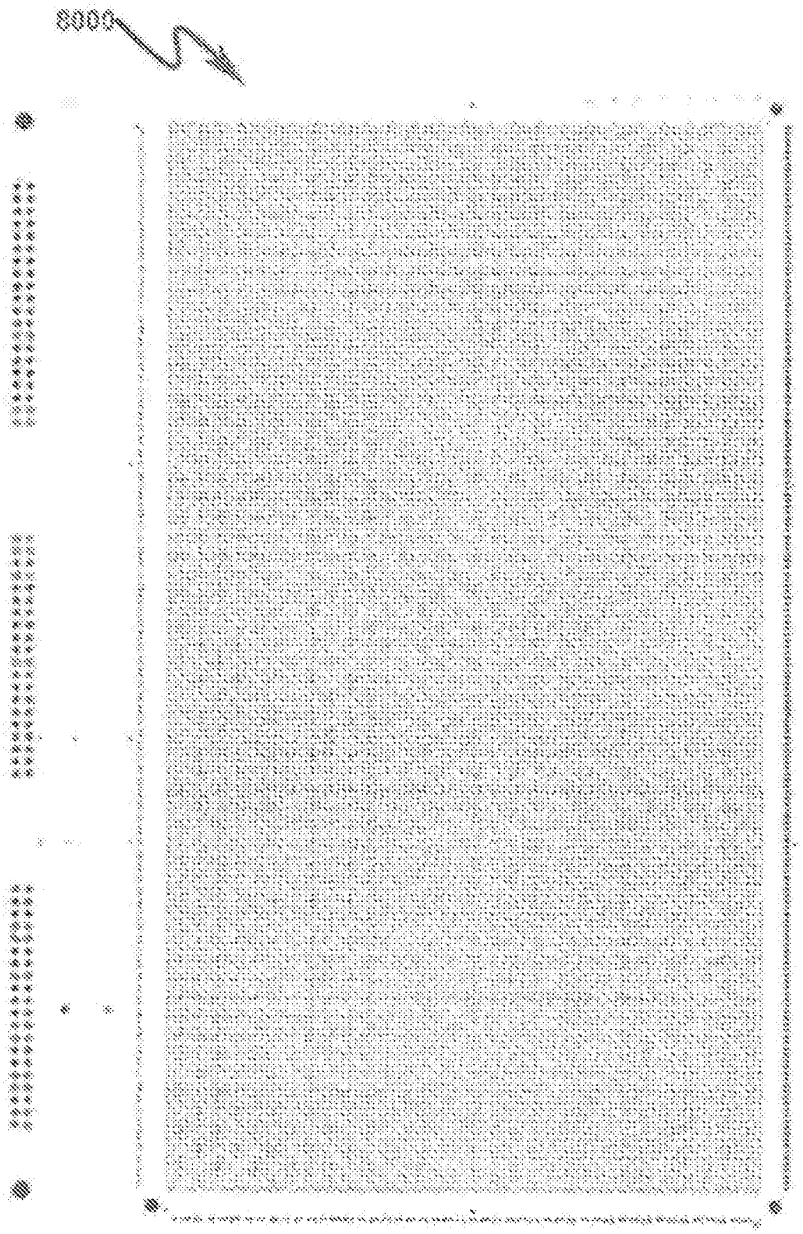
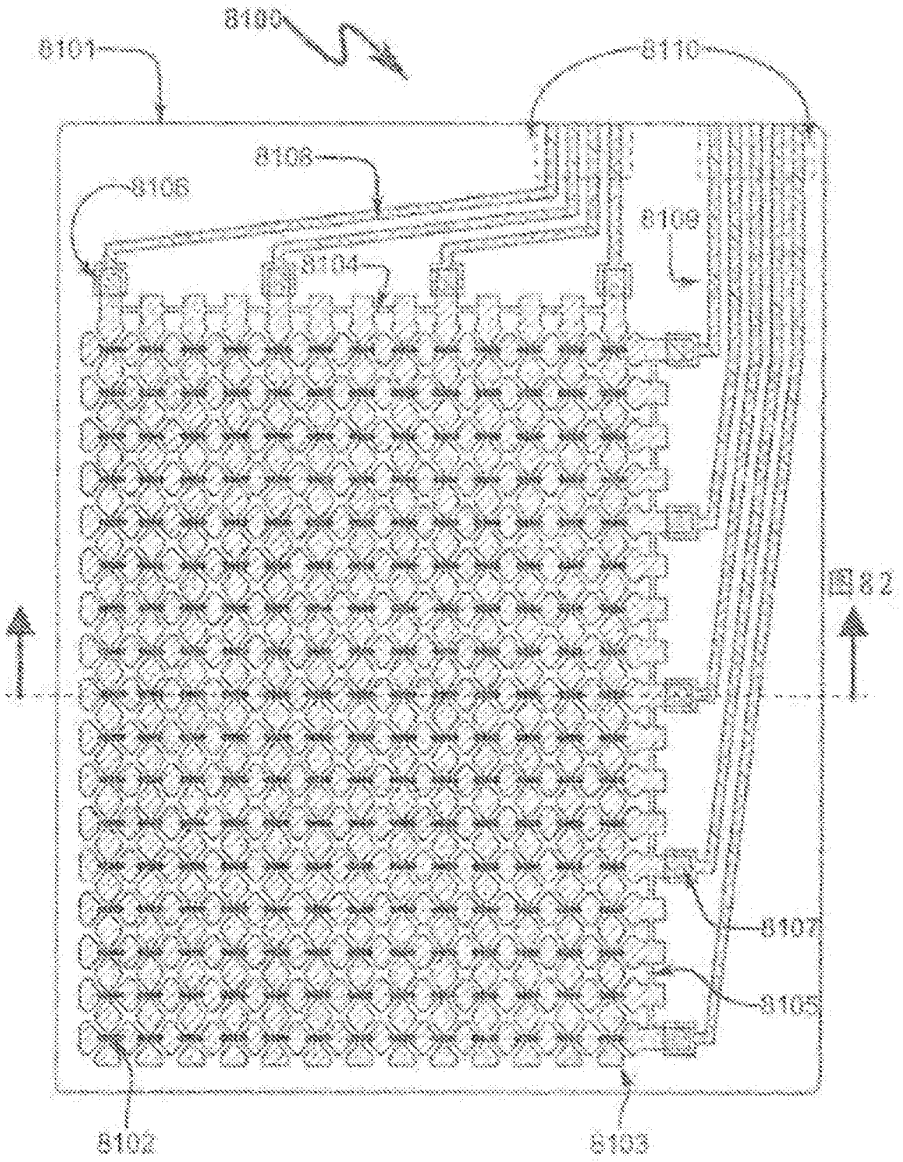


图80



图S1

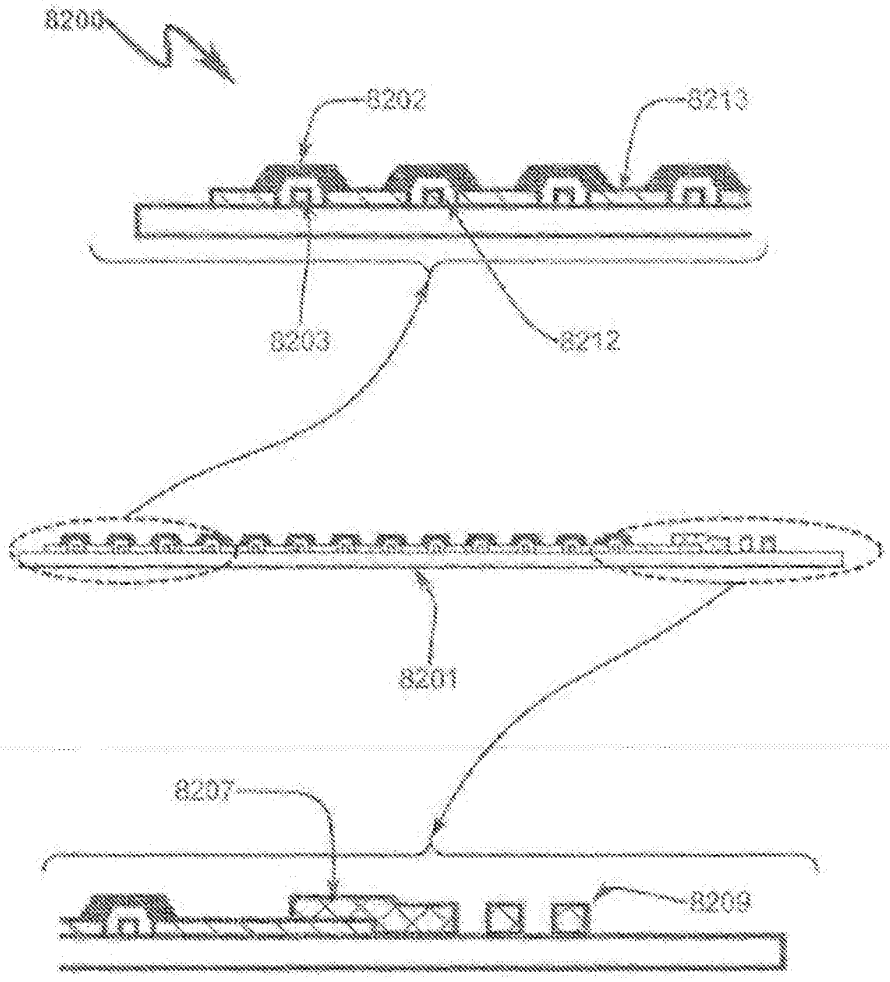


图82

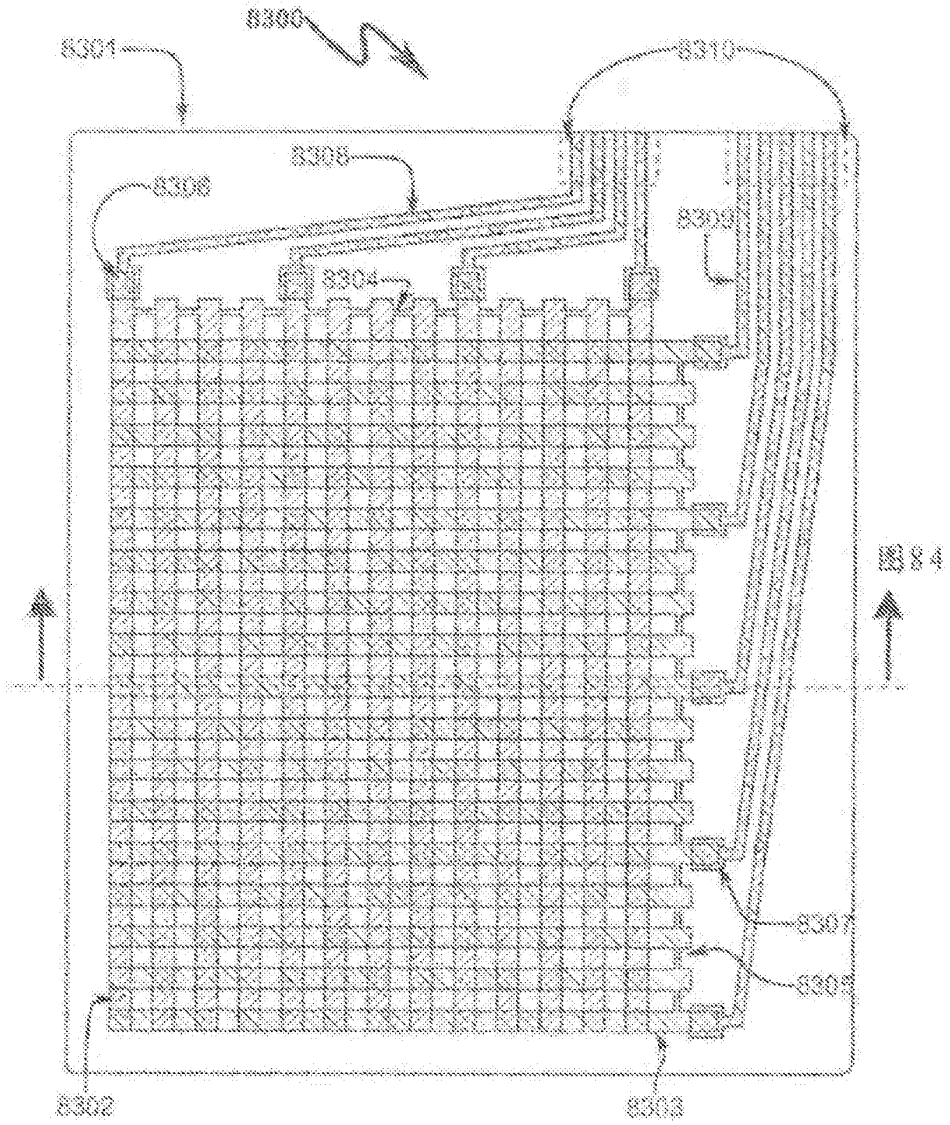

8300
8301
8310
8308
8306
8309
8304
图84
图84
8307
8305
8302
8303

图83

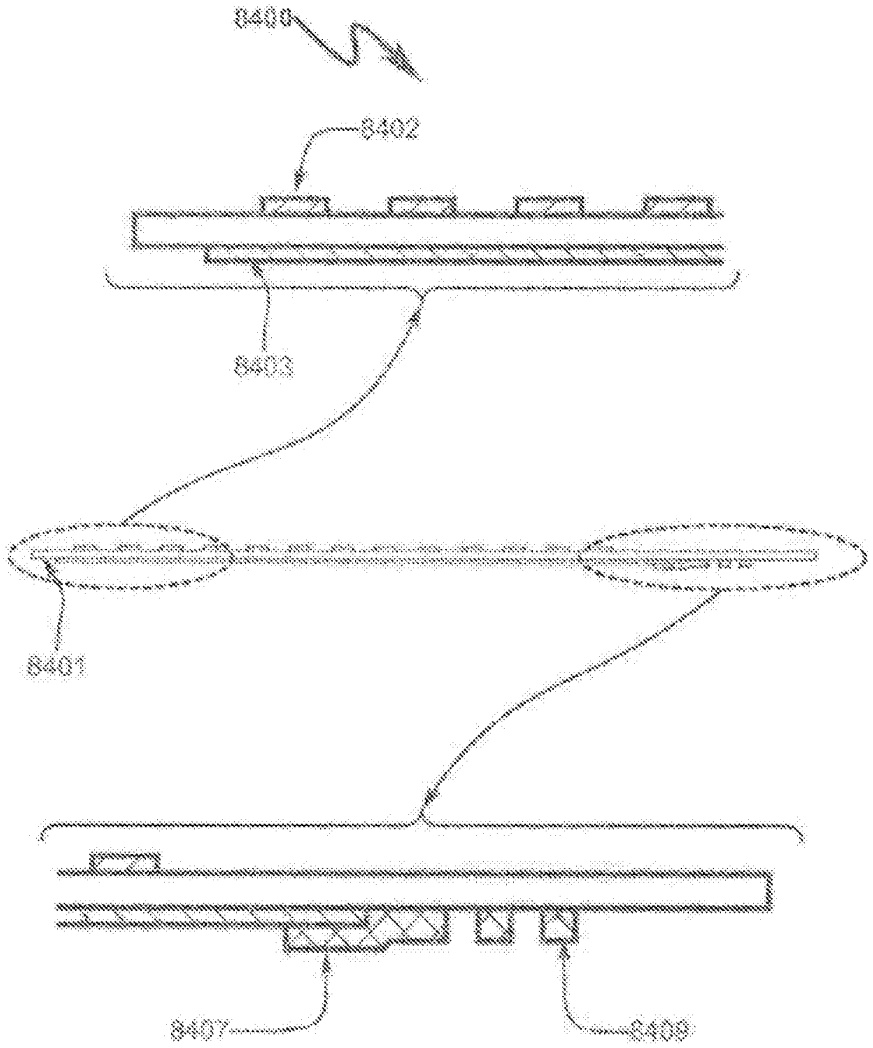


图84

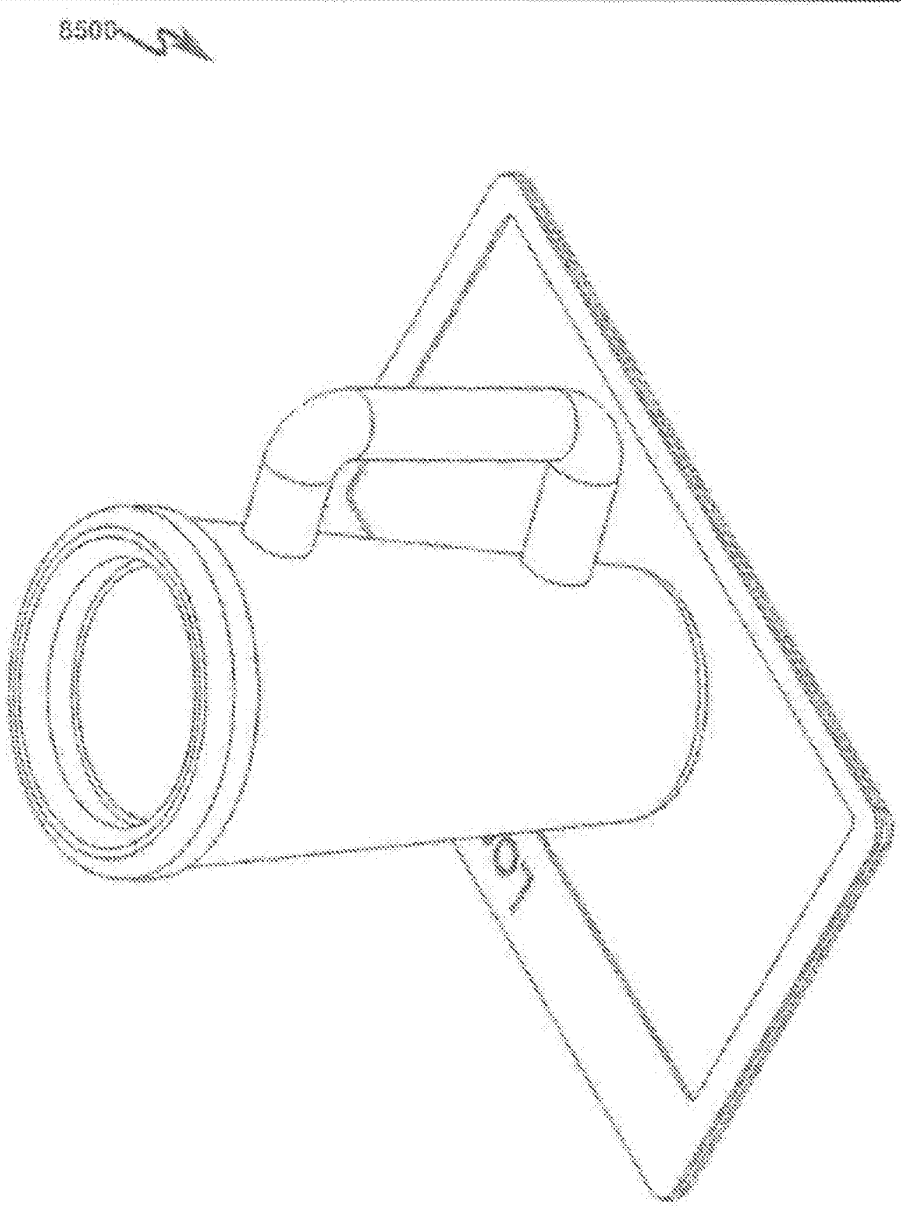


图85

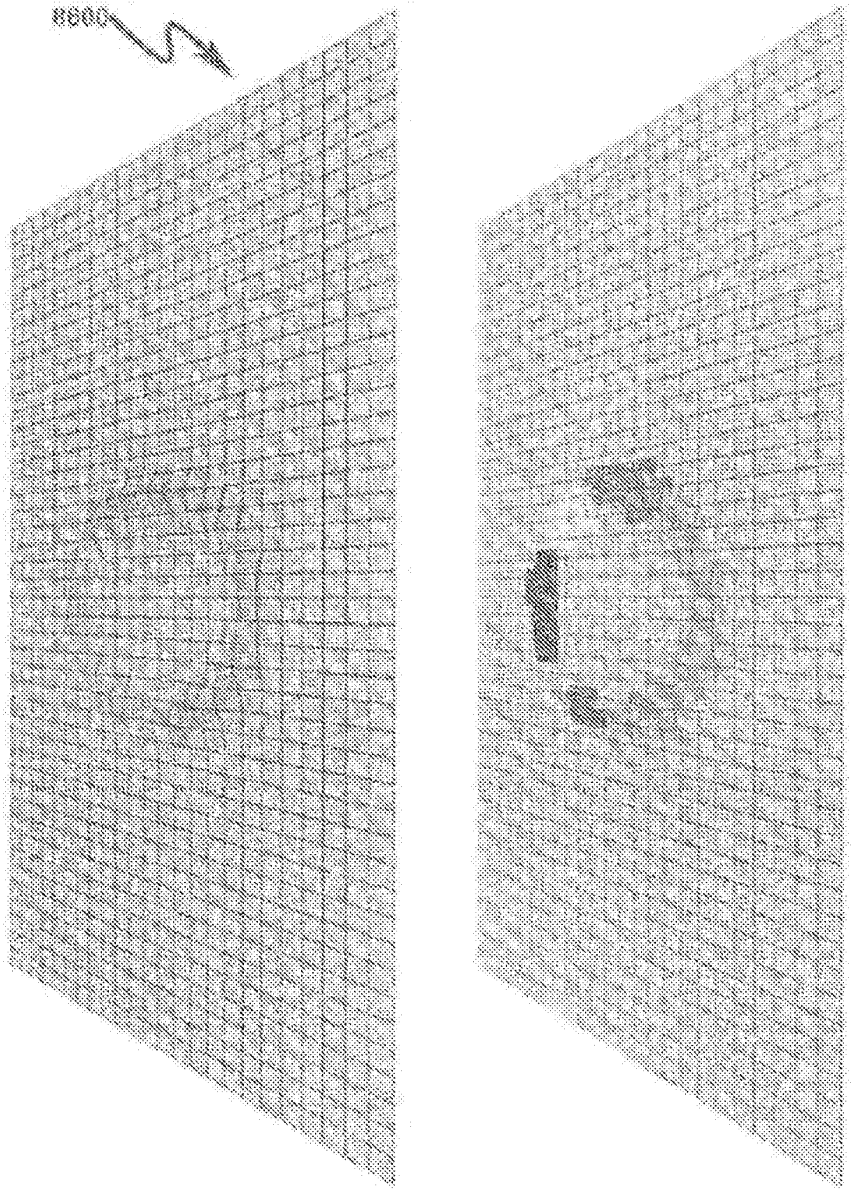


图18

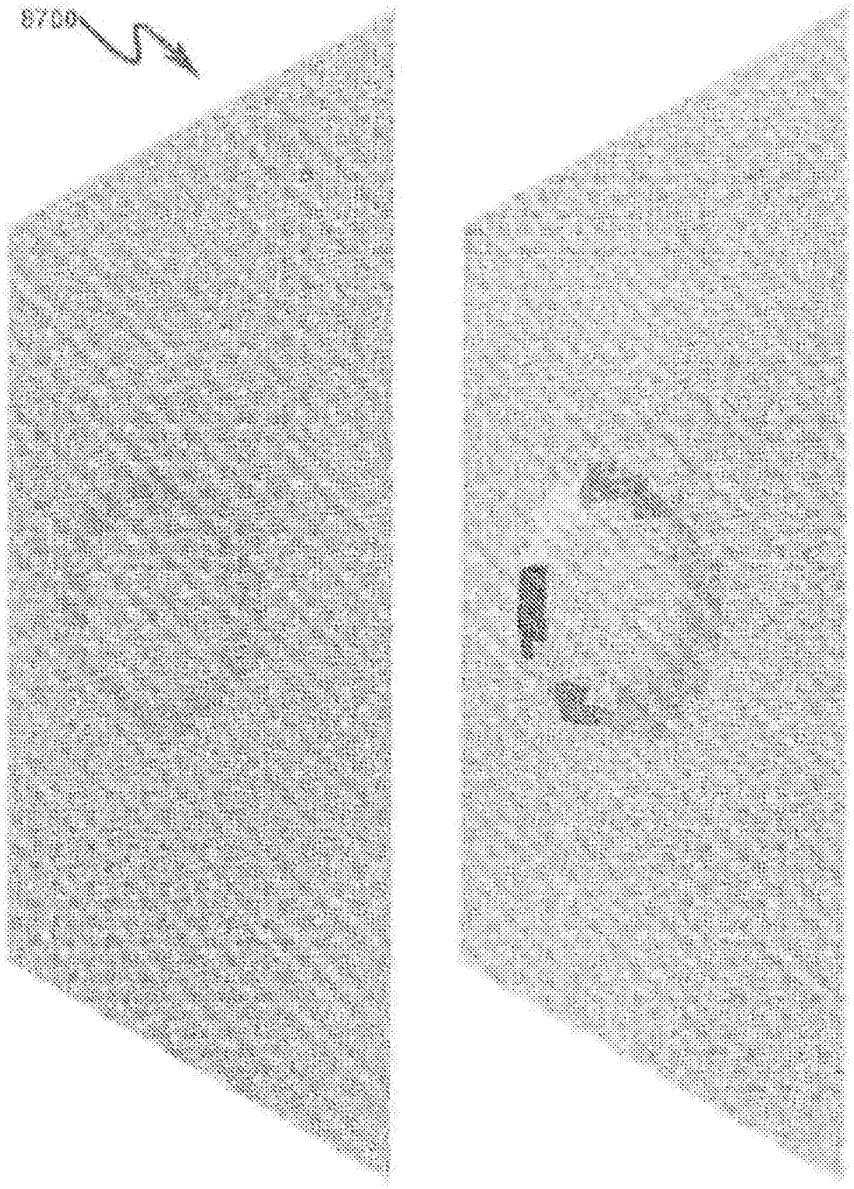


图87

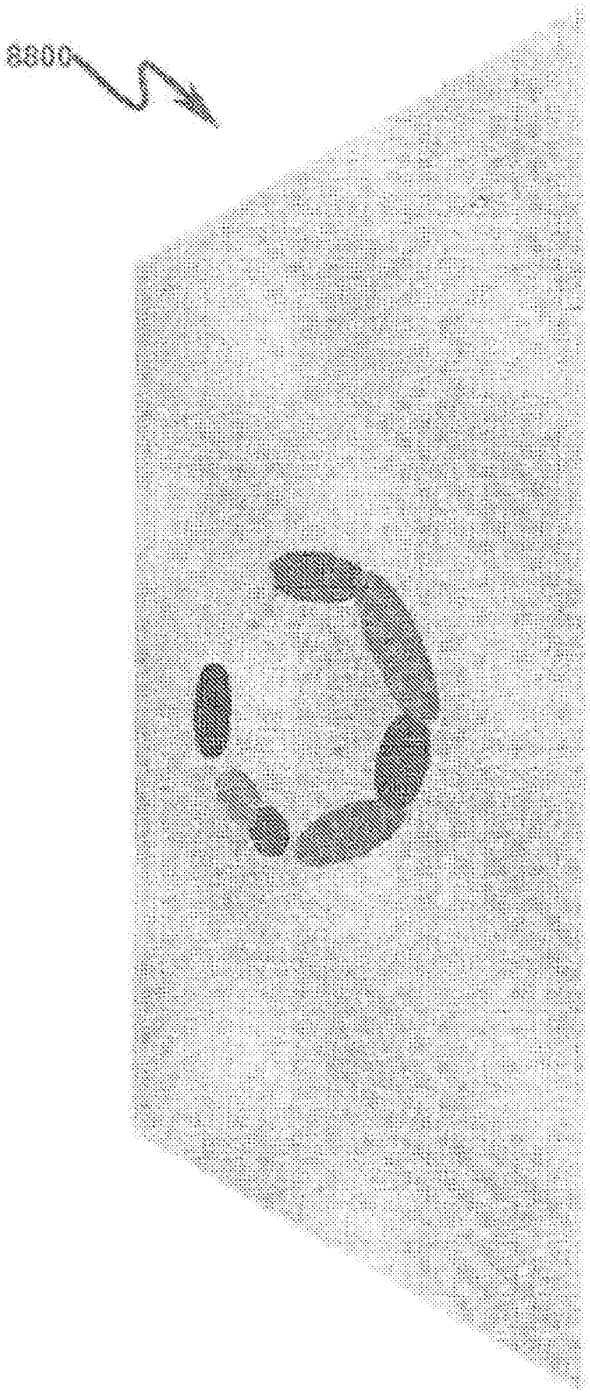


图80

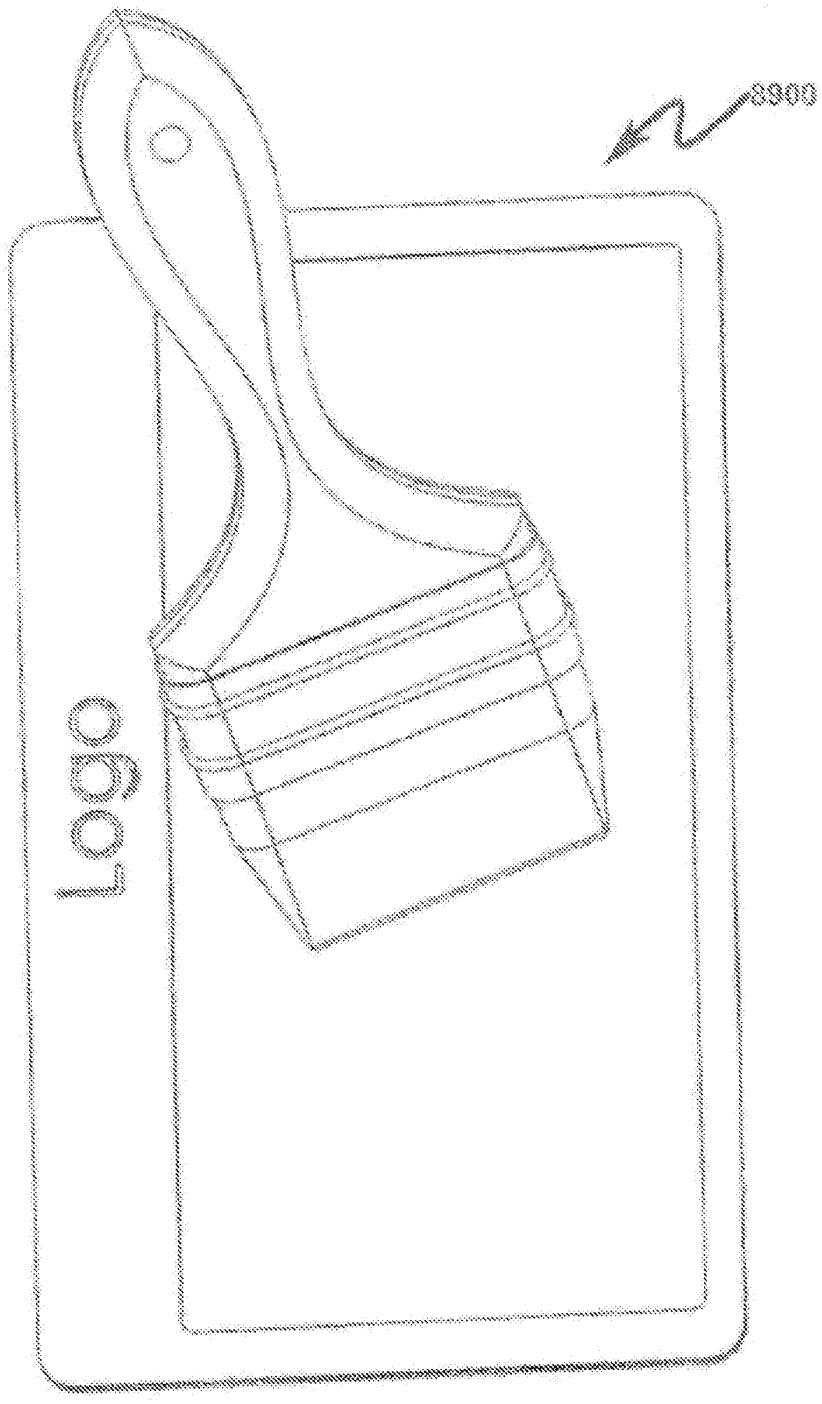


图89

170

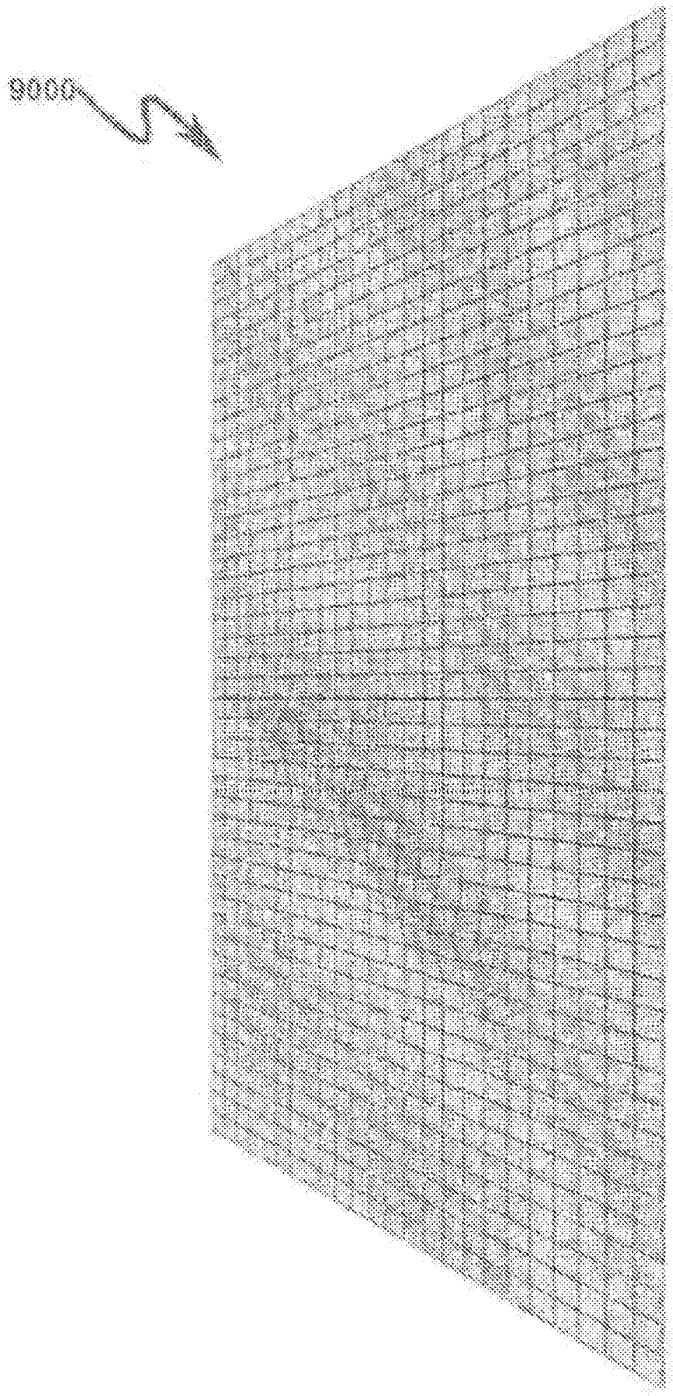


图50

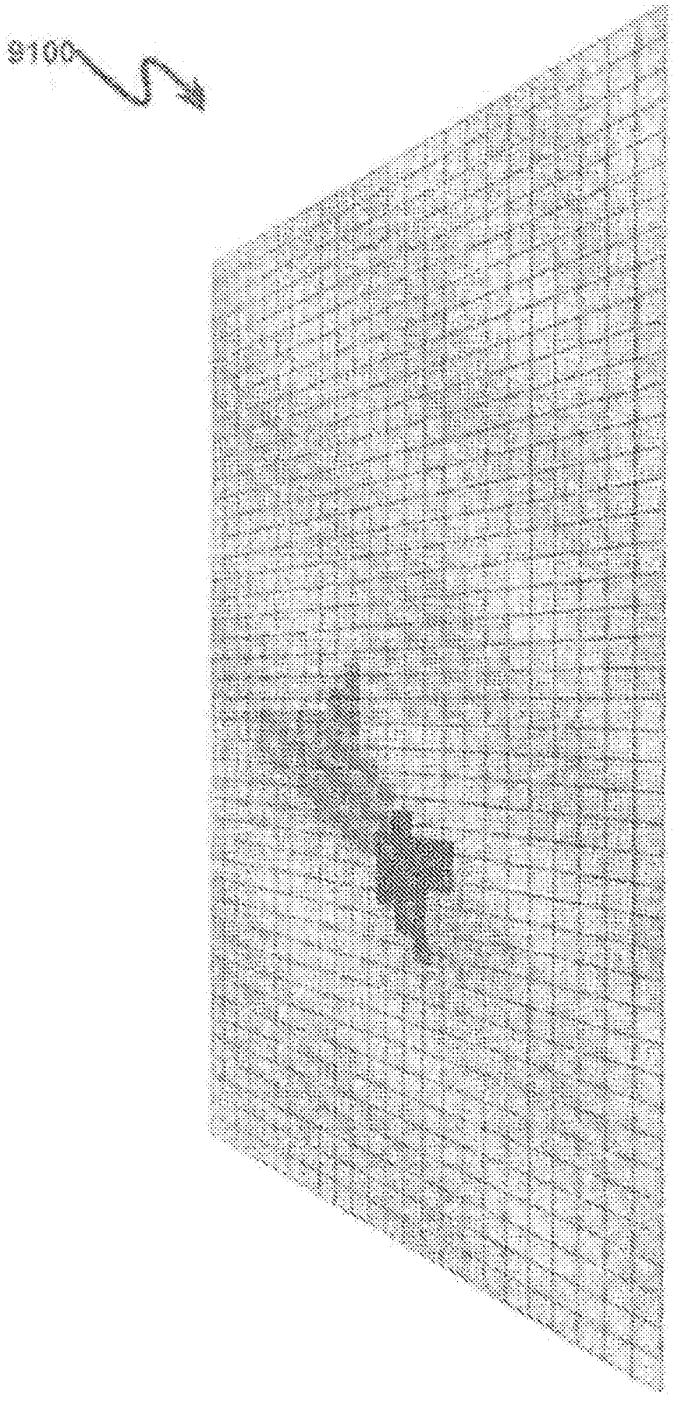


图91

172

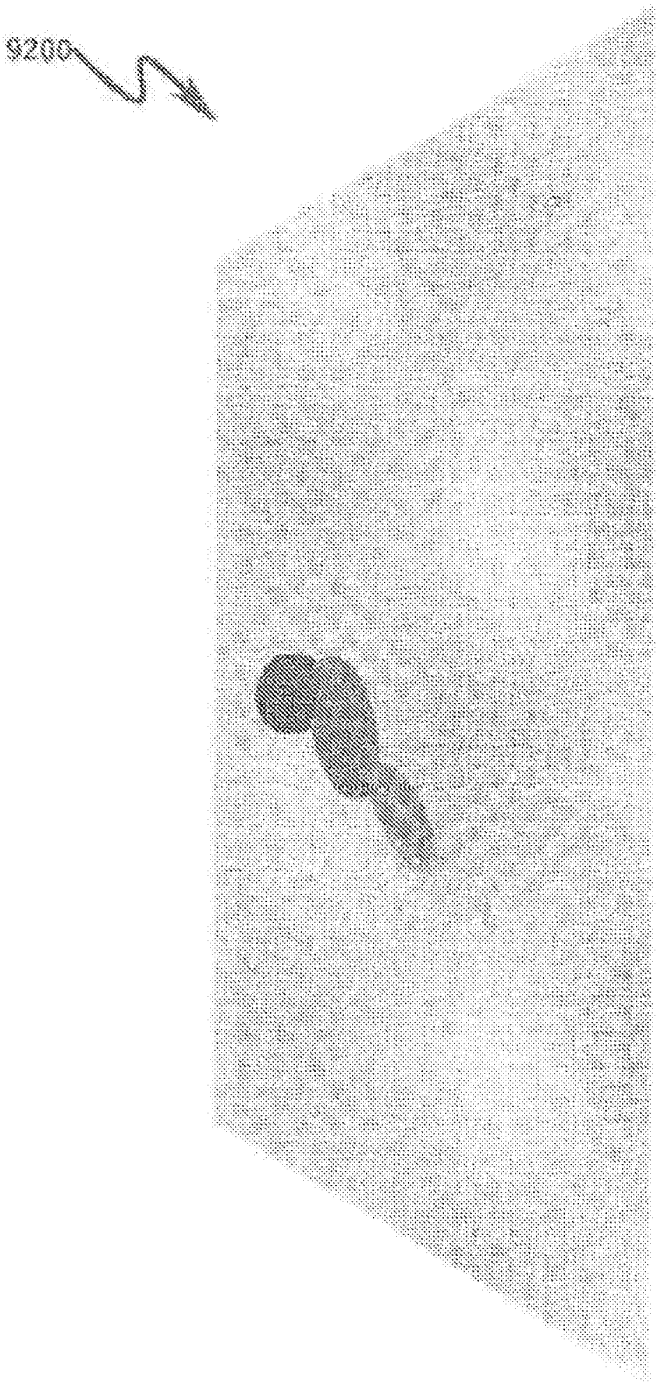


图92

Espacenet

Bibliographic data: CN205680056 (U) — 2016-11-09

Electronic equipment and sense of touch structure that is used for providing tactile output for electronic equipment

Inventor(s): E A ANGTEMAN; K D GIBBS; D PATEL; F W OU; D W WRIGHT; S R MCCLURE; I ROBERT ± (E·A·昂特曼, ; K·D·吉布斯, ; D·帕特尔, ; F·W·欧, ; D·W·赖特, ; S·R·麦克卢尔, ; I·罗贝尔)

Applicant(s): APPLE INC ± (苹果公司)

Classification: - international: ***G06F3/01***
- cooperative: **G06F3/016 (EP, US)**; **G06F3/04144 (EP, US)**; **H01L41/09 (US)**; **H01L41/1132 (US)**; **H04B1/3827 (US)**

Application number: CN201620521020U 20160415

Priority number(s): US201562149284P 20150417 ; US201562152400P 20150424 ; US201562235445P 20150930

Also published as: AU2016100399 (A4) AU2016100399 (B4) AU2016100850 (A4) AU2016100850 (B4) AU2017100617 (A4) AU2017100617 (B4) US10481691 (B2) US2016306423 (A1) US2020026359 (A1) WO2016168424 (A1) less

Abstract of CN205680056 (U)

This paper discloses electronic equipment and sense of touch structure that is used for providing tactile output for electronic equipment. In some embodiments, electronic equipment includes by the actuator of structure for moving on the first direction. Electronic equipment is still including the base plate that is couple to the actuator. Shift up the measured time at the first direction when the actuator, base plate or base plate partly owing to be couple to the actuator in the rebound of second side. In some embodiment, the removal of the removal perpendicular to actuator of base plate.

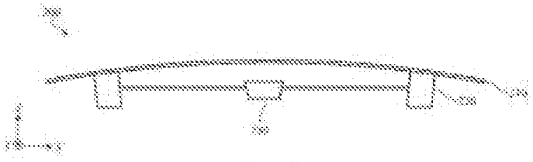


FIG. 3B

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205680056 U
(45)授权公告日 2016.11.09

(21)申请号 201620621020.8

(22)申请日 2016.04.15

(30)优先权数据
62/149,284 2015.04.17 US
62/152,400 2015.04.24 US
62/235,445 2015.09.30 US

(51)Int.Cl.
G06F 3/01(2006.01)

(73)专利权人 苹果公司
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 E·A·易特曼 K·D·吉布斯
D·帕特尔 F·W·欧
D·W·赖特 S·R·麦克卢尔
I·罗贝尔

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 金晓

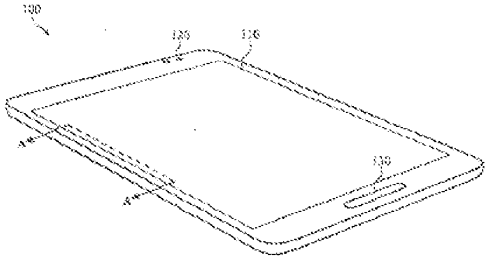
权利要求书2页 说明书21页 附图21页

(54)实用新型名称

电子设备和用于为电子设备提供触觉输出的触觉结构

(57)摘要

本文公开了电子设备和用于为电子设备提供触觉输出的触觉结构。在一些实施例中，所述电子设备包括被构造为在第一方向上移动的致动器。所述电子设备还包括耦接到致动器的基板。当致动器在第一方向上移动时，基板或基板的一部分由于耦接到致动器而在第二方向上移动。在一些实施方式中，基板的移动垂直于致动器的移动。



CN 205680056 U

1.一种电子设备,包括:

第一致动器,被构造为响应于输入而收缩;以及

基板,耦接到所述第一致动器,所述基板被构造为响应于所述第一致动器收缩而弯曲,从而致使所述电子设备的表面的至少一部分弯曲,这在所述表面上提供了定位的触觉输出。

2.如权利要求1所述的电子设备,其中,所述表面是所述电子设备的防护玻璃。

3.如权利要求1所述的电子设备,其中,所述表面是所述电子设备的壳体。

4.如权利要求1所述的电子设备,进一步包括力感测元件。

5.如权利要求4所述的电子设备,其中,所述力感测元件与所述第一致动器共面。

6.如权利要求1所述的电子设备,其中,所述第一致动器是压电致动器。

7.如权利要求1所述的电子设备,进一步包括耦接到所述基板的第二致动器。

8.如权利要求7所述的电子设备,其中,所述第一致动器和所述第二致动器基本上同时弯曲。

9.如权利要求7所述的电子设备,其中,所述第一致动器和所述第二致动器被布置成图案。

10.如权利要求7所述的电子设备,其中,所述第二致动器使所述定位的触觉输出衰减。

11.如权利要求7所述的电子设备,其中,所述第二致动器使所述定位的触觉输出增强。

12.如权利要求7所述的电子设备,其中,提供给所述第一致动器的输入信号大于提供给所述第二致动器的输入信号。

13.如权利要求7所述的电子设备,其中,所述第一致动器在第一时间弯曲,而所述第二致动器在与所述第一时间不同的第二时间弯曲。

14.一种用于为电子设备提供触觉输出的触觉结构,所述触觉结构包括:

压电材料;

第一电极,所述第一电极耦接到所述压电材料的第一侧;

第二电极,所述第二电极耦接到所述压电材料的第二侧;

第一基板,所述第一基板耦接到所述压电材料的第一表面;以及

第二基板,所述第二基板耦接到所述压电材料的第二表面;

其中,向所述压电材料施加激励时,所述第一基板和所述第二基板偏移,以引起所述电子设备的表面的定位的偏移。

15.如权利要求14所述的触觉结构,其中,所述电子设备的所述表面的所述偏移致使触觉输出。

16.如权利要求14所述的触觉结构,其中,所述电子设备的所述表面是防护玻璃。

17.一种电子设备,包括:

防护玻璃;

力感测元件,所述力感测元件能够操作来检测所述防护玻璃上所提供的力的量;以及

触觉结构,耦接到所述防护玻璃,所述触觉结构能够操作来响应于所检测到的力的量,使所述防护玻璃的至少一部分弯曲并提供触觉输出。

18.如权利要求17所述的电子设备,其中,所述触觉结构在所述力感测元件检测到第一量的力时,提供第一类型的触觉输出,在所述力感测元件检测到第二量的力时,提供第二类

型的触觉输出。

19.如权利要求17所述的电子设备，其中，所述触觉结构耦接到所述电子设备的显示器的一部分。

20.如权利要求17所述的电子设备，其中，所述触觉结构与所述电子设备的显示器的一部分集成。

电子设备和用于为电子设备提供触觉输出的触觉结构

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是2015年4月17日提交的名称为"Contracting and Elongating Materials for Providing Input and Output for an Electronic Device"的美国临时专利申请No.62/149,284,2015年4月24日提交的名称为"Contracting and Elongating Materials for Providing Input and Output for an Electronic Device"的美国临时专利申请No.62/152,400以及2015年9月30日提交的名称为"Contracting and Elongating Materials for Providing Input and Output for an Electronic Device"的美国临时专利申请No.62/235,445的非临时专利申请,并要求上述申请的权益.在此其每一个的公开内容均通过引用全部并入本文。

技术领域

[0003] 本公开主要涉及使用多种材料为电子设备提供输入和输出。更具体地,本公开针对使用压电材料或电活性聚合物为电子设备接收输入并提供触觉输出。

背景技术

[0004] 当今社会,电子设备非常普遍。示例性的电子设备包括蜂窝电话、平板电脑、个人数字助理等。这些电子设备中的一些包括向个人通知感兴趣的特定项目的能力。例如,电子设备可以向个人通知来电、收到电子消息、感兴趣的新闻故事等等。

[0005] 在一些情况下,当接收到通知时,电子设备向个人提供触觉通知。触觉通知可以包括引起个人对感兴趣的项目的注意的振动输出。可以通过利用振动马达或摇动马达的致动器来提供触觉输出。

实用新型内容

[0006] 本文公开了用于在电子设备上提供触感或触觉输出的方法和系统。在一些实施例中,电子设备包括被构造为在第一方向上移动的致动器。所述电子设备 还包括耦接到致动器的基板。当致动器在第一方向上移动时,基板或基板的一部分由于耦接到致动器而在第二方向上移动。在一些实施方式中,基板的移动垂直于致动器的移动。

[0007] 还公开了一种具有第一致动器和第二致动器的电子设备。在这种特定的实施方式中,第一致动器在第一位置处耦接到基板。第一致动器被构造为在第一方向上移动。所述电子设备还包括在与第一位置不同的第二位置处耦接到基板的第二致动器。与第一致动器一样,第二致动器被构造为在所述第一方向上移动。当第一致动器或第二致动器、或者第一致动器与第二致动器两者的组合在第一方向上移动时,基板被构造为在第二方向上移动。基板在第二方向上的移动致使在电子设备表面上的第一位置和第二位置中的一个或多个处的触觉输出。

[0008] 还公开了一种用于提供电子设备上的触觉输出的方法。在一些实施方式中,所述方法包括向第一致动器施加第一输入信号,致使第一致动器在第一方向上移动。响应于第

一致动器在第一方向上的移动，耦接到第一致动器的基板在第二方向上移动。基板在第二方向上的移动致使触觉输出。

[0009] 还公开了一种用于电子设备的触觉结构。所述触觉结构为电子设备提供触觉输出。所述触觉结构包括致动器，耦接到致动器的第一侧的第一电极，以及耦接到致动器的第二侧的第二电极。所述触觉结构还包括分别耦接到第一电极和第二电极的第一基板和第二基板。当向致动器施加激励时，第一基板和第二基板偏移(deflect)。第一基板和第二基板的偏移为电子设备引起触觉输出。

[0010] 还公开了一种具有防护玻璃、触觉结构以及力感测元件的电子设备。所述触觉结构可操作来使防护玻璃偏移。当防护玻璃偏移时，用户可以察觉到触觉输出。力感测元件可操作来检测在防护玻璃上提供的力的量。

附图说明

[0011] 结合附图，通过以下详细描述将容易地理解本公开，其中，相同的附图标记指定相似的结构元件，并且其中：

[0012] 图1A示出了可以并入提供触觉输出的触觉结构及检测接收到的力的量的力感测元件的示例性电子设备；

[0013] 图1B示出了可以并入提供触觉输出的触觉结构及检测接收到的力的量的 力感测元件的另一示例性电子设备；

[0014] 图1C示出了可以并入提供触觉输出的触觉结构及检测接收到的力的量的力感测元件的又一示例性电子设备；

[0015] 图2A示出了处于非激活状态的用于电子设备的示例性触觉结构；

[0016] 图2B示出了处于激活状态的图2A中的示例性触觉结构，其在触觉结构的基板中包括弯曲或偏移；

[0017] 图3A示出了处于非激活状态的用于电子设备的另一示例性触觉结构；

[0018] 图3B示出了处于激活状态的图3A中的示例性触觉结构，其在触觉结构的基板中包括弯曲或偏移；

[0019] 图4A示出了触觉结构的第一构造，其中触觉结构的致动器在中性轴以下；

[0020] 图4B示出了触觉结构的第二构造，其中触觉结构的致动器在中性轴以上；

[0021] 图5A示出了用于电子设备的另一示例性触觉结构；

[0022] 图5B示出了处于第一偏移状态的图5A中的示例性触觉结构；

[0023] 图5C示出了处于第二偏移状态的图5A中的示例性触觉结构；

[0024] 图6A示出了具有与电子设备的防护玻璃耦接的触觉结构的电子设备；

[0025] 图6B示出了具有与电子设备的支承结构耦接的触觉结构的电子设备；

[0026] 图6C示出了具有与电子设备的显示器耦接的触觉结构的电子设备；

[0027] 图7A示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的触觉结构的第一示例性布局；

[0028] 图7B示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的多个触觉结构的第二示例性布局；

[0029] 图7C示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的多个触觉结构的第三示例性布局；

EX1002 - Page 1483

EX1002 - Page 1484

[0030] 图7D示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的多个触觉结构的第四示例性布局；

[0031] 图7E示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的多个触觉结构的第五示例性布局；

[0032] 图7F示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的多个触觉结构的第六示例性布局；

[0033] 图7G示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的多个触觉结构的第七示 例性布局；

[0034] 图7H示出了可以用于为电子设备提供触觉输出的多个触觉结构的第八示例性布局；

[0035] 图8A示出了可以用于触觉结构的基板的第一示例性构造；

[0036] 图8B示出了可以用于触觉结构的基板的第二示例性构造；

[0037] 图8C示出了可以用于触觉结构的基板的第三示例性构造；

[0038] 图9示出了示例性的致动器叠层；

[0039] 图10示出了一种用于制造可以在致动器叠层中使用的致动器或致动器阵列的方法；

[0040] 图11示出了用于提供触觉输出的示例性方法；

[0041] 图12示出了用于监测电子设备的一个或多个操作参数的方法；

[0042] 图13示出了并入被布置成第一构造的力感测元件、触觉结构和其它部件的示例性电子设备的剖面图；

[0043] 图14示出了并入被布置成第二构造的力感测元件、触觉结构和其它部件的示例性电子设备的剖面图；

[0044] 图15示出了并入被布置成第三构造的力感测元件、触觉结构和其它部件的示例性电子设备的剖面图；

[0046] 图16示出了并入被布置成第四构造的力感测元件、触觉结构和其它部件的示例性电子设备的剖面图；

[0046] 图17示出了并入被布置成第五构造的力感测元件、触觉结构和其它部件的示例性电子设备的剖面图；

[0047] 图18示出了并入被布置成第六构造的力感测元件、触觉结构和其它部件的示例性电子设备的剖面图；

[0048] 图19示出了并入被布置成第七构造的力感测元件、触觉结构和其它部件的示例性电子设备的剖面图；

[0049] 图20A示出了电子设备的多个触觉结构和多个力感测元件的第一示例性布局；

[0050] 图20B示出了电子设备的多个触觉结构和多个力感测元件的第二示例性布局；

[0051] 图20C示出了电子设备的多个触觉结构和多个力感测元件的第三示例性布 局；以及

[0052] 图21示出了电子设备的示例性部件。

具体实施方式

[0053] 现将详细参照附图中所示出的代表性实施例。应当理解，以下描述并非旨在将实施例限制为一个优选的实施例。相反，其旨在覆盖可以包含在由所附权利要求限定的所描述的实施例的精神和范围内的替换、修改和等同物。

[0054] 本文描述的实施例针对在电子设备上提供触觉输出。触觉输出可以响应于与电子设备相关联的事件而被提供。这种事件包括，但不限于，按压按钮、与电子设备上正在执行的应用相关联的事件、警报、所显示的图像，收到或发出电子消息、呼入或呼出电话等。

[0055] 然而，与传统的利用振动或摆动马达的触觉致动器不同，本公开的触觉输出由触觉结构提供。所述触觉结构可以包括耦接到基板的致动器。所述致动器被构造为在第一方向上移动，从而致使基板在第二方向上移动。随着基板在第二方向上移动，在电子设备的表面上提供了触觉输出。

[0056] 如以下将要描述的，其上提供有触觉输出的表面可以是电子设备的壳体。在另一实施方式中，可以在电子设备的防护玻璃或显示器上提供触觉输出。也可以在电子设备的输入元件、显示器、输出元件或其它结构之上或之下提供触觉输出。

[0057] 本文所描述的触觉结构的致动器可以变形或以其它方式改变形状。当致动器改变其形状时，致动器的一个或多个尺寸可以改变。这种改变导致与致动器耦接的基板也可以变形或以其它方式改变形状。例如，随着致动器移动或以其它方式改变其形状和/或尺寸，致动器中的改变所引起的力传递到基板。因此，基板移动和/或偏移，这提供了触觉输出。

[0058] 例如，并且如以下将描述的，触觉结构的致动器可以是响应于接收到的电压而弯曲、收缩和/或扩展的压电材料。由于压电材料收缩或扩展，基板可以偏移；例如，平坦的基板可以弓起为凸状或者凹状。以这种方式，基板的移动提供了可以被触摸基板或触摸基板之上或之下的表面的人感觉到的触觉输出。

[0059] 在一些实施例中，触觉结构可以包括单个致动器。在另一实施例中，触觉结构可以包括多个致动器(例如，致动器阵列)，其中每个致动器均耦接到触觉 结构的基板的不同部分或区。在这种构造中，可以向第一致动器提供第一输入信号，以致使第一致动器提供第一触觉输出，而向第二致动器提供第二输入信号，以致使第二致动器提供第二触觉输出。在其它实施方式中，多个触觉结构(例如，具有单个致动器或多个致动器的那些触觉结构)可以布置成阵列。阵列中的每个触觉结构均可以在不同时间由多种输入信号驱动。

[0060] 本公开内容的触觉结构可以放置在或以其它方式耦接到电子设备的各个表面以提供触觉输出。例如，在一些实施方式中，致动器或触觉结构可以耦接到电子设备的显示器的防护玻璃。在其它实施方式中，致动器或触觉结构可以放置在显示器的下面或耦接到电子设备的显示器的一个或多个部件。在又一些其它的实施方式中，触觉结构可以耦接在电子设备的壳体、按钮、触控板或其它输入部件上面、后面，或以其它方式耦接到它们。

[0061] 本文所述的触觉结构可以与可能和电子设备相关联或作为电子设备的一部分的带、条带或其它这种配件组合、耦接或以其它方式相关联。在又其它实施例中，触觉结构可以与盖、壳、耳机、显示器、键盘、鼠标或其它这种输入设备相关联或集成。在各个实施方式中，由于触觉结构的致动器在特定方向上改变形状或移动，因此可以提供触觉输出。

[0062] 单个触觉结构可以用在电子设备中从而在电子设备上的单个位置处提供触觉输出。单个触觉结构也可以用于在电子设备上的多个位置处提供触觉输出。例如，触觉结构的第一部分可以在电子设备内的第一位置处被驱动，从而在第一位置处提供触觉输出。同样，

EX1002 - Page 1485

EX1002 - Page 1486

触觉结构的第二部分可以在电子设备内的第二位置处被驱动，从而在第二位置处提供触觉输出。在其它实施方式中，可以使用多个触觉结构在各个位置处提供触觉输出。

[0063] 当使用多个触觉结构时，或者当触觉结构包括可以单独驱动的多个区段时，每个触觉结构的每个致动器或触觉结构的每一区段可以被同时、大致同时或顺序地致动。

[0064] 在其它实施方式中，每个触觉结构的每个致动器或触觉致动器的每一区段可以被单独地致动。例如，可以致动第一致动器(或触觉结构的一个区段)而不激活第二致动器(或触觉结构的第二区段)。在其它情况下，触觉结构的每个致动器或各区段可以被选择性地致动以补偿基板在相应位置处的移动。

[0065] 例如，如果触觉结构的致动器在第一位置处被致动，触觉结构的基板可以 在第一位置处移动。基板在该位置处的移动可以引起在第二位置处的移动(期望的移动或不期望的移动)。照此，第二致动器或触觉结构可以在第二位置处被致动，以补偿、衰减或以其它方式消除基板在第二位置处的移动。以这种方式，选择性的致动可以更有效地使反馈定位在第一位置处。在其它情况下，第二致动器可以在第二位置处被致动，从而增强在第一位置和/或第二位置处的触觉结构的触觉输出。

[0066] 电子设备的触觉结构或致动器的致动可以被调谐到与所耦接的结构共振。例如，如果触觉结构耦接到显示器或显示器的防护玻璃，那么致动器可以被调谐到与防护玻璃或显示器共振，从而增加所提供的触觉输出的影响或可察觉性。

[0067] 触觉结构也可以配合力感测元件使用。例如，触觉结构和力感测元件可以并入到单个电子设备中。由此，力感测元件可以操作来检测电子设备的表面上接收到的力输入，并且触觉结构可以在电子设备的表面上提供触觉输出。

[0068] 以下将参照图1A-21讨论这些和其它实施例。然而，本领域技术人员将容易理解，本文参照附图所给出的详细描述仅用于解释目的，而不应被解释为限制。

[0069] 图1A示出了根据本公开的一个或多个实施例的可以并入触觉结构和力感测元件的示例性电子设备100。所述触觉结构可以为电子设备100提供触觉输出，并且力感测元件可以检测由电子设备100的表面或输入机构接收到的或以其它方式在其上提供的力的量。如图1A所示，电子设备100可以是平板计算设备。在其它实施方式中，电子设备100可以为手机，如图1B所示。电子设备100也可以为膝上型计算机，如图1C所示。虽然图1A-1C示出了不同的电子设备100，但相同的附图标记用于指定类似的部件。例如，每个电子设备100可以包括显示器。照此，附图标记110用于指定每个电子设备100的显示器。

[0070] 虽然在附图中示出并在以下描述了具体的电子设备，但本文所描述的触觉结构和力感测元件可以用于各种电子设备，包括但不局限于，计时设备、健康监测设备、可穿戴电子设备、输入设备、台式计算机、电子眼镜等。虽然提到了各种电子设备，但本公开的触觉结构和力感测元件也可以与其它产品配合使用并与各种材料结合。

[0071] 电子设备100可以包括显示器110、壳体120，以及一个或多个输入机构130。如以下所述，显示器110、壳体120和一个或多个输入机构130每个均可 以耦接到触觉结构，从而直接在每个部件上提供触觉输出。例如，触觉结构可以耦接到显示器110和/或显示器110的防护玻璃。因此，当致动器致使触觉结构移动时，显示器110也移动，从而提供了触觉输出。

[0072] 在一些实施例中，显示器110可以是检测并测量显示器110的表面上的触摸位置的触敏显示器。因此，当触摸传感器检测到触摸的位置时，电子信号可以驱动位于所检测到位

置处的一个或多个触觉结构，从而引起在该位置处的触觉输出。触摸传感器可以是相对于显示器110或电子设备100的显示叠层设置的基于电容的触摸传感器。虽然公开了基于电容的触摸传感器，但也可以使用其它传感器。

[0073] 电子设备100还可以包括使用力传感器检测并测量电子设备100的表面上触摸力的大小的力感测元件。所述表面例如可以是显示器110、触控板(图1C)或一些其它输入设备或表面。

[0074] 本公开的触觉结构可以与触摸传感器或力传感器结合或以其它方式集成，并可以提供输入和输出能力两者。例如，触觉结构可以在任何检测到的触摸输入位置处或其附近提供触觉输出。触觉结构还可以根据所检测到的力的量而提供多种类型的触觉输出。此外，触觉结构可以用于检测接收到的输入，诸如将在以下所述的。

[0075] 电子设备100可以包括包围电子设备100的一个或多个部件的壳体120。壳体120还可以耦接到致动器或触觉结构。例如，如图1C中所示，一个或多个触觉结构140可以耦接到电子设备100的壳体120。当触觉结构140的致动器被驱动时，可以在壳体120上提供触觉输出。

[0076] 触觉结构140也可以与输入机构130配合使用或与其耦接。例如，一个或多个触觉结构140可以耦接到计算设备(例如，膝上型计算机、平板计算机、台式计算机等)的触控板和/或力敏输入设备，如图1C所示。

[0077] 本文所公开的触觉结构140也可以代替输入机构130而使用，或作为附加输入机构。例如，触觉结构140可以用作输入设备。在这种实施方式中，输入机构130可以与电子设备100的任何部分或零件集成。例如，触觉结构140可以放置在电子设备100的壳体120、防护玻璃和/或显示器110的上方、下方或以其它方式与上述部件集成。

[0078] 响应于在触觉结构140的位置处或附近接收到的压缩力，触觉结构140可 以生成可由电子设备100的电子部件测量的电荷或电流。处理元件可以感测这种电荷并接受其作为输入。这种输入可以是二进制数(例如，如果电荷或电流超过阈值则计入输入)或是跨连续统(continuum)的变量(例如，所生成的不同的电荷/电流等同于不同的输入或特定类型的输入的差值)。

[0079] 继续所述示例，触觉结构140所生成的电荷的量可以根据所接收到的输入的类型而变化。例如，如果所生成的或检测到的电流量高于第一阈值，则表示接收了第一类型的触摸输入(例如，快速触摸或按压)。如果所生成的或检测到的电流量高于第二阈值，则表示接收了第二类型的触摸输入(例如，长触摸或按压)。

[0080] 触觉结构140也可以与一个或多个力感测元件或一个或多个力传感器配合工作，以确定施加到电子设备100的表面的力的量。此外，触觉结构140可以用于确定接收到的输入的位置，并确定与接收到的输入相关联的一个或多个手势。例如，如果触觉结构或一系列触觉结构检测到触摸输入经过一定时间段并经过在电子设备100的表面上的一定距离，则可以检测到滑动手势。

[0081] 根据本公开的一个或多个实施例，图2A示出了处于非激活状态的电子设备的示例性触觉结构200，图2B示出了处于激活状态的图2A中的示例性触觉结构200。触觉结构200可以用于关于图1A-1C示出并描述的示例性电子设备100。

[0082] 触觉结构200可以包括基板210和致动机构230。致动机构230可以使用一个或多个

EX1002 - Page 1487

连接机构220耦接到基板210。基板210可以由玻璃、铝、织物制成，或者可以是电子设备的显示模块或显示叠层的一部分。如之前所讨论的，基板210可以是电子设备的防护玻璃、电子设备的壳体等。虽然针对电子设备具体描述了触觉结构200，但触觉结构200也可以用于其它设备，包括机械设备和电气设备、以及非机械和非电气设备。

[0083] 触觉结构200的致动机构230可以是从第一位置移动到第二位置的任何类型的致动器。更具体地，致动机构230可以是在第一方向上移动的或是可以被驱动(例如，使用电流、电压、输入信号或其它电场)的任何致动器。例如，致动器可以收缩，将致动器的第一端部朝向致动器的第二端部移动。致动器可以沿着轴收缩、可以在一个或多个方向上移动一个或两个端部、可以弓起或以其它方式呈现出凸或凹的形状等。在一些实施例中，以大约50Hz-500Hz的频 率驱动致动器，但也可以使用其它频率。

[0084] 响应于致动机构230在第一方向上的移动，基板210可以移动到第二位置，或者可以在第二方向上移动。第二方向可以垂直于第一方向。更具体地，当基板210以一些方式被约束(例如具有固定的边界)时，基板210可以在第二方向上移动。

[0085] 在一些实施例中，基板210的周边或外边缘可以耦接或固定到电子设备的壳体(或其它部分)。由于基板210的周边耦接或以其它方式固定到壳体，因此致动器在第一方向上的移动致使基板210在第二方向上移动。在一些实施方式中，基板210的整个周边并未耦接到所述壳体。相反，基板210的位于致动器的移动中的或以其它方式与所述移动相关联的边缘被固定到壳体。

[0086] 致动机构230可以是活塞、螺线管或者移动或以其它方式致使致动机构230或致动机构230的部件移动、扩展或收缩的其它机械设备。响应于致动机构230的移动，与致动机构230耦接的被约束的基板210可以在与致动机构230的移动方向不同的方向上移动。

[0087] 例如，如图2B所示，致动机构230在第一方向上的移动致使一个或多个连接机构220移动。连接机构220的移动致使基板210弓起、弯曲或以其它方式偏移。例如，当致动机构230收缩时，连接机构220的移动致使基板210在z方向上偏移。

[0088] 当触觉结构200以这种方式偏移时，在电子设备的表面上提供触觉输出。例如，如果触觉结构200被包括作为电子设备的显示器或显示叠层的一部分，基板210的偏移可以将能量传递到显示叠层的顶部，这也致使显示叠层弯曲或偏移。显示叠层的偏移可以由电子设备的用户感觉或察觉到。

[0089] 在一些情况下，基板在z方向上的偏移可以大约为10微米或更小。在其它情况下，基板210在z方向上的偏移可以大约为5微米或更小，或者甚至在z方向上可以大约为1微米。在又一个其它的实施方式中，移动范围可以大于10微米，例如，1毫米或更大，或者2毫米或更大。虽然具体提及了在z方向上的位移，但其它实施方式可以使基板在x平面、y平面，和/或在z平面中能够移动。基板210在任何方向上的移动可以提供可以由电子设备的用户感觉或察觉到的触觉输出。

[0090] 虽然致动机构230被示出为连接到基板210的两个不同端部，但这不是要 求的。在一些实施方式中，致动机构230可以被构造为耦接到基板210的悬臂梁。随着致动机构230被致动，所述梁从第一位置或标称位置移动到第二位置。梁从第一位置到第二位置的移动可以致使基板210弯曲或偏移，如上所述。

[0091] 根据本公开的一个或多个实施例，图3A示出了处于非激活状态的电子设备的另一

EX1002 - Page 1488

示例性触觉结构300，图3B示出了处于激活状态的图3A中的示例性触觉结构300。如以上所描述的触觉结构200，图3A和图3B所示的触觉结构300包括基板310和耦接到所述基板的致动器320。

[0092] 在这一示例中，致动器320可以是压电致动器或可以包括压电材料。在其它实施例中，致动器320可以是电活性聚合物。致动器320也可以由镍钛诺或响应于激励而改变其形状和/或一个或多个尺寸的其它物质制成。

[0093] 照此，触觉结构300可以包括耦接至压电材料的一个或多个电极。致动器320也可以使用环氧树脂或其它这类材料耦接到基板310。当将电压施加到电极或致动器320时，致动器320收缩。致动器320的收缩导致基板310在特定方向上偏移、改变形状或移动。例如，如图3B所示，致动器320的收缩导致基板310在z方向上偏移。

[0094] 基板310以所述方式的偏移可以向电子设备的用户提供触觉输出。更具体地，随着基板310偏移，电子设备中并入触觉结构300的一个或多个部分也可以偏移。例如，如果触觉结构300是电子设备防护玻璃的一部分或放置在其下方，那么触觉结构300的偏移也导致电子设备的防护玻璃偏移。同样地，如果触觉结构300位于电子设备的壳体或按钮的一部分下方，触觉结构300的偏移也将导致壳体或按钮的所述部分偏移。

[0095] 虽然具体提及了基板310的偏移，但致动器320(或图2中的致动机构230)的移动可以致使触觉结构300的基板310从其标称位置移动到基板310呈现凹形的状态。例如，致动器320的扩展或其它这样的移动可以导致基板310呈现凹形，在其它实施例中，可以在致动器320的收缩导致基板310呈现凹形的位置处将致动器320耦接到基板310。

[0096] 图4A示出了触觉结构400的第一构造，其中触觉结构400的致动器420位于中性轴430以下。图4B示出了触觉结构400的第二构造，其中触觉结构400的致动器420位于中性轴430以上。如本文所公开的其它触觉结构，触觉结构400包括耦接到致动器420的基板410。致动器420可以是机械致动器、电活 性聚合物、压电材料等。致动器420可以使用环氧树脂或其它这种材料耦接到基板410。一个或多个电极也可以耦接至致动器420。如所示出的，将电压、电场或其它激励施加到致动器420时，致动器420可以收缩从而导致基板410偏移。

[0097] 基板410可以具有中性轴430。如本文所用的，基板410的中性轴430是基板410不具有纵向应力或应变的轴。此外，基板410弯曲时，在中性轴430处基板410的长度不变化。因此，如果致动器420放置在中性轴430以下，基板410可以如图4A所示偏移或变形。同样地，如果致动器420放置在中性轴430以上，基板410会如图4B所示变形或成凹形。

[0098] 在一些实施例中，本公开的触觉结构400可以用于收集能量。例如，当触觉结构400包括压电材料时，压电材料可以形成或以其它方式包括将基板410的弯曲导致的应变或力转换成电能的换能器。因此，每次致动器或触觉结构400被激活，基板410的弯曲运动可以被转换成电能，所述电能随后被存储和/或用于为电子设备的其它部件供电。

[0099] 在一些实施例中，多个触觉结构可以组合成单个结构，如图5A-5C所示。当以这样的方式组合时，根据所期望的触觉输出的类型，每个触觉结构可以单独或一齐工作。

[0100] 例如，触觉结构500可以包括第一基板510、第一致动器520、应变裂隙530、第二致动器540和第二基板550。第一基板510耦接到第一致动器520。第一个致动器520也可以经由应变裂隙530耦接到第二致动器540。第二致动器540也可以耦接到第二基板550。在一些实施方式中，第三基板(未示出)可以位于第一致动器520和第二致动器540之间。第三基板也

EX1002 - Page 1489

可以响应于第一致动器520和/或第二致动器540的致动而弯曲，如将在下文描述的。

[0101] 第一基板510和第二基板550中的每一个均可以由相同的材料制成，并可以包括至少一个正电极和至少一个负电极。在其它情况下，基板中的每一个可以由不同的材料制成。例如，每个基板可以是玻璃、塑料、金属、木材或其它这类材料。在另一实施例中，第一基板510是玻璃，而第二基板550是金属。

[0102] 第一致动器520和第二致动器540可以是相似类型的致动器。在其它情况下，第一致动器520可以是第一类型的致动器，而第二致动器540是第二类型的致动器。

[0103] 应变裂隙530可以是允许第一致动器520和第二致动器540扩展或收缩从而单独地或一齐使各自的基板变形的任何类型的材料。

[0104] 在一些实施例中，第一致动器520和第二致动器540中的每一个可以一起工作以提供触觉输出。例如，当将电压施加到第一致动器520时，第一致动器520可以在致使第一基板510变成凸形或以其它方式偏移的方向上移动，如5B所示。同样地，第二致动器540可以在致使第二基板550在与第一基板510相同的方向上偏移或以其它方式弯曲的方向上移动，如5B所示。

[0105] 在其它实施例中，第一致动器520在一个方向上的移动可以致使第一基板510变成凹形，而第二致动器540在一个方向上的移动也可以致使第二基板变成凹形，如图5C所示。

[0106] 可以彼此独立地对每个致动器进行操作。因此，如果将电压施加到第一致动器520，其致使第一致动器520收缩，则整个触觉结构500可以受制于每个基板的中性轴560而偏移或以其它方式弯曲。同样地，如果将电压施加到第二致动器540，其致使第二致动器540收缩，则整个触觉结构500也可以偏移或以其它方式弯曲。无论基板的变形方向如何，均可以在集成了触觉结构500的设备的表面上提供触觉输出。

[0107] 图6A-6C示出了根据本公开的一个或多个实施例的电子设备600内的一个或多个触觉结构610的示例性而非限制性的构造。触觉结构610可以与上面所示出和描述的触觉结构类似。同样地，电子设备600可以与关于图1A-1C所示出和描述的电子设备类似。

[0108] 图6A示出了触觉结构610放置在电子设备600的防护玻璃620上、下方或以其它方式与防护玻璃620耦接的构造。因此，将电压或其它激励施加到触觉结构610时，触觉结构610在第一方向上移动。响应于触觉结构610在第一方向上移动，防护玻璃620在第二方向上移动，如上所述。

[0109] 防护玻璃620可以包括一个或多个的通道或划线(如图8A-8C所示)。这些通道或划线可以用于帮助使触觉输出定位在特定位置(如以下将要讨论的)，并且也可以用于将多个触觉结构610连接在一起。例如，由于触觉结构610耦接到防护玻璃620，可以在通道中放置一个或多个迹线或电极。这些迹线或电极随后可以被涂覆，以防止污染物进入通道。

[0110] 可以通过移除防护玻璃620的部分来形成所述通道。照此，防护玻璃620 中具有通道的部分可以比防护玻璃620中不具有通道的部分更薄。在一些实施例中，通道可以限定防护玻璃620的边界或区段。相应地，与不包含通道的区段相比，在这些区段中，由于触觉结构610可以更容易地使防护玻璃620中由所述通道围绕或限定的区段移动或偏移，因此，可以感觉到增大的触觉输出。

[0111] 由于防护玻璃620的这些区段更容易被移动，因此触觉结构610在提供触觉输出时需要更少的功率。在某些实施例中，触觉结构610的各种部件可以由透明或半透明的材料制

EX1002 - Page 1490

成。因此，当这种结构放置在防护玻璃620上或其附近时，触觉结构610不会阻碍输出到显示器上的图像。

[0112] 图6B示出了示例性电子设备630，其中触觉结构610耦接到电子设备630的支承结构640。在一些实施例中，一个或多个触觉结构610耦接到支承结构640的下方。在其它实施例中，一个或多个触觉结构610耦接到支承结构640的上方。在又一些其它的实施例中，一个或多个触觉结构610耦接到支承结构640的下方，而一个或多个另外的触觉结构610放置在支承结构640上。不管触觉结构610的位置如何，触觉结构610的偏移或其它移动均可以致使支承结构640和防护玻璃620偏移或以其它方式移动，如本文所述。

[0113] 图6C示出了另一示例性电子设备650，其中，触觉结构610放置在显示叠层660之上、之后，或以其它方式与其耦接。显示叠层660可以是有机发光二极管显示器(OLED)。在另一实施方式中，显示叠层660可以是具有背光的发光二极管(LED)叠层。如同所描述的其它示例性实施例，当触觉结构610被致动时，显示叠层660可以偏移，从而致使电子设备650的防护玻璃620上的相应移动。

[0114] 图7A-7H示出了根据本公开的一个或多个实施例的用于为电子设备700提供触觉输出的致动器或触觉结构710的示例性布局。下面示出的触觉结构710的各种布置或图案和大小是示例，其不应该被理解为限制性的。触觉结构710可以具有各种形状和大小，并且可以被布置成多种构造。此外，在电子设备700内的一些位置可以使用较大的触觉结构710，而在其它位置可以使用其它较小的触觉结构710。

[0115] 以下示例性实施例中的每个触觉结构710均可以在不同的时间和不同的位置处被驱动，从而实现所期望的定位和触觉输出。此外，多个触觉结构710可以在不同时间(或同时)被驱动，以帮助确保触觉输出沿电子设备700的整个 表面保持相同或基本相同。例如，可以向触觉结构710提供各种输入信号以使触觉结构710在各种时间和位置处被驱动，从而在第一位置处的触觉输出与在第二位置处提供的触觉输出感觉起来相同或基本相似。在一些实施例中，一些触觉结构710也可以相对于其它触觉结构710而被异相(out of phase)驱动，从而缓和或衰减电子设备700的各个表面区域。

[0116] 图7A示出了由覆盖或基本上覆盖电子设备700的防护玻璃、支承结构、显示器或显示叠层的整个表面的单一片材构成的触觉结构710。在一些实施例中，图7A的触觉结构710可以包括放置在触觉结构710的多个位置处的多个分立的电极720。每个电极720可以被同时、基本同时、依次地或者单独地激活。

[0117] 在一些情况下，电子设备700的防护玻璃的边缘可以具有防止或禁止电子设备700的防护玻璃移动的边界条件。例如，防护玻璃的周边边缘可以被胶合、耦接或以其它方式固定到电子设备700的壳体或支承结构。为了帮助确保触觉输出跨越电子设备700的整个表面是一致的，可以在第一位置(例如，防护玻璃的边沿附近)处或其附近驱动多个电极720，而在第二位置(例如，防护玻璃的中央附近)处需要被驱动的电极720可以较少。

[0118] 在一些实施例中，可以以第一电压驱动第一电极720，而以第二电压驱动第二电极730。电压的差值可以是所期望的触觉输出的位置和/或类型所导致的。此外，可以在第一时间以第一电压并在在第二时间以第二电压驱动电极720。

[0119] 在另一示例中，为了定位触觉输出的感觉，可以在第一时间第一位置处激活第一电极720，而在第二时间和第二位置处激活第二电极730。在又另一示例中，可以在第一时间

EX1002 - Page 1491

并在第一位置处激活第一电极720，在第一时间但是在第二位置处激活第二电极730。在第二位置处激活第二电极730可以增强、补偿或抵消由第一电极720在第一位置处导致的而在第二位置处被感觉的触觉输出中的部分或全部。

[0120] 在一些实施例中，电子设备700可以包括放置在不同位置处的多个触觉结构，如图7B所示。第一触觉结构710可以被致动以输出第一波形，而第二触觉结构740可以被致动以输出用于增强、抵消或衰减由第一触觉结构710输出的波形的第二波形。在其它实施方式中，可以在第一时间向触觉结构710提供第一波形，而在第二时间向触觉结构710提供第二波形，以衰减、补偿或抵消由第一输入波形导致的输出波形。这种波形可以用于以下描述的每个示例性布置 中。

[0121] 此外，可以根据所期望的触觉输出的类型、同时、基本上同时或依次致动第一触觉结构710和第二触觉结构740中的每一个。此外，可以在第一时间并在第一位置处致动第一触觉结构710，而在第二时间并第二位置处致动第二触觉结构740。第二触觉结构740在第二位置处的致动可以增强或抑制由第一触觉结构710的致动在第一位置处、第二位置处、或它们的组合处所导致的触觉输出。

[0122] 图7C示出了电子设备700的触觉结构710的另一示例性布置。如图7C所示，触觉结构710可以放置在电子设备700的各个角落。如本文所描述的示例性实施例，当在特定的位置施加触摸时，触觉结构710中一个或多个在检测到触摸的位置处提供触觉输出。

[0123] 在一些实施例中，触觉结构710中的一个或多个触觉结构可以具有不同的大小或尺寸。不同大小的触觉结构710可以放置在特定的位置处，以便跨越电子设备700的整个表面提供一致的触觉输出。例如，大的触觉结构710比小的触觉结构710可以提供更明显的触觉输出。因此，由于电子设备700的防护玻璃在防护玻璃的边沿附近处的移动可能受到更多的限制，因此较大的触觉结构710可以位于这些位置处。同样地，较小的触觉结构710可以放置在防护玻璃的中央附近。

[0124] 图7D示出了位于电子设备700的表面上的各个位置处的触觉致动器或触觉结构710的阵列。如上所述，单个触觉结构710可以包括一个或多个致动器。所述致动器可以形成阵列。因此，可以在不同时间以不同的输入信号驱动致动器阵列中的每个致动器。此外，各种触觉结构710可以布置在阵列中。在这种实施方式中，可以在不同时间以不同的输入信号驱动每个触觉结构710以提供期望的触觉输出。

[0125] 图7E-7H示出了根据各种实施例可以使用的触觉结构710的另外的示例性布置。例如，如图7E所示，电子设备700包括放置在电子设备700的整个防护玻璃或显示器上的多个触觉结构710。在图7F所示的实施例中，由于与在边缘附近使防护玻璃移动或偏移所需的力相比，在防护玻璃的中央处使防护玻璃偏移所需的力较小，因此，可以在防护玻璃的中央处放置较少的触觉结构710。

[0126] 类似地，图7G示出了另一示例性布置，其中，考虑到可能存在的边界条件，在防护玻璃的边界附近放置的触觉结构710比在防护玻璃的中央处更多。图7H示出了触觉结构710的又一示例性布置，其中，触觉结构710围绕防护玻璃的边沿或周边。

[0127] 在以上所示出和描述的每个实施例中，基板或防护玻璃可以包括一个或多个通道或划线，以帮助在基板上定位区域，如上所述的。此外，虽然示出并描述了矩形或正方形的触觉结构，但触觉结构710可以是任何合适的形状或大小。

EX1002 - Page 1492

[0128] 图8A-8C示出了根据本公开的一个或多个实施例的其上可以耦接致动器810的基板800的示例性构造。致动器810可以是如上所述的触觉结构的一部分，或者也可以等同于如上所述的触觉结构。

[0129] 如这些图中所示出的，基板800可以包括一个或多个通道820、凹槽、划线等，以使致动器810能够更容易地移动基板800或使基板800偏移。通道820可以完全延伸通过基板800，或者可以部分地延伸通过基板800。

[0130] 例如，基板800在具有通道820的区域较薄。由于具有通道820的区域较薄，因此，这些区域更容易弯曲或移动。因此，致动器810可以使用比其它方式所需的更少的功率来移动这些区域。此外，通道820可以帮助将触觉输出定位到由通道820围绕的区域中。例如，通道820可以为基板800形成释放部。因此，致动器810被驱动时，移动被定位在基板800的释放的部分处。

[0131] 也如图8A-8C所示，通道820可以被布置成不同的构造和设计。在一些实施例中，通道820可以形成在电子设备的防护玻璃或其它这种表面中。在其它实施例中，基板800可以包括通道820，并耦接到电子设备的防护玻璃或其它表面。

[0132] 图9示出了根据本公开的一个或多个实施例的示例性触觉结构900。触觉结构900可以包括或者可以用作如上述的压电材料或压电致动器中的一种。

[0133] 如图9所示，触觉结构900可以包括设置在触觉结构900的中央的压电材料910。合金920(例如，像基合金)可以耦接到压电材料910的任一侧上。随后，可以将银层930放置在合金920上，以辅助创建触觉结构900的导电通路。

[0134] 随后，可以将环氧树脂层940放置在触觉结构900上。环氧树脂层940可以用于将电极950(例如，银电极)耦接到触觉结构900，如所示出的。在一些实施例中，触觉结构900中的第一电极950可以为正电极，而触觉结构900中的第二电极950可以为负电极。虽然不是必需的，但环氧树脂层940可以用于填充触觉结构900各个部件之间的间隙，并且还可以用来平滑触觉结构900的 各个表面。随后，可以将基板960耦接到电极950，如所示出的。

[0135] 基板960可以与电子设备的一个或多个部件耦接或集成。例如，基板960可以与电子设备的显示器或显示叠层耦接或集成。因此，触觉结构900的致动致使基板960偏移，从而使显示叠层偏移，进而导致防护玻璃偏移。防护玻璃的偏移可以被用户感觉或察觉到。

[0136] 图10示出了根据本公开的一个或多个实施例的用于制造触觉结构的方法1000。所述方法1000可以用于制造以上关于图9示出并描述的触觉结构900。在其它情况下，所述方法1000可以用于制造本文所描述的各种其它触觉结构。

[0137] 方法1000开始于操作1010，其中，在基板上将银图案化以创建触觉结构的电极。在一些实施例中，电极可以为正电极或负电极。基板可以是玻璃、塑料、金属、布、木材或其它这种材料。

[0138] 然后，流程进行至操作1020，其中，向基板和被图案化的银上施加环氧树脂层。一旦将环氧树脂施加到基板上，在1030，将一个或多个压电材料或电活性聚合物布置在可移除的衬垫上。

[0139] 在使用压电材料的实例中，压电材料可以包括耦接到如图9所示的合金层和银层的压电材料层。然后在1040，压电材料耦接到基板。一旦压电材料耦接到所述基板，则可以移除可移除的衬垫以暴露压电材料的至少一侧。

EX1002 - Page 1493

[0140] 方法1000将继续制备触觉结构的第二侧。更具体地，一旦完成上述操作，则得到第二基板，并在1050在第二基板上将银图案化。第二基板上的银可以用作触觉结构中的第二电极。第二电极可以为正电极或负电极，只要触觉结构具有至少一个正电极和至少一个负电极。

[0141] 所述过程继续，在1060向第一结构和第二结构施加环氧树脂层，在1070，所述两个层耦接在一起以创建触觉结构。在一些实施例中，环氧树脂层可以用于填充触觉结构的其它层之间可能存在的间隙。此外，第一基板和第二基板中的每一个的厚度可以相同、大致相似或不同。

[0142] 图11示出了根据本公开的一个或多个实施例的用于在电子设备上提供触觉输出的示例性方法1100。在一些实施例中，所述方法1100可以用于在诸如本文所描述的各种电子设备上提供触觉输出。

[0143] 方法1100开始于操作1110，其中在第一位置处接收输入。在一些实施例中，输入可以为触摸输入、力输入或它们的组合。

[0144] 响应于接收输入，在1120确定应该驱动哪个致动器、触觉结构或电极以在确定的位置处提供触觉输出。例如，并且如上所述，由于电子设备可以包括各种触觉结构、电极和/或致动器，每一个均可以被构造为提供触觉输出，因此，可能需要确定应该驱动哪个致动器、触觉结构和/或电极，以在给定位置处提供定位的触觉输出。

[0145] 除了上述之外，可能有必要确定提供给触觉结构的驱动信号的频率。此外，在1130，可能需要确定是否应该同相或异相驱动一个或多个致动器，以衰减、抵消或增强由触觉结构所致动的基板的移动。

[0146] 然后，流程进行到操作1140，并在所确定的位置处提供触觉输出。

[0147] 图12示出了根据本公开的一个或多个实施例的用于监测并入触觉结构的电子设备的一个或多个操作参数的方法1200。所述方法1200可以用作监测电子设备的各操作参数的闭环控制系统或模块的一部分。使用所描述的闭环系统，使得无论电子设备的操作环境如何，都使触觉结构能够在电子设备上提供相似或基本上相似的触觉输出。

[0148] 在一个示例中，电子设备的温度或电子设备工作的环境中的环境温度可能会影响触觉结构的压电材料的扩展或收缩的量。这可能最终会影响触觉结构的偏移量或距离。因此，当电子设备在较高的温度下工作时，与电子设备在较低温度的环境中工作相比，需要向压电材料施加更多的电压以实现所期望的偏移量。

[0149] 因此，方法1200开始于操作1210，其中监测电子设备的一个或多个操作参数。在一些实施例中，被监测的操作参数可以为如上所述的温度。然后，流程进行至操作1220，其中确定向触觉结构施加的电压的量。所述确定可以至少部分地基于所监测的操作参数。

[0150] 然后，流程进行至操作1230，并向触觉结构施加确定量的电压。触觉结构随后将所期望的或预期的触觉输出提供到电子设备的表面。

[0151] 如上所述，电子设备(如电子设备100(图1A-1C所示))可以包括确定电子设备表面上所提供的力的量的力感测元件。所述力感测元件可以包括两个或多个电容式感测部件。在一些实施例中，电容式感测部件可以检测随着电容式感测部件之间距离变化的电容变化。在另一实施例中，至少一个电容式感测部件可以检测随着电子设备的部件(例如，电子设备的防护玻璃)和电容式感测 部件之间距离变化的电容变化。随后，电容的变化可以用

EX1002 - Page 1494

于确定电子设备的表面上所提供的力的量。

[0152] 如上所述，电子设备还可以包括触觉结构。触觉结构可以用于在电子设备的表面上提供触觉输出。因此，以下关于图13-20所描述的实施例示出了计算设备可以集成有触觉结构和力感测元件的各种构造。

[0153] 图13示出了并入以第一构造布置的力感测元件1305、触觉结构1310和其它部件的示例性电子设备1300的剖视图。电子设备1300可以是类似于以上关于图1A-1C示出并描述的电子设备100。照此，可以沿图1A中的A-A线截取图13中所示的剖面以及图14-19中所示的剖面。此外，图13-19可以示出按不同的构造布置的相似的部件。因此，贯穿图13-19使用了相同的附图标记。

[0154] 电子设备1300可以包括位于显示器1320上的防护玻璃1315。显示器1320还可以包括背光组件1325和反射器1330。背光组件1325和反射器1330与显示器1320一起用于为电子设备1300输出图像，例如图形和文本。显示器1320可以被实现为任何合适的技术，包括液晶显示器、发光二极管显示器、有机发光二极管显示器、冷阴极荧光灯显示器等。在一些实施方式中，可以省略背光组件1325。

[0155] 虽然示出了在显示器1320、背光组件1325和反射器1330之间的多个间隙，但这些间隙不是必须的。例如，显示器1320、背光组件1325和反射器1330可以被定位为减小或最小化所述间隙。在另一实施例中，可以在各层之间放置各种膜、粘合剂、材料或基板以填充任何间隙。

[0156] 电子设备1300还可以包括电池1335。电池1335为电子设备1300的各种部件提供供电。如图13所示，力感测元件1305和触觉结构1310可以位于显示器1320和电池1335之间，但这不是必需的。

[0157] 还如图13所示出的，电子设备1300包括第一支承结构1340和第二支承结构1345。第一支承结构1340可以由导电材料(例如，金属)或不导电材料(例如，塑料)制成。同样地，第二支承结构1345可以由导电材料或不导电材料制成。在一个实施例中，如果第一支承结构1340由导电材料制成，那么第二支承结构1345可以由不导电材料制成。同样地，如果第一支承结构1340由不导电材料制成，那么第二支承结构1345可以由导电材料制成。在又另一实施方式中，第一支承结构1340和第二支承结构1345中的每一个可以由相同的材料(例如，金属、塑料或其它这样的材料)制成，并具有相同的导电或不导电特性。

[0158] 在图13所示的实施例中，第一支承结构1340耦接到第二支承结构1345，并沿显示器1320的长度延伸。在这一实施方式中，第一支承结构1340可以用于消散由电子设备的显示器1320和其它部件生成的热量。

[0159] 在一些实施方式中，可以使用例如环氧树脂1355的粘合剂将触觉结构1310耦接到第一支承结构1340的表面。例如，并且如图13所示，触觉结构1310耦接到第一支承结构1340的底面。然而，在其它实施方式中，触觉结构1310可以耦接到第一支承结构1340的顶面和/或一侧。在又一其它实施方式中，一个以上的触觉结构1310可以耦接到第一支承结构1340的顶面和/或底面。由于触觉结构1310耦接到第一支承结构1340，触觉结构1310的偏移或其它移动可以导致第一支承结构1340(和防护玻璃1315)偏移或以其它方式移动，如本文所述的。

[0160] 力感测元件1305可以用于检测电子设备1300的防护玻璃1315上所提供的力的量。

EX1002 - Page 1495

例如，随着防护玻璃1315响应于接收到的力的量而偏移，力感测元件1305可操作为检测防护玻璃1315的偏移，并将偏移的距离等同于力的量。因此，力感测元件1305可以检测跨连续范围值的力，而不限于二进制值。

[0161] 在一些实施例中，力感测元件1305可以用于检测从防护玻璃1315的背部(或显示器1320的背部)到力感测元件1305顶部的距离的变化。力感测元件1305也可以与同样操作来确定防护玻璃1315上接收到的力的量的另一力感测设备配合工作。

[0162] 例如，电子设备1300可以包括第一力感测部件1360和第二力感测部件1365。在其它实施方式中，电子设备1300可以仅包括第一力感测部件1360而省略第二力感测部件1365。在一些情况下，可以至少部分地根据力感测元件1305和触觉结构1310之间间隙的大小和/或各力感测部件之间间隙的大小而包含或省略第二力感测部件1365。

[0163] 在一些实施方式中，第一力感测部件1360和第二力感测部件1365是电容式电极阵列，但这不是必需的。第一力感测部件1360和第二力感测部件1365与力感测元件1305配合工作，用于确定防护玻璃1315上所提供的力的量。

[0164] 更具体地，第一力感测部件1360可以耦接到显示器1320的背面，而第二力感测部件1365可以耦接到第一支承结构1340。随着防护玻璃1315和显示器 1320响应于接收到的力而弯曲，第一力感测部件1360和第二力感测部件1365之间的电容发生变化。电容的变化相当于防护玻璃1315和/或显示器1320的偏移或移动的量。

[0165] 第一力感测部件1360和第二力感测部件1365可以测量显示器1320和第一支承结构1340之间的电容的变化，而力感测元件1305可以测量第一支承结构1340和力感测元件1305的顶面之间的电容的变化。力感测元件1305也可以测量力感测元件1305的顶面和力感测元件1305的底面之间的电容的变化。

[0166] 当省略第二力感测部件1365时，第一支承结构1340可以是不导电的和/或可以在第一支承结构1340中设有孔。孔可以设在力感测元件1305之上或以其它方式与其相邻，这可以使力感测元件1305的顶面能够感测从其底面直到显示器1320的电容和/或电容的变化。但是，当存在第二力感测部件1365时，可以省略孔和/或第一支承结构1340可以由导电材料制成。

[0167] 在一些实施例中，并且如上述简要描述的，触觉结构1310、第一力感测部件1360、第二力感测部件1365和/或力感测元件1305可以一起工作以增强用户的体验。在一个非限制性的示例中，触觉结构1310响应于接收到力的量而提供触觉或触感输出。

[0168] 在更具体的示例中，当力感测元件1305检测接收到力的量时，或者当接收到力的量超过力阈值时，触觉结构1310可以被致动。当触觉结构1310被致动时，触觉结构1310变形或偏移。触觉结构1310的偏移致使中板(或触觉结构1310所耦接的其它结构(例如，反射器1330))也变形。由于第一支承结构1340和第二支承结构1345中的一个或多个与触觉结构1310、反射器1330之间的耦接，这种致动和变形也可以致使防护玻璃1315变形。防护玻璃1315的变形可以被触摸防护玻璃1315的个人或对象感觉或以其它方式察觉到。在一些实施方式中，触觉结构1310可以响应于检测到的第一量的力而提供第一类型的触觉输出或在第一位置处的触觉输出，并且可以响应于检测到的第二量的力而提供第二类型的触觉输出或在第二位置处的触觉输出。

[0169] 除了上述以外，触觉结构1310、第一力感测部件1360、第二力感测部件1365和/或

EX1002 - Page 1496

力感测元件1305也可以配合工作，以确定接收到的触摸输入和/或力输入的位置。当这一位置被确定时，可以将触觉结构1310的致动和任何相关的触觉输出定位在所确定的位置。

[0170] 在另一种实施方式中，触觉结构1310可以在所确定的位置的周围或相邻区域提供触觉输出。为此，可以在不同时间并在不同位置处致动触觉结构1310的部分或一个或多个触觉结构1310，从而有效地抵消(或可替换地，增强)由如上所述的触觉结构1310所提供的触觉输出。

[0171] 在又一些其它的实施方式中，电子设备1300，以及本文所述的其它示例性电子设备可以包括位于不同层上的多个触觉结构1310。在另一实施方式中，触觉结构1310本身可以包括不同层。在这些示例性实施方式中，这些层可以相对于彼此颠倒。例如，第一层或第一触觉结构1310可以操作来在第一方向上或以第一方式偏移或变形，而第二层或第二触觉结构1310可以操作来在第二方向上或以第二方式偏移或变形。

[0172] 在一些实施例中，触觉结构1310可以包括具有交替的触觉元件的单个层。例如，第一触觉元件可以致使触觉结构1310在第一方向上或以第一方式偏移，而第二触觉元件可以致使触觉结构1310在与第一方向相反的第二方向上或以与第一方式相反的第二方式偏移。

[0173] 虽然触觉结构1310、第一力感测部件1360、第二力感测部件1365和力感测元件1305被示出为分离的部件，但这不是必需的。在一些实施例中，触觉结构1310(或触觉结构1310的触觉致动器)可以与第一力感测部件1360、第二力感测部件1365和/或力感测元件1305中的一个或多个组合。部件的组合可以最小化各部件之间可能存在的间隙或其它空间，这些间隙或其它空间可能导致力精度误差并且还可能改变如本文所描述的触觉输出。

[0174] 例如，力感测元件1305可以包括在响应于接收到的力被致动时而提供输出电压的压电材料。然后，输出电压用于确定所提供的力的量。然后可以以如上所述方式致动同一压电材料以响应于所接收到的力而产生触觉输出。

[0175] 图14示出了示例性电子设备1300的剖面图，其中，电子设备1300的力感测元件1305、触觉结构1310和其它部件被布置成第二构造。在图14所示的实施例中，电子设备1300包括与以上所述的那些类似的部件。例如，电子设备1300包括力感测元件1305、触觉结构1310、防护玻璃1315、显示器1320、背光组件1325、反射器1330和电池1335。

[0176] 电子设备1300还包括第一支承结构1340和第二支承结构1345。但是，与图13中的第一支承结构1340不同，图14中的第一支承结构1340与触觉结构 1310相邻设置。另一个差别是可以省略第一力感测部件1360和第二力感测部件1365，虽然不是必需的。更具体地，力感测元件1305可以被构造为检测显示器1320与力感测元件1305的顶面之间的电容的变化。如同本文所描述的所有实施例，力感测元件1305也可以检测其顶面与其底面之间的电容或电容的变化。在一些实施例中，这些测量可以被组合(或单独使用)，以检测或以其它方式预测接收到力的总量。

[0177] 如上所述，触觉结构1310通过致使电子设备1300中的基板或其它这种部件偏移而提供触觉输出。因此，在一些实施例中，触觉结构1310可以耦接到反射器1330。

[0178] 更具体地，如图14所示，可以使用环氧树脂1355或压敏粘合剂将触觉结构1310耦接到反射器1330的背面。反射器1330的顶侧可以层叠或以其它方式覆盖有反射材料。因此，反射器1330可以用作背光组件1325的底层，并也辅助触觉结构1310提供触觉输出。

[0179] 例如，如以上所讨论的，随着触觉结构1310偏移或变形，反射器1330也偏移或变

EX1002 - Page 1497

形。反射器1330的偏移致使显示器1320和/或防护玻璃1315经由第二支承结构1345偏移，这提供了触觉输出，如之前所描述的。

[0180] 图15示出了示例性电子设备1300的剖面图，其中，电子设备1300的力感测元件1305、触觉结构1310以及其它部件被布置成第三构造。在图15所示的构造中，电子设备1300可以包括与以上关于图14所描述的那些部件类似的部件。也就是说，除了力感测元件1305和触觉结构1310之外，电子设备1300还包括防护玻璃1315、显示器1320、背光组件1325、反射器1330和电池1335。

[0181] 在图15所示的布置中，触觉结构1310实质上为浮置的片材。例如，仅触觉结构1310的周边边缘耦接到第一支承结构1340和第二支承结构1345。可以利用环氧树脂1355或压敏粘合剂实现部件的耦接。

[0182] 为了提供如上所述的触觉输出，触觉结构1310可以包括厚的基板。例如，参照图9，除其它部件外，触觉结构包括两个不同的基板，即顶部基板和底部基板。在该示例性实施例中，触觉结构1310的基板中的一个(例如顶部基板)可以比底部基板更厚。

[0183] 由于顶部基板(或底部基板)在本实施例中比在之前所描述的实施例中更厚，因此触觉结构1310提供了其自身的偏移表面。例如，随着触觉结构1310 的压电元件被致动，触觉结构1310的顶表面偏移。顶部基板的偏移也致使如之前所描述的显示器1320和防护玻璃1315的偏移。

[0184] 为了减少或最小化对电子设备1300的整体厚度的影响，反射器1330可以比在之前所描述的实施例中更薄。因此，为了补偿触觉结构1310的顶部基板厚度的增加，可以减小反射器1330的厚度。虽然特别提及了反射器1330，但也可以单独或组合地减小电子设备1300其它部件的厚度来补偿触觉结构1310厚度的增加。

[0185] 图16示出了示例性电子设备1300的剖面图，其中，电子设备1300的力感测元件1305、触觉结构1310、以及其它部件被布置成第四构造。在这一特定的实施例中，可以以与关于图15所示出和描述的部件类似的方式布置各种部件。例如，可以利用环氧树脂1355或压敏粘合剂将触觉结构1310耦接到第一支承结构1340和/或第二支承结构1345。此外，电子设备1300还可以包括防护玻璃1315、显示器1320、背光组件1325和电池1335。

[0186] 然而，在本实施方式中，可以省略分离的反射器。更具体地，在这一特定的实施方式中，反射器与触觉结构1310集成。例如，如上关于图9所描述的，除了其它部件，触觉结构1310包括顶部基板和底部基板。反射器可以充当顶部基板，而触觉结构的其余部分(例如，关于图9所示出并描述的其它部件)被印刷或以其它方式耦接到顶部基板的底面。在另一实施方式中，反射材料可以被印刷或层叠到触觉结构1310的顶部基板的顶面上。

[0187] 在关于图13-16所示出并所描述的实施例中，触觉结构1310和力感测元件1305可以相对于彼此堆叠。例如，触觉结构1310和力感测元件1305可以共面。在这种布置中，触觉结构1310中的每个部件或电极可以与力感测元件1305的每个元件或电极对准或具有相同或相似的大小。

[0188] 例如，与触觉结构1310相关联的或并入在其中的触觉像素的大小可以比与感测元件1305相关联或以其它方式并入在其中的力感测像素的大小更小或相似。在其它实施例中，触觉像素的大小可以比力感测像素的更大。在一些实施方式中，触觉结构1310的触觉像素可以与力感测像素对准，或以其它方式布置成它们位于力感测元件1305的力感测像素的

EX1002 - Page 1498

周界内。

[0189] 在一些实施例中，触觉结构1310的迹线路径可以与力感测元件1305的迹线路径对准，从而避免两种部件之间的任何干扰。

[0190] 无论像素如何布置，为确保力感测元件1305和触觉结构1310互不干扰，可以在触觉结构1310的底面和/或力感测元件1305的顶面上设置浮置元件(例如电极)。浮置电极可以作为减轻或消除部件之间的串扰和/或寄生效应的屏蔽件。因此，力感测元件1305可以不影响与触觉结构1310相关联的读取或输出，并且触觉结构1310可以不影响与力感测元件1305相关联的读取或输出。

[0191] 在关于图17-20C所示出并描述的实施例中，触觉结构1310和力感测元件1305不一定相互堆叠在另一个上。更具体地，触觉结构1310和力感测元件1305可以偏离但不共面，或者平行但不共面。

[0192] 图17示出了示例性电子设备1300的剖面图，其中电子设备1300的力感测元件1305、触觉结构1310和其它部件被布置成第五构造。更具体地，图17所示的构造与图13所示的构造类似，但是触觉结构1310与力感测元件1305不共面。

[0193] 虽然触觉结构1310与力感测元件1305不共面，但触觉结构1310和力感测元件1305以与以上所述的类似的方式而工作。例如，在这一构造中，利用环氧树脂1355或压敏粘合剂将触觉结构1310耦接到第一支承结构1340(例如，不导电性或非金属结构)。当被致动时，触觉结构1310偏移或变形，致使第一支承结构1340和/或第二支承结构1345变形或偏移，进而致使防护玻璃1315偏移，如以上所描述的。

[0194] 电子设备1300还包括用来确定防护玻璃上接收到的力的量的第一力感测部件1360和第二力感测部件1365。这些部件可以与力感测元件1305配合工作，如之前所描述的。同样，如之前所描述的，可以省略第二力感测部件1365。电子设备1300还包括显示器1320、背光组件1325、反射器1330和电池1335。

[0195] 图18示出了示例性电子设备1300的剖面图，其中，电子设备1300的力感测元件1305、触觉结构1310和其它部件(例如，防护玻璃1315、显示器1320、背光组件1325、反射器1330和电池1335)被布置成第六构造。在图18所示的部件的构造与关于图14所示出并描述的部件的构造类似。

[0196] 更具体地，可以利用环氧树脂1355或压敏粘合剂将触觉结构1310耦接到反射器1330的背面。反射器1330的顶侧可以层叠或以其它方式覆盖有反射材料，如以上所描述的。然而，在这一实施方式中，触觉结构1310可以被图案化或以其它方式与力感测元件1305相邻放置。

[0197] 当被致动时，触觉结构1310使反射器1330偏移，致使第一支承结构1340和/或第二支承结构1345偏移。因此，防护玻璃1315也偏移，如以上所描述的。

[0198] 图19示出了示例性电子设备1300的剖面图，其中，电子设备1300的力感测元件1305、触觉结构1310和其它部件被布置成第七构造。在这一实施方式中，电子设备1300还包括防护玻璃1315、显示器1320、背光组件1325、反射器1330和电池1335。

[0199] 在这一特定的实施方式中，触觉结构1310可以形成在反射器1330上。更具体地，触觉结构1310与反射器1330的一部分集成。照此，反射器1330可以充当触觉结构1310的顶部基板。触觉结构1310的其余部件(例如，关于图9所示出和所描述其它部件)可以被印刷或以

EX1002 - Page 1499

其它方式耦接到如以上所描述的顶部基板的底面。反射器1330的周边边缘可以耦接到第一支承结构1340和第二支承结构1345。由于反射器1330的周边边缘以这种方式耦接，因此触觉结构1310的致动可以致使反射器1330更容易以上述方式弯曲。

[0200] 由于触觉结构1310仅与反射器1330的一部分集成，因此触觉结构1310可以包括陶瓷或其它这种材料。虽然不是必需的，但包含这种材料可以使得触觉结构1310能更好地承受偏移和变形过程以及可能施加在触觉结构1310上的其它应力。

[0201] 图20A-20C示出了电子设备1400的触觉结构1420和力感测元件1430的示例性布局。触觉结构1420和力感测元件1430的多种布置、图案和大小均为示例，而不具有限制意义。

[0202] 更具体地，力感测元件1430和触觉结构1420可以具有多种形状和大小，并且可以布置成多种构造。此外，在单个电子设备1400内的一些位置可以使用第一大小或取向的触觉结构1420和/或力感测元件1430，而在其它位置可以使用其它不同大小的触觉结构1420和/或力感测元件1430。

[0203] 每个触觉结构1420和/或每个力感测元件1430可以位于电子设备1400内的不同层上。例如，如果使用透明压电材料创建触觉结构1420，触觉结构1420则可以位于更靠近电子设备1400的防护玻璃。

[0204] 在其它实施方式中，并且如上所述，电子设备1400可以包括触觉结构1420的多个层和/或力感测元件1430的多个层。例如，电子设备1400可以包括在第一方向上或以第一方式变形或偏移的触觉结构1420的第一层，以及在与第一方 向不同的第二方向上和/或以与第一方式不同的第二方式变形或偏移的触觉结构1420的第二层。

[0205] 在这种实施方式中，可以在不同时间致动每个层中的每个触觉结构1420以补偿或增强触觉结构1420所提供的触觉输出。此外，每个层可以由不同的材料制成。例如，更靠近电子设备1400的防护玻璃的触觉结构1420的层可以由透明材料制成，而更远离防护玻璃的触觉结构1420的层可以由不透明的材料制成。

[0206] 在另一实施方式中，可以从电子设备1400中的特定区域省略多个部件，例如以上所描述的部件。例如，可以邻近触觉结构1420和力感测元件1430(例如，在电子设备1400的周界附近)提供支承结构1410，而在电子设备1400的中央省略支承结构1410。

[0207] 在以下描述的实施例中，以下示例性实施例中的每个触觉结构1420可以在不同时间和不同位置处被驱动，从而实现如上所述的所期望的定位和触觉输出。此外，力感测元件1430可以被布置在不同的位置处并以不同的图案布置，以检测接收到的力输入。例如，如图20A所示，电子设备1400可以具有两个力感测元件1430。这些力感测元件1430可以被多个触觉结构1420围绕、内嵌在其中或以其它方式与多个触觉结构1420对准。

[0208] 在图20B所示的示例性实施例中，电子设备1400包括交替的触觉结构1420和力感测元件1430的图案。在一些实施方式中，支承结构1410可以位于交替结构的周界附近。在图20C中，电子设备1400可以被力感测元件1430分成四个象限或区，每个象限或区具有多个触觉结构1420。与之前的实施例类似，支承结构1410可以与触觉结构1420中的一些和力感测元件1430的部分相邻设置。

[0209] 在上述的实施例中，触觉结构和力感测元件可以结合工作，以确定提供给电子设备的力的量。例如，当触觉结构偏移、弯曲或承受应变时该触觉结构输出电压而力感测元件

EX1002 - Page 1500

测量偏移量。因此，可以使用触觉结构所输出的电压来帮助力感测元件确定接收到的力的量。

[0210] 在另一实施例中，电子设备的力感测元件或其它部件可以追踪接收到的力输入的历史。同样，触觉结构可以追踪或测绘被提供触觉输出的位置。使用这种信息，计算设备能够更好地追踪接收到的输入和所提供的输出，并增加这些区域的灵敏度。

[0211] 图21是示出根据本公开的一个或多个实施例的电子设备1500的示例性部件(例如，硬件部件)的框图。在某些实施例中，电子设备1500可以与上面所描述的电子设备100类似。虽然示出了电子设备1500的各种部件，但为简单起见，可以省略每个部件之间的连接和通信通道。

[0212] 在基本的构造中，电子设备1500可以包括至少一个处理器1505或处理单元以及存储器1510。处理器1505可以用于确定接收到输入的位置以及应该驱动哪个致动器结构。存储器1510可以包括但不限于易失性存储装置(例如随机存取存储器)，非易失性存储装置(例如，只读存储器、闪速存储器)或它们的任意组合。存储器1510可以存储适合于运行软件应用1555的操作系统1515和一个或多个程序模块1520。操作系统1515可以被构造为控制电子设备1500和/或由操作系统1515执行的一个或多个软件应用1555。软件应用1555可以包括浏览器应用、电子邮件应用、日历应用、联系人管理器应用、消息传递应用、游戏、媒体播放器应用、计时应用等。

[0213] 电子设备1500可以具有除在本文中明确描述的之外的另外的特征或功能。例如，电子设备1500还可以包括另外的可移除和不可移除的数据存储设备，例如，磁盘、光盘或磁带。图21用可移除存储设备1525和不可移除存储设备1530示出了示例性存储设备。在某些实施例中，多种程序模块和数据文件可以存储在存储器1510中。

[0214] 还如图21所示，电子设备1500可以包括一个或多个输入设备1535。输入设备1535可以包括触控板、键盘、鼠标、笔或触针、声音输入设备、触摸输入设备、力感测元件等。电子设备1500还可以包括一个或多个输出设备1540。输出设备1540可以包括显示器、一个或多个扬声器、打印机等。电子设备1500还可以包括如本文所描述的一个或多个触觉致动器1560。在其它实施例中，触觉致动器1560可以被构造为提供触觉和音频输出两者。

[0215] 电子设备1500还可以包括一个或多个传感器1565。传感器可以包括但不限于力传感器、压力传感器、高度计、触摸识别传感器、加速计、温度传感器、环境光传感器、光电二极管、陀螺仪、磁力计等。

[0216] 电子设备1500还包括便于与另外的计算设备1550进行通信的通信连接1545。这种通信连接1545可以包括RF发射器、接收器和/或收发器电路系统、通用串行总线(USB)通信、并行端口和/或串行端口。

[0217] 如本文所使用的，术语计算机可读介质可以包括计算机存储介质。计算机存储介质可以包括以任何方法或技术实现的用于信息存储的易失性和非易失性介质和/或可移除和不可移除介质。示例包括计算机可读指令、数据结构或程序模块。存储器1510、可移除存储设备1525和不可移除存储设备1530均为计算机存储介质的示例。计算机存储介质可以包括：RAM、ROM、电可擦除只读存储器(EEPROM)、闪存存储器或其它存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(DVD)或其它光盘存储装置、磁带盒、磁带、磁盘存储装置或其它磁存储设备，或可以用于存储信息并可以被电子设备1500访问的任何其它制品。任何这种计算机存储介质可

EX1002 - Page 1501

以是电子设备1500的一部分。

[0218] 在某些实施例中，电子设备1500包括为每个示出的部件提供电力的电源供应器，例如电池、太阳能电池等。电源供应器还可以包括外部电源，例如交流适配器或补充或对电池再充电的其它这种连接器。电子设备1500还可以包括执行发射和接收无线电频率通信功能的无线电装置。此外，无线电装置接收到的通信可以传播到应用程序。同样地，根据需要，来自应用程序的通信可以传播到无线电装置。

[0219] 根据本实用新型的另一个方面，提供了一种用于为电子设备提供定位的触觉输出的方法，所述方法包括：接收输入；响应于接收到输入，将第一输入信号施加到第一致动器，从而使第一致动器的第一和第二端部朝向彼此移动；以及响应于第一致动器的第一和第二端部朝向彼此移动，致使第一致动器所附接到的基板偏移，由此在电子设备的表面上提供定位的触觉输出。

[0220] 在一个实施例中，所述方法进一步包括将第二输入信号施加到第二致动器来移动所述第二致动器；并响应于移动所述第二致动器，致使第二致动器所附接到的基板偏移。

[0221] 在一个实施例中，其中，移动所述第二致动器使定位的触觉输出衰减。

[0222] 在一个实施例中，其中，移动所述第二致动器使定位的触觉输出增强。

[0223] 以上参照方法的框图和操作图示等描述了本公开的实施例。所描述的操作可以不按照任何图中所示出的顺序进行。此外，可以移除或基本上同时执行一个或多个操作。例如，可以基本上同时执行连续示出的两个块。此外，可以以相反的顺序执行所述块。

[0224] 出于解释的目的，以上描述使用了特定的命名来提供对所描述的实施例的透彻理解。然而，对本领域技术人员来说，显而易见的是，具体细节并不是实施所描述的实施例所必须的。因此，以上对本文所描述的具体实施例的描述仅用于展示和说明。其目的不是为了穷尽或将实施例限制为所公开的精确形式。鉴于上述教导，对本领域技术人员来说，可以进行多种修改和变化是显而易见的。

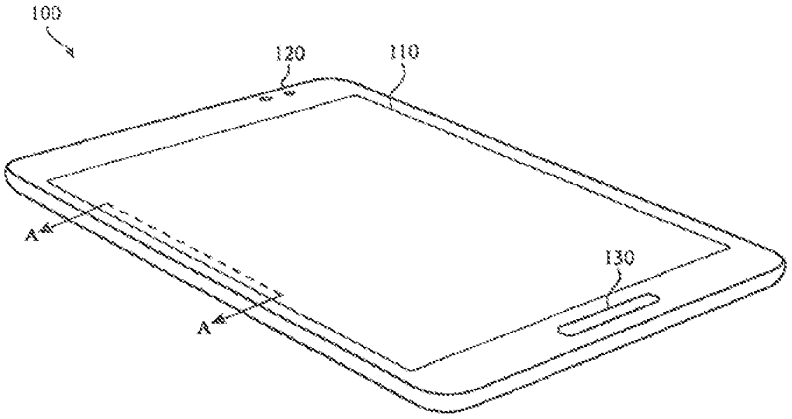


图1A

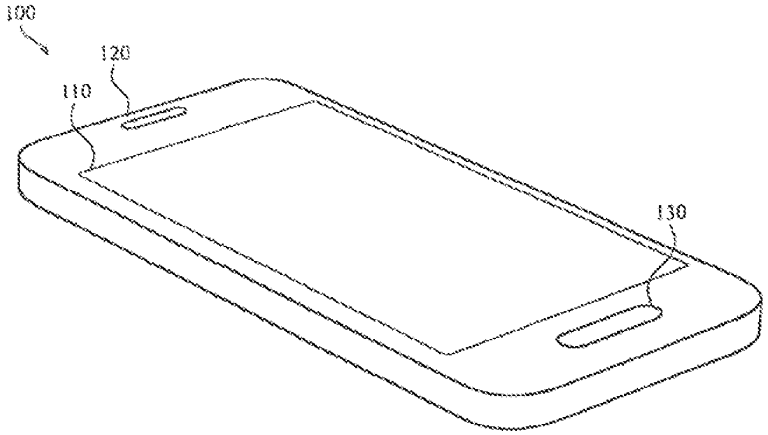


图1B

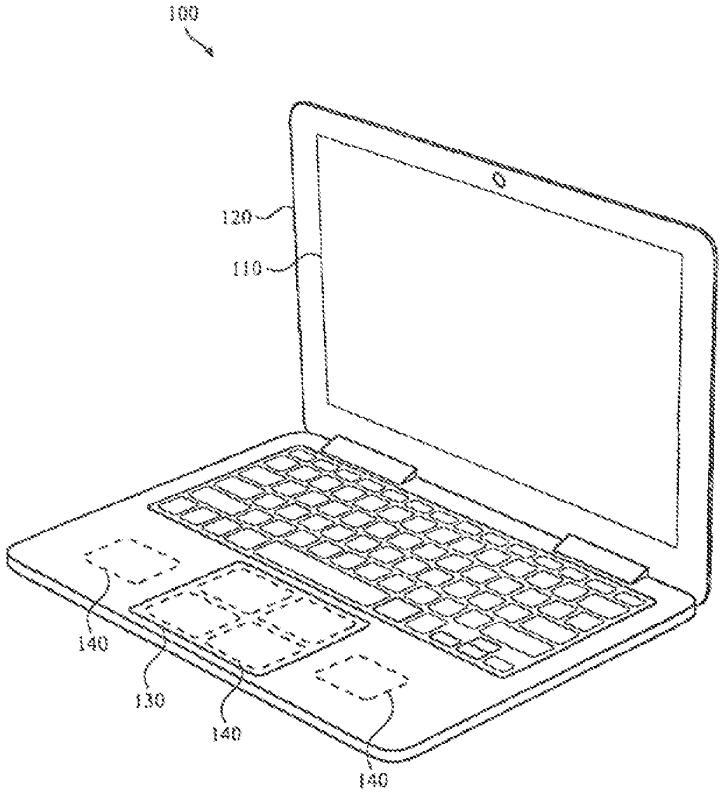


图1C

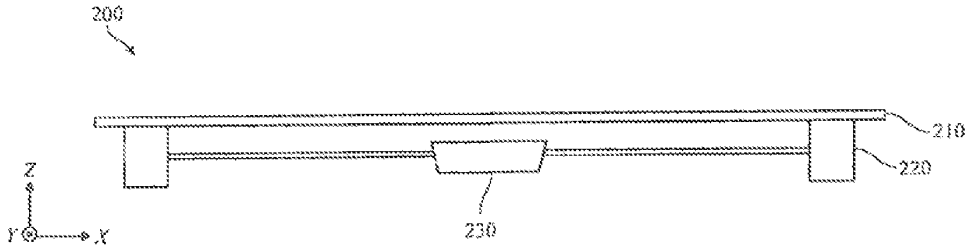


图2A

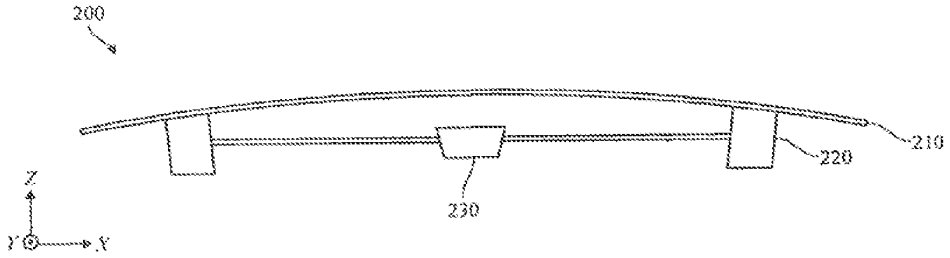


图2B

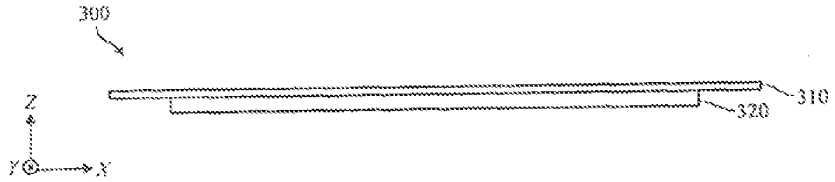


图3A

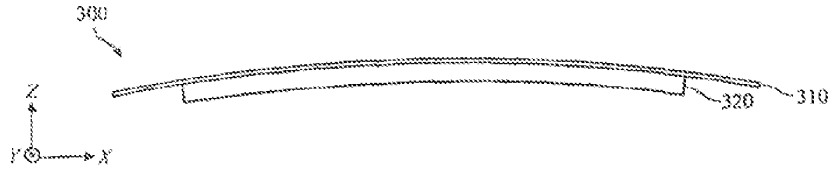


图3B

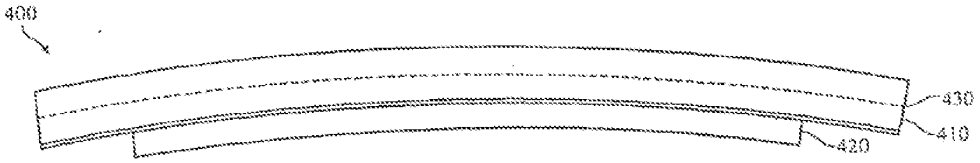


图4A

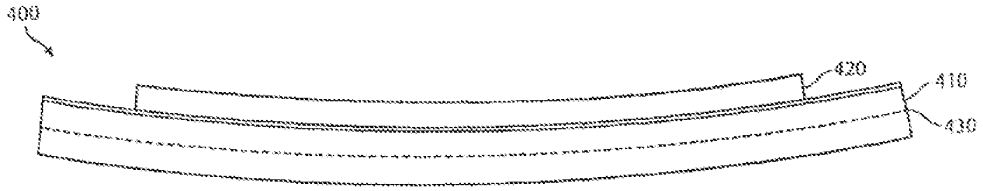

400
420
410
430

图4B

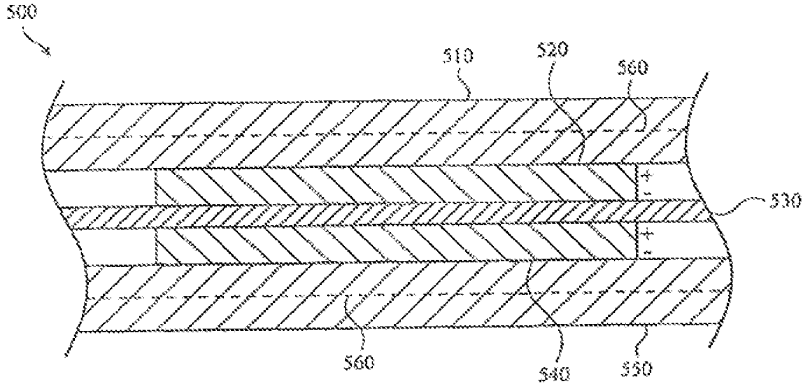

500
510
520
560
530
560
540
550

图5A

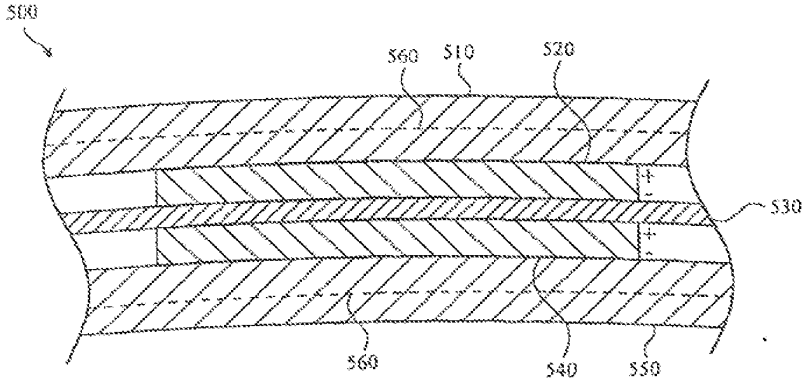

500
560
510
520
530
560
540
550

图5B

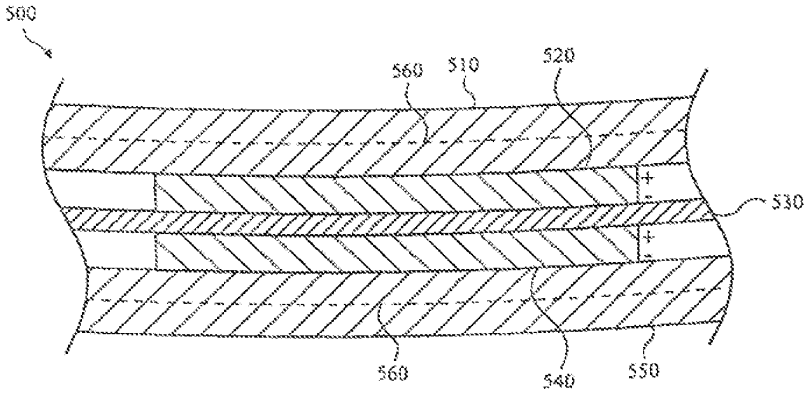


图5C

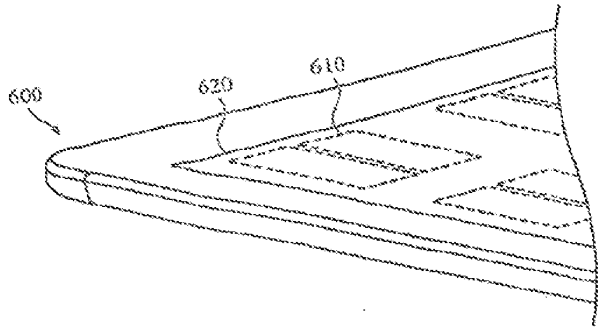


图6A

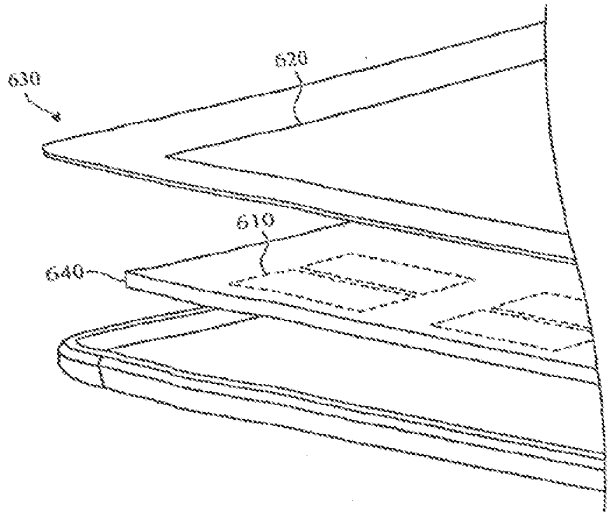


图6B

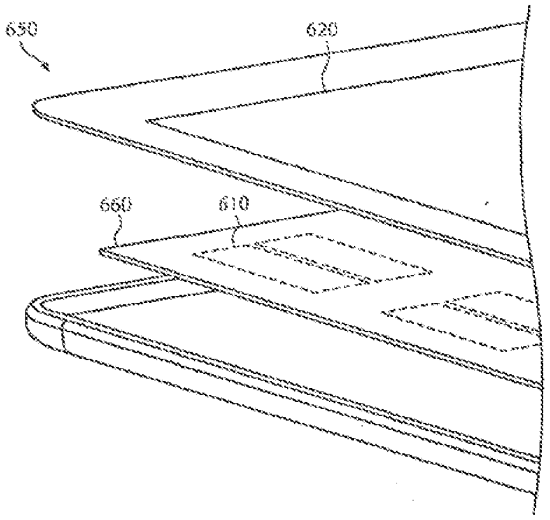


图6C

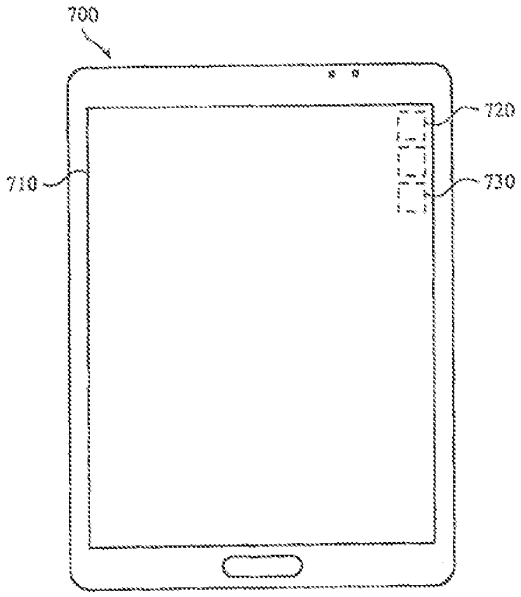


图7A

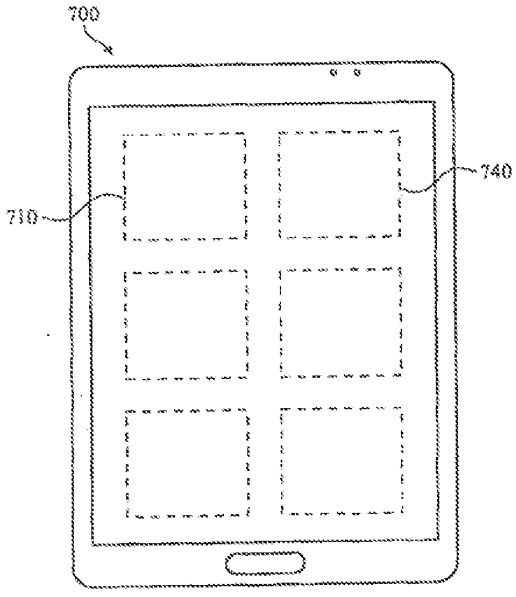


图7B

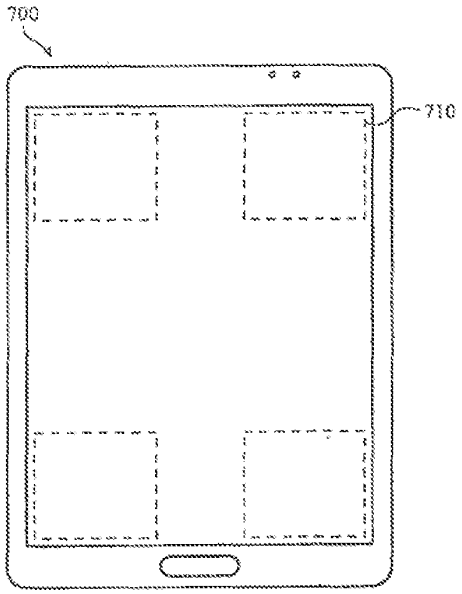


图7C

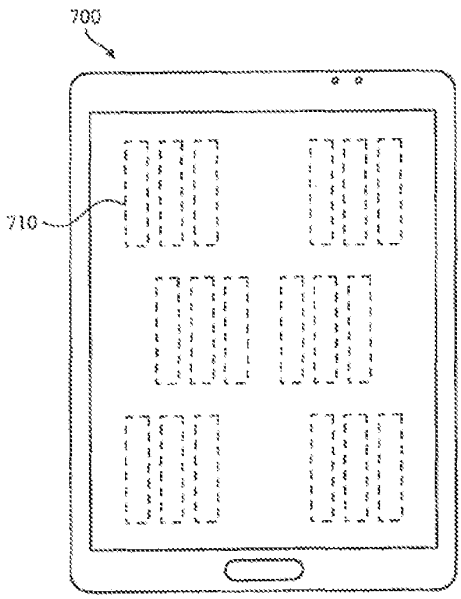


图7D

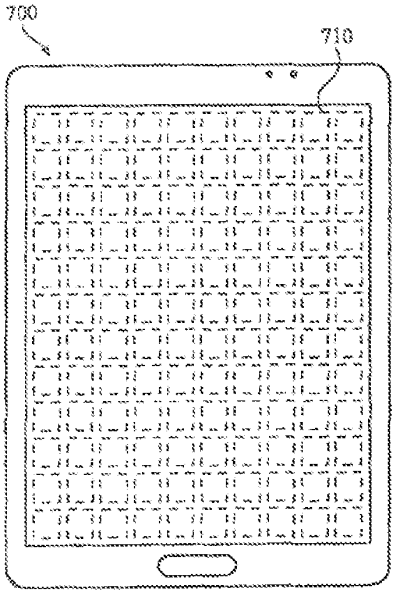


图7E

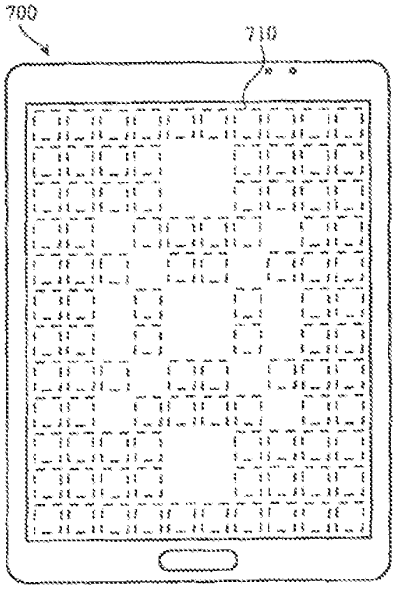


图7F

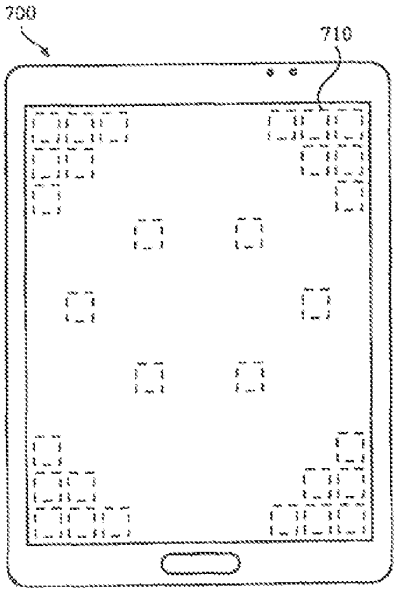


图7G

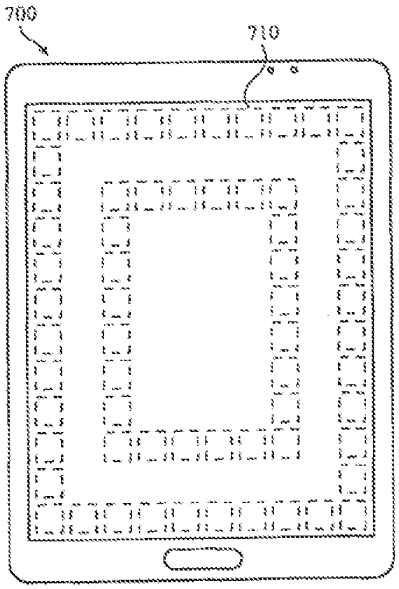


图7H

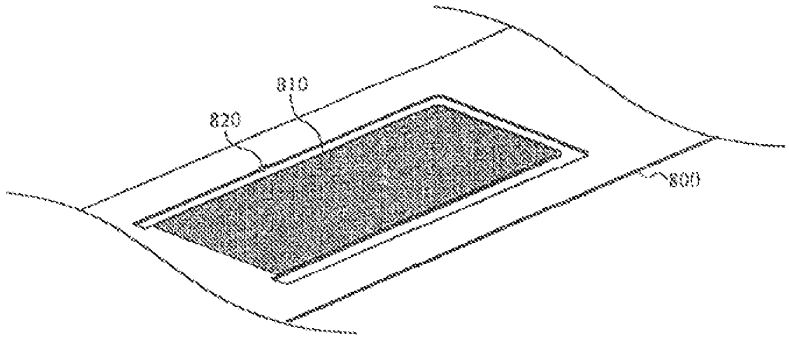


图8A

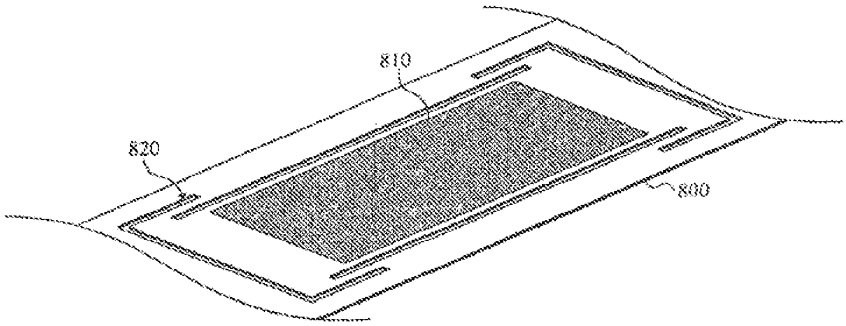


图8B

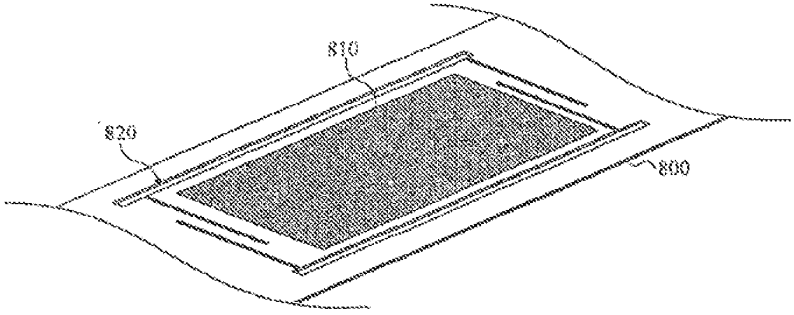


图8C

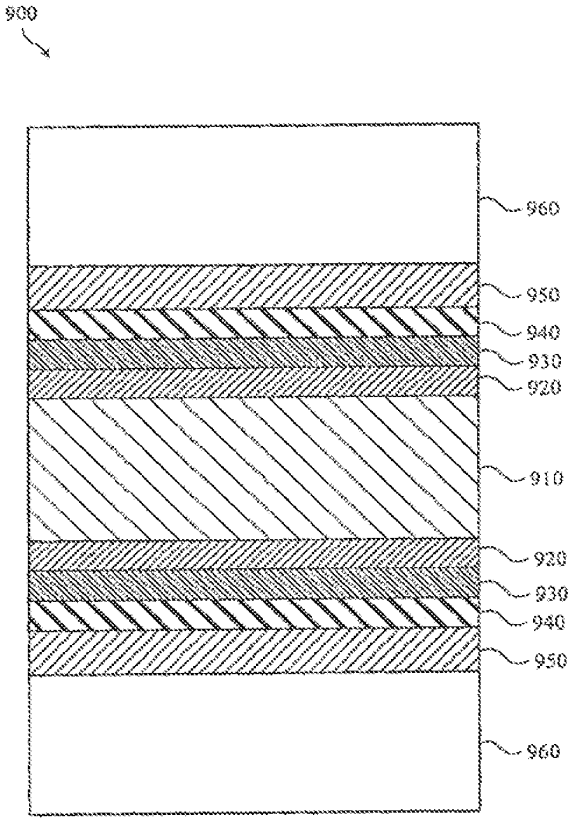


图9

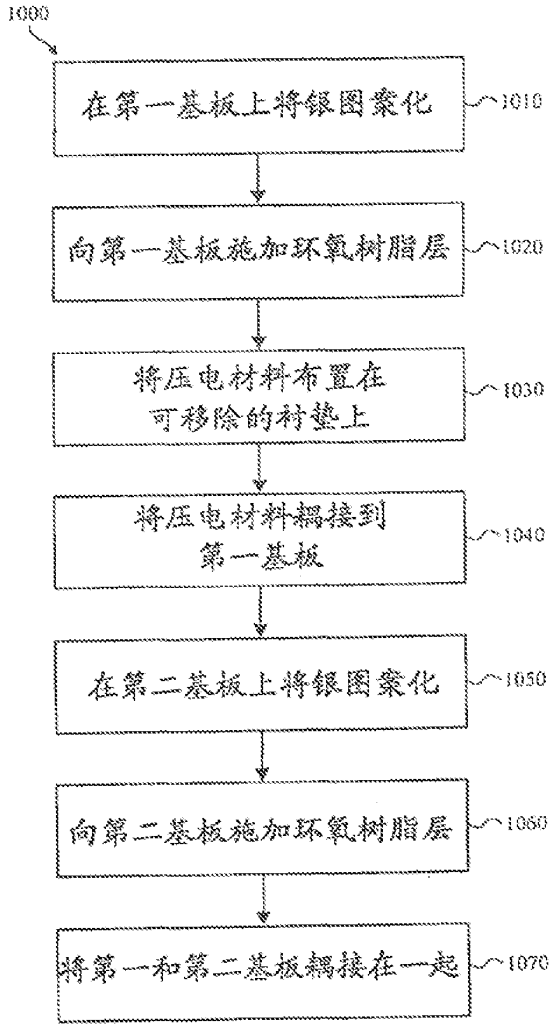

1000
在第一基板上将银图案化
1010
向第一基板施加环氧树脂层
1020
将压电材料布置在可移除的衬垫上
1030
将压电材料耦接到第一基板
1040
在第二基板上将银图案化
1050
向第二基板施加环氧树脂层
1060
将第一和第二基板耦接在一起
1070

图10

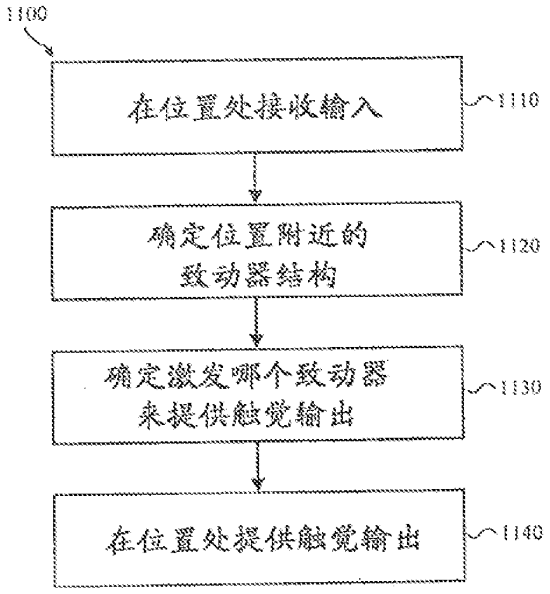

1100
在位置处接收输入
1110
确定位置附近的
致动器结构
1120
确定激发哪个致动器
来提供触觉输出
1130
在位置处提供触觉输出
1140

图11

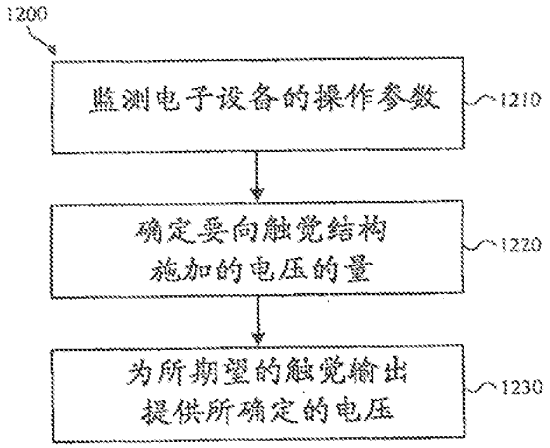

1200
监测电子设备的操作参数
1210
确定受向触觉结构
施加的电压的量
1220
为所期望的触觉输出
提供所确定的电压
1230

图12

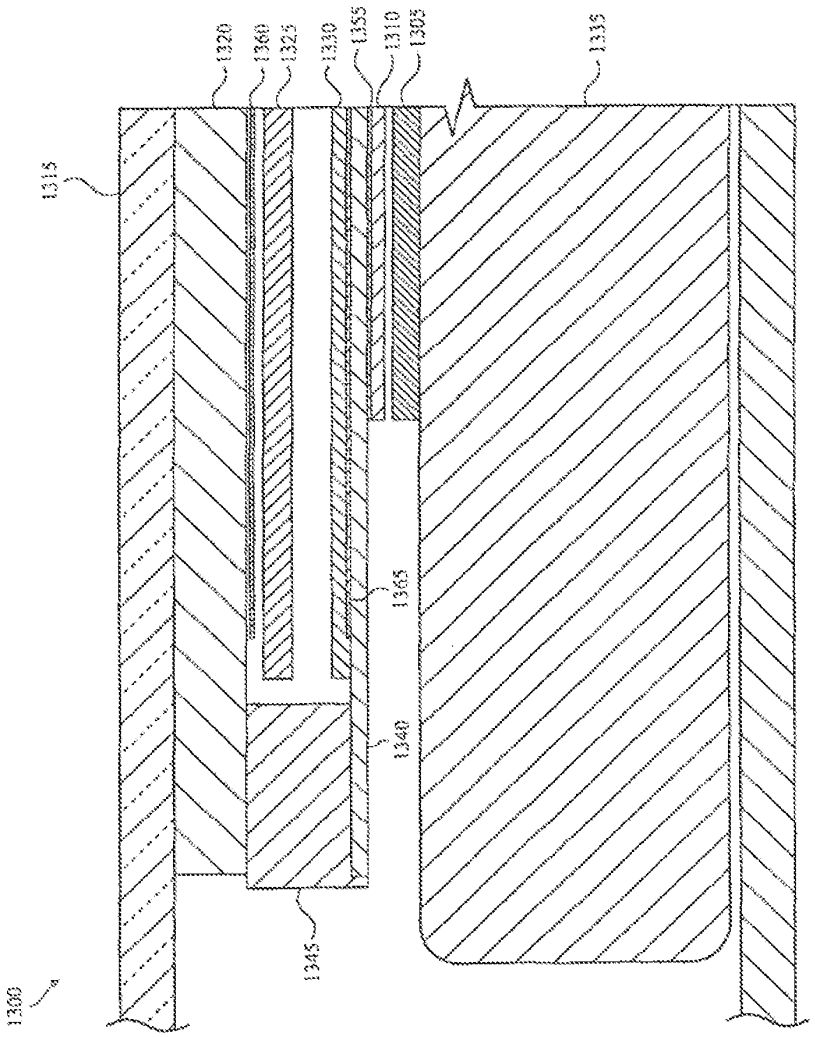

1320
1360
1325
1330
1355
1310
1305
1335
1315
1365
1340
1345
1300

图13

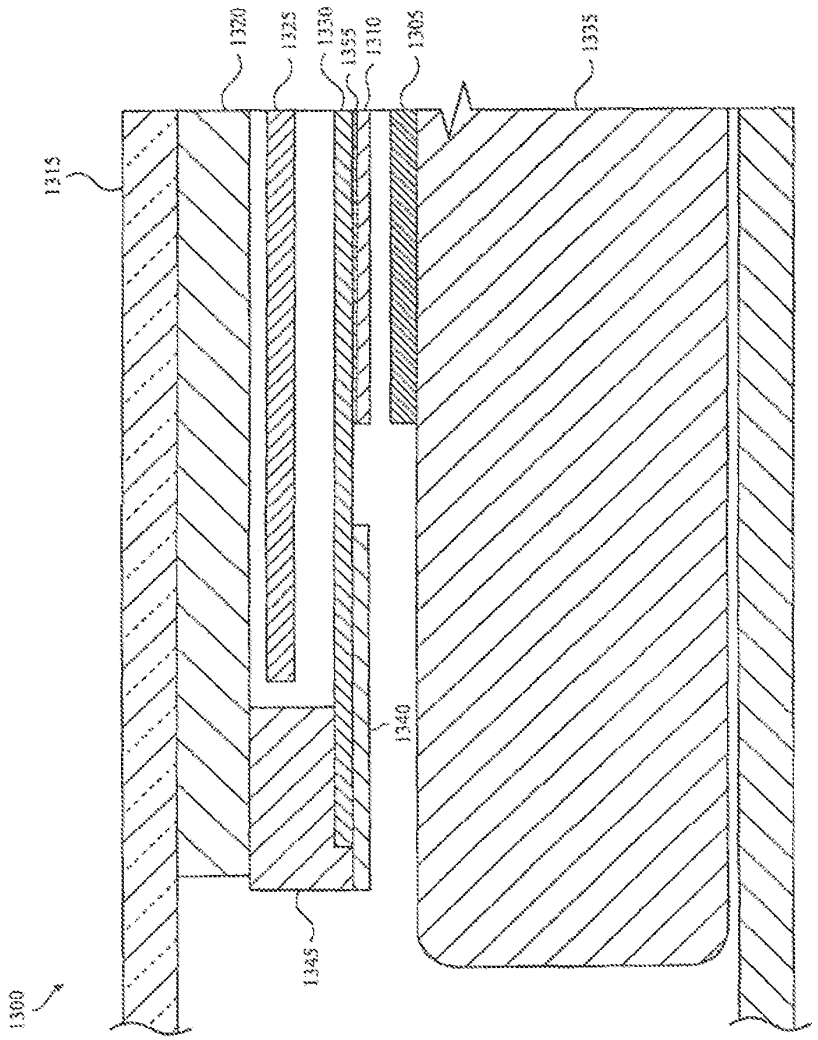


图14

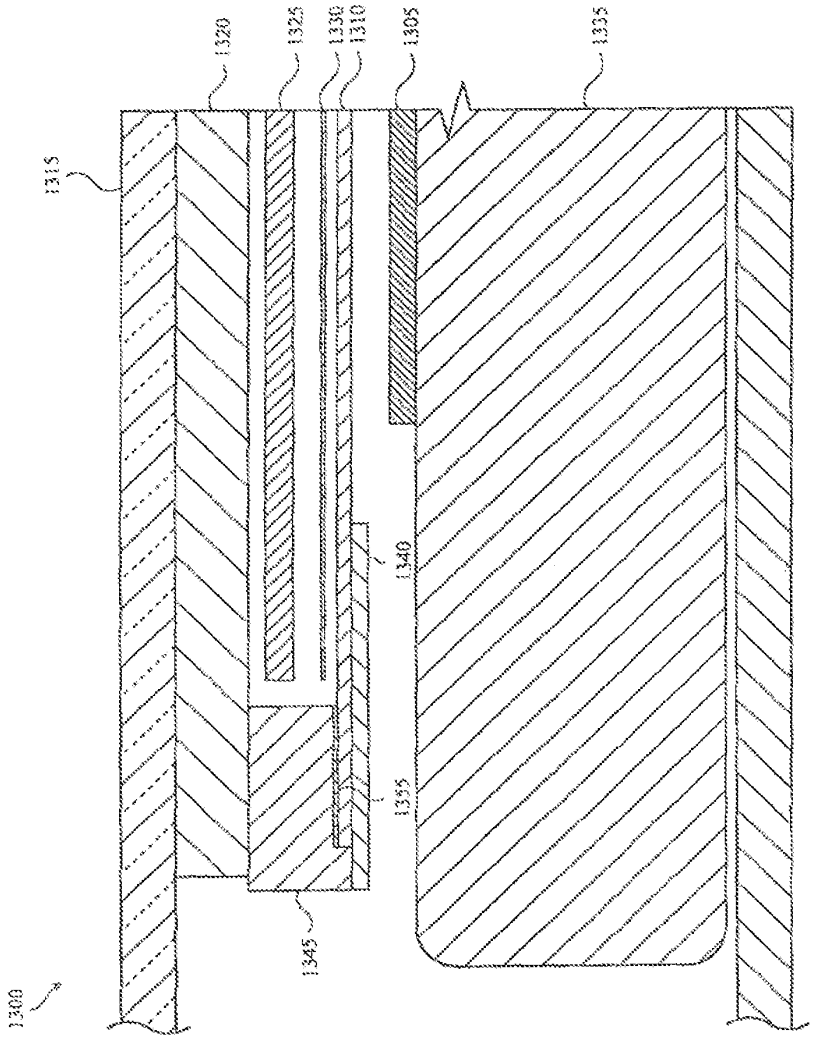


图15

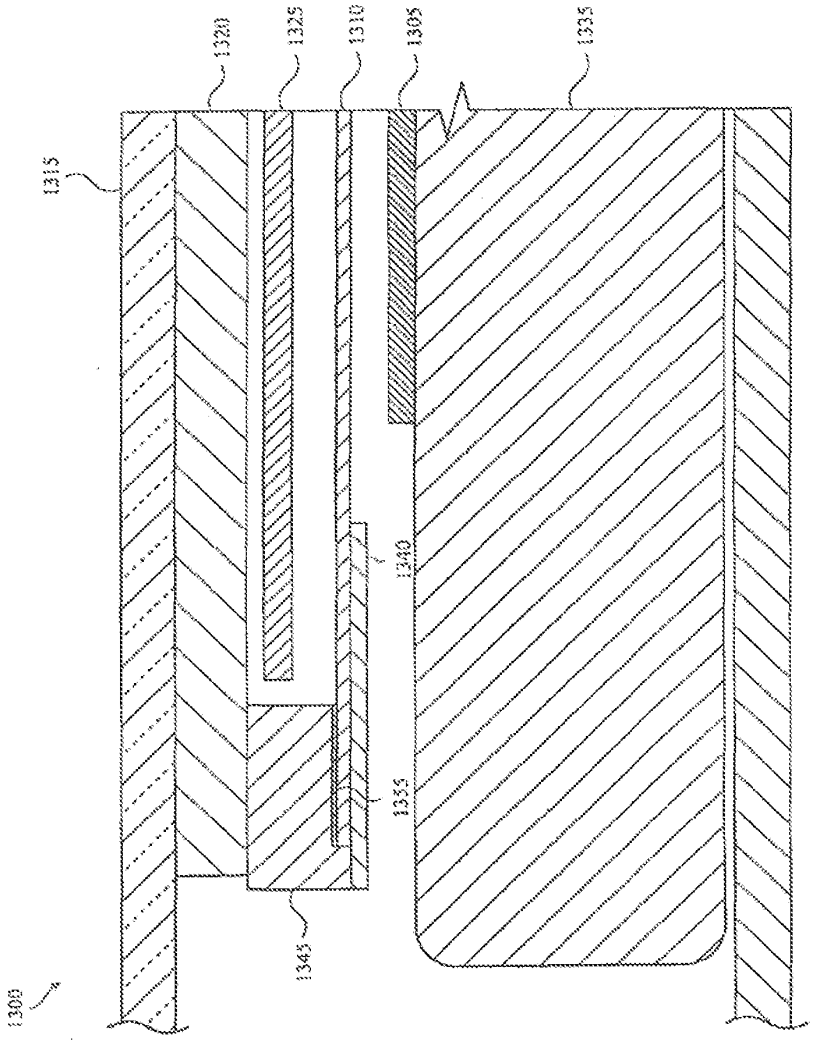


图16

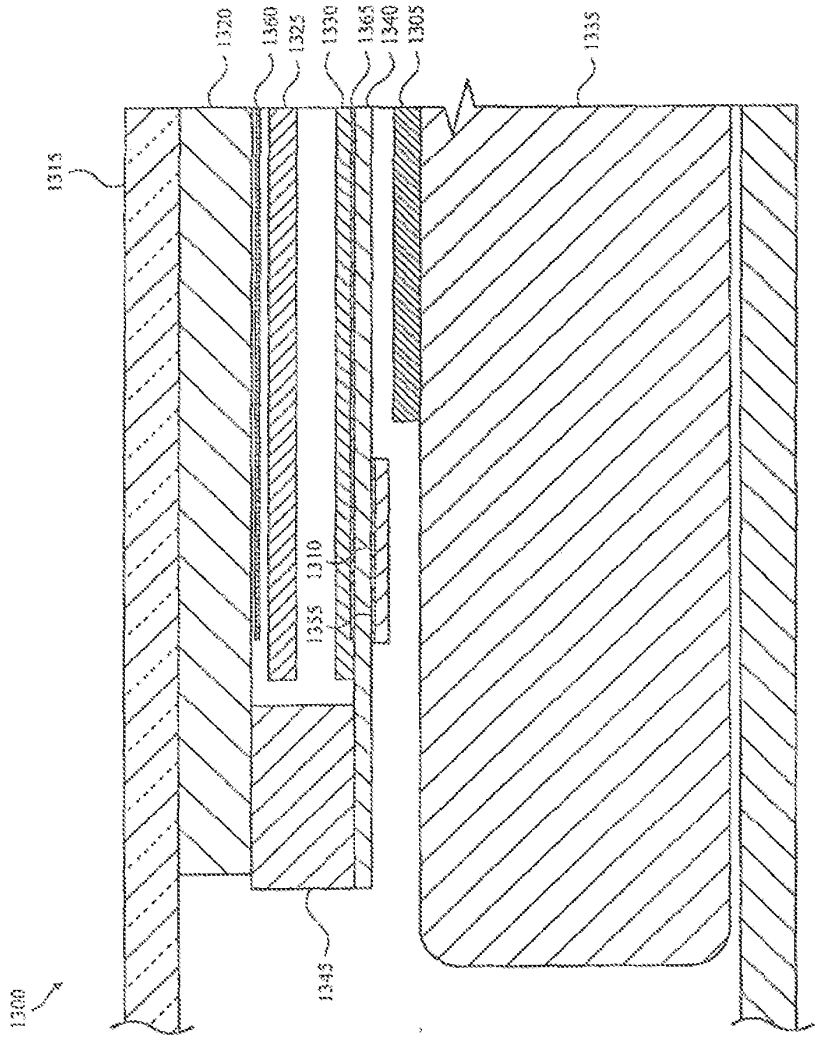

1320
1360
1325
1330
1365
1340
1305
1335
1315
1310
1355
1345
1300

图17

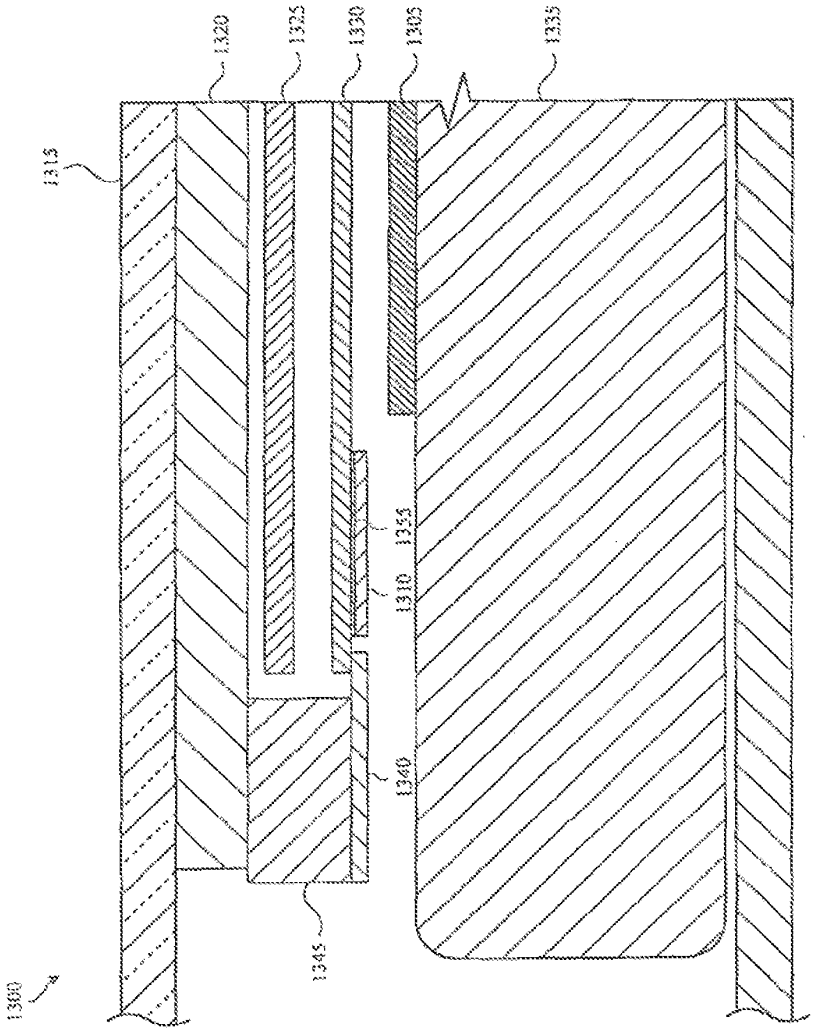


图18

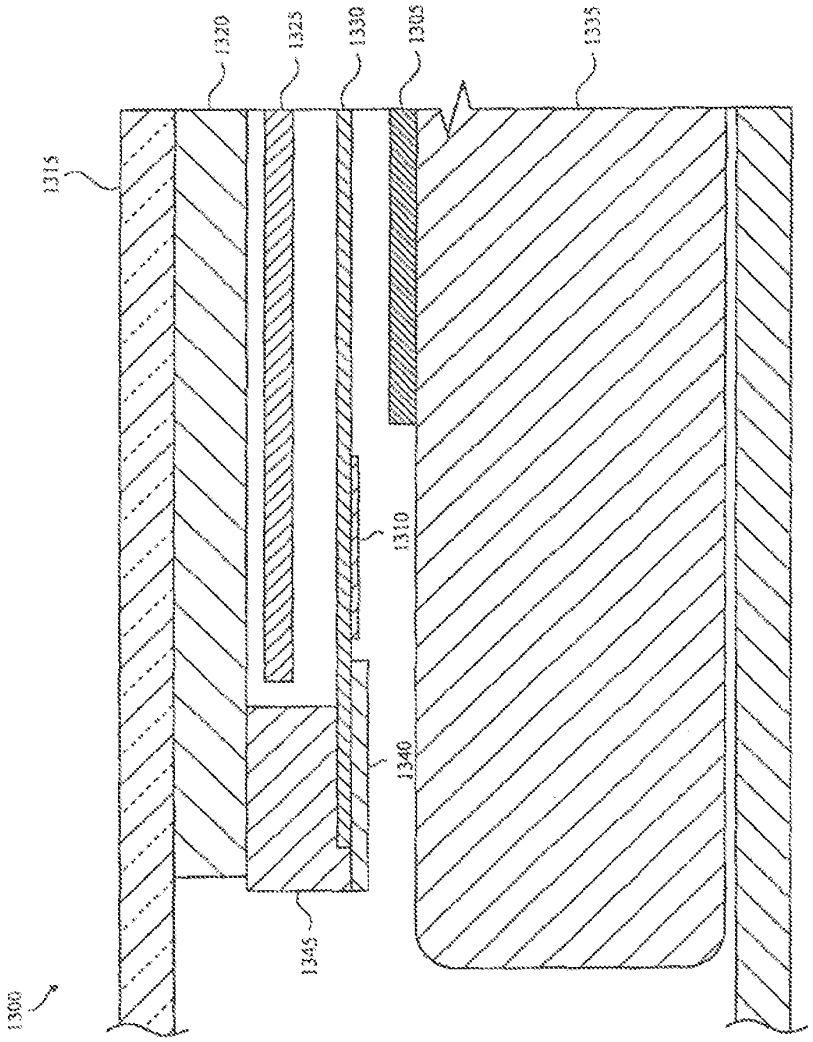


图19

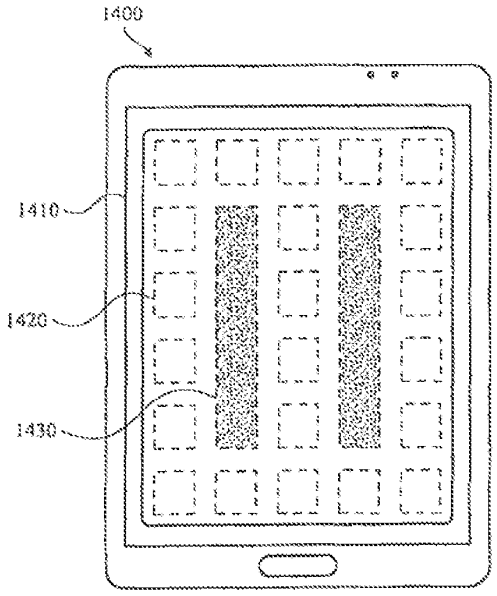


图20A

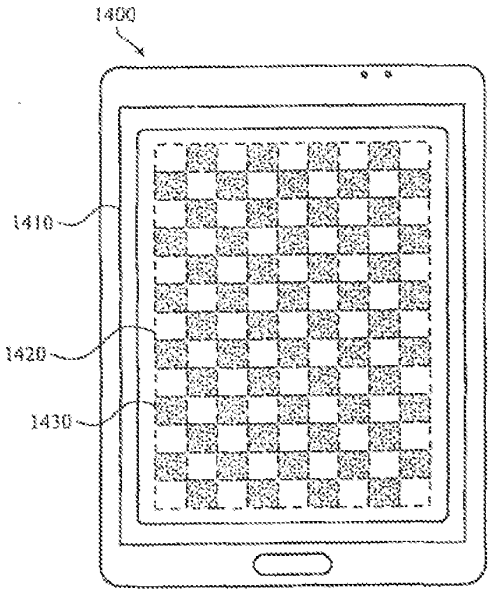


图20B

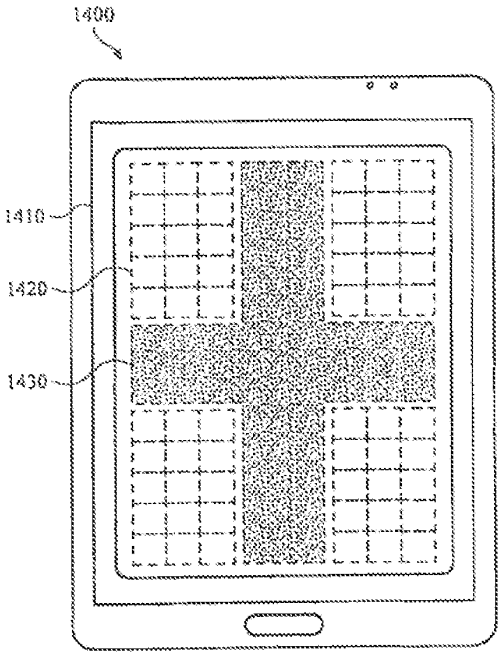


图20C

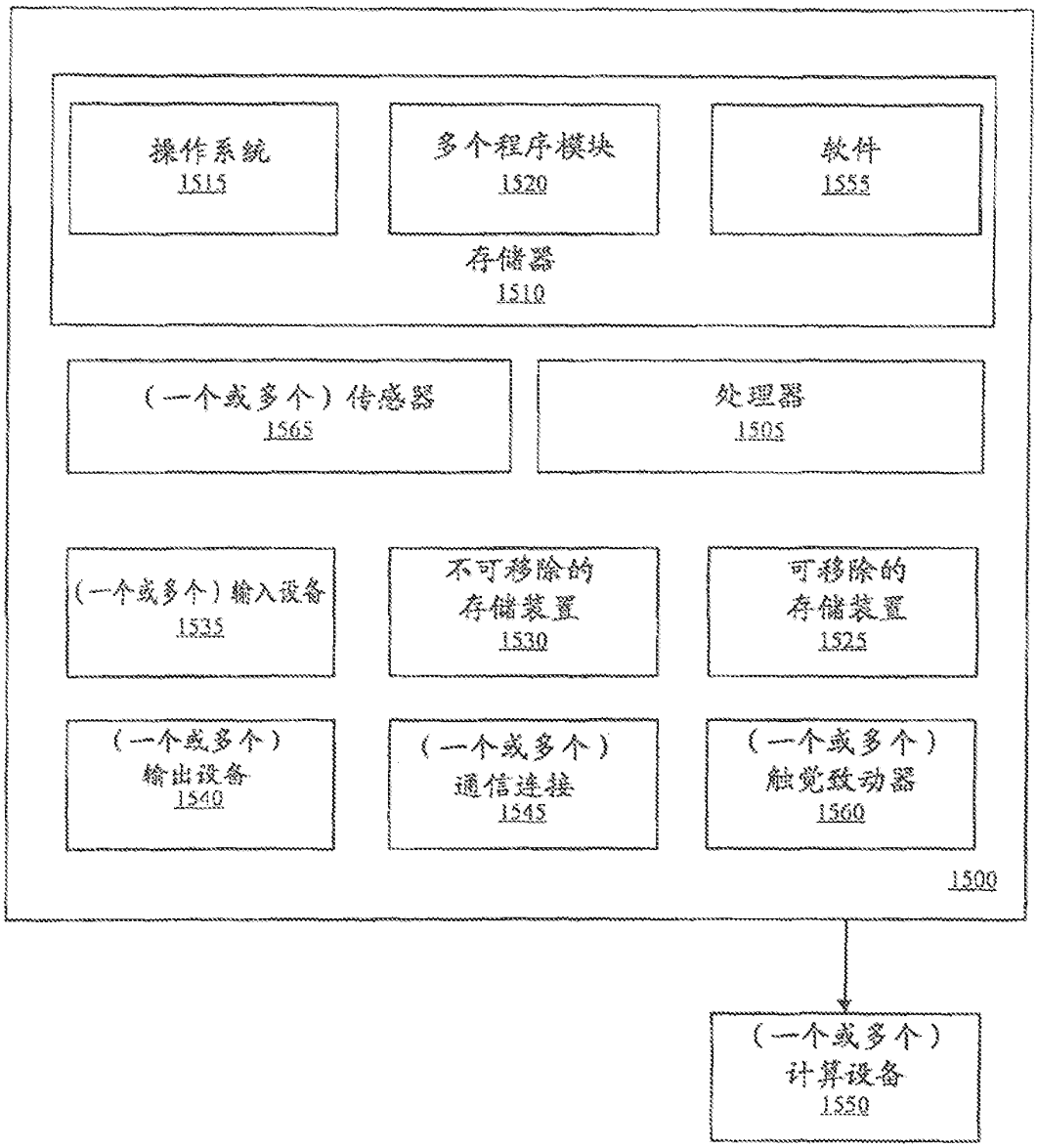

操作系统
1515
多个程序模块
1520
软件
1555
存储器
1510
（一个或多个）传感器
1565
处理器
1505
（一个或多个）输入设备
1535
不可移除的
存储装置
1530
可移除的
存储装置
1525
（一个或多个）
输出设备
1540
（一个或多个）
通信连接
1545
（一个或多个）
触觉致动器
1560
1500
（一个或多个）
计算设备
1550

图21

Electronic Patent Application Fee Transmittal

Application Number:	15377096
Filing Date:	13-Dec-2016
Title of Invention:	Systems and Methods for Proximity-Based Haptic Feedback
First Named Inventor/Applicant Name:	Vahid Khoshkava
Filer:	Michael T. Morlock/John Mulhern
Attorney Docket Number:	IMM637 (051851-0971162)

Filed as Large Entity

Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
UTILITY APPL ISSUE FEE	1501	1	1200	1200

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD($)
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
SUBMISSION- INFORMATION DISCLOSURE STMT	1806	1	260	260
		Total in USD ($)		**1460**

Electronic Acknowledgement Receipt

EFS ID:	43929377
Application Number:	15377096
International Application Number:	
Confirmation Number:	4030
Title of Invention:	Systems and Methods for Proximity-Based Haptic Feedback
First Named Inventor/Applicant Name:	Vahid Khoshkava
Customer Number:	34300
Filer:	Michael T. Morlock/John Mulhern
Filer Authorized By:	Michael T. Morlock
Attorney Docket Number:	IMM637 (051851-0971162)
Receipt Date:	01-OCT-2021
Filing Date:	13-DEC-2016
Time Stamp:	16:47:32
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	CARD
Payment was successfully received in RAM	$1460
RAM confirmation Number	E202101G48594341
Deposit Account	201430
Authorized User	John Mulhern
The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows: 37 CFR 1.16 (National application filing, search, and examination fees) 37 CFR 1.17 (Patent application and reexamination processing fees)	

37 CFR 1.19 (Document supply fees)

37 CFR 1.20 (Post Issuance fees)

37 CFR 1.21 (Miscellaneous fees and charges)

File Listing:

Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Issue Fee Payment (PTO-85B)	15377096_IssueFee.pdf	109953 1accb76dc98c09962d470a7c1bc687b07c1385ac	no	1
Warnings:					
Information:					
2	Power of Attorney	15377096_POA.pdf	214616 4cc5a0fe2fb364a78fc13c47b7b3497e6d8d0104	no	2
Warnings:					
Information:					
3		15377096_AMD.pdf	105810 29fa30046775bd1ca35995464c952b771fedfcc1	yes	5

Multipart Description/PDF files in .zip description

Document Description	Start	End
Amendment after Notice of Allowance (Rule 312)	1	1
Claims	2	4
Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment	5	5

Warnings:					
Information:					
4	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	15377096_IDS.pdf	268440 c8fa4c14e704c45851e8158eef77a7cca4221420	no	4
Warnings:					
Information:					

This is not an USPTO supplied IDS fillable form

5	Foreign Reference	JP_2011150964_A.pdf	6589278 6f033f4c92f680d6eebc5ad8592c731bc83c879a	no	8
Warnings:					
Information:					
6	Foreign Reference	CN_102308270_A.pdf	5719493 4b2b7ecb7764849d9da3d894f9932525935 9a8fa	no	14
Warnings:					
Information:					
7	Foreign Reference	CN_103543874_A.pdf	13360922 3a572276a1f524ff41e25790ce90f1fdbf247 2ca	no	21
Warnings:					
Information:					
8	Foreign Reference	CN_105388966_A.pdf	19927515 c5b21dcee8086c71d79952f38206cca0ba0 de81b	no	118
Warnings:					
Information:					
9	Foreign Reference	CN_105556423_A.pdf	22359820 3a09248e90d7e94d6a3ab5cf710df7a734c4 1a32	no	29
Warnings:					
Information:					
10	Foreign Reference	CN_105900045_A-1.pdf	12619842 4428aac5da56dee49af5a1883b96f6f2ec50 2b9a	no	174
Warnings:					
Information:					
11	Foreign Reference	CN_205680056_U.pdf	7170472 c7a8dce5a58114c2e8914d868dca794c449 6b18a	no	46
Warnings:					
Information:					

12	Non Patent Literature	NPL_CN_201711322141-5_OA_09152021.pdf	13853419 32b24505671d74cb2b49d731981061f4d1c195e9	no	12
Warnings:					
Information:					
13	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	40924 87a5de3d977eab6437ac70f3f16b1027a2a77541	no	2
Warnings:					
Information:					
		Total Files Size (in bytes):	102340504		

This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.

PART B - FEE(S) TRANSMITTAL

Complete and send this form, together with applicable fee(s), by mail or fax, or via EFS-Web.

By mail, send to: Mail Stop ISSUE FEE
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

By fax, send to: (571)-273-2885

INSTRUCTIONS: This form should be used for transmitting the ISSUE FEE and PUBLICATION FEE (if required). Blocks 1 through 5 should be completed where appropriate. All further correspondence including the Patent, advance orders and notification of maintenance fees will be mailed to the current correspondence address as indicated unless corrected below or directed otherwise in Block 1, by (a) specifying a new correspondence address; and/or (b) indicating a separate "FEE ADDRESS" for maintenance fee notifications.

CURRENT CORRESPONDENCE ADDRESS (Note: Use Block 1 for any change of address)

34300 7590 07/02/2021
Immersion / Kilpatrick Townsend and Stockton
Mailstop: IP Docketing - 22
1100 Peachtree Street
Suite 2800
Atlanta, GA 30309

Note: A certificate of mailing can only be used for domestic mailings of the Fee(s) Transmittal. This certificate cannot be used for any other accompanying papers. Each additional paper, such as an assignment or formal drawing, must have its own certificate of mailing or transmission.

Certificate of Mailing or Transmission

I hereby certify that this Fee(s) Transmittal is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage for first class mail in an envelope addressed to the Mail Stop ISSUE FEE address above, or being transmitted to the USPTO via EFS-Web or by facsimile to (571) 273-2885, on the date below.

John Mulhern	(Typed or printed name)
/John Mulhern/	(Signature)
via EFS-Web on October 1, 2021	(Date)

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
15/377,096	12/13/2016	Vahid Khoshkava	IMM637 (051851-0971162)	4030

TITLE OF INVENTION: Systems and Methods for Proximity-Based Haptic Feedback

APPLN. TYPE	ENTITY STATUS	ISSUE FEE DUE	PUBLICATION FEE DUE	PREV. PAID ISSUE FEE	TOTAL FEE(S) DUE	DATE DUE
nonprovisional	UNDISCOUNTED	$1200	$0.00	$0.00	$1200	10/04/2021

EXAMINER	ART UNIT	CLASS-SUBCLASS
EARLES, BRYAN E	2625	345-174000

1. Change of correspondence address or indication of "Fee Address" (37 CFR 1.363).

❑ Change of correspondence address (or Change of Correspondence Address form PTO/SB/122) attached.

❑ "Fee Address" indication (or "Fee Address" Indication form PTO/SB/47; Rev 03-09 or more recent) attached. **Use of a Customer Number is required.**

2. For printing on the patent front page, list
(1) The names of up to 3 registered patent attorneys or agents OR, alternatively,
(2) The name of a single firm (having as a member a registered attorney or agent) and the names of up to 2 registered patent attorneys or agents. If no name is listed, no name will be printed.

1 Kilpatrick Townsend & Stockton LLP
2
3

3. ASSIGNEE NAME AND RESIDENCE DATA TO BE PRINTED ON THE PATENT (print or type)

PLEASE NOTE: Unless an assignee is identified below, no assignee data will appear on the patent. If an assignee is identified below, the document must have been previously recorded, or filed for recordation, as set forth in 37 CFR 3.11 and 37 CFR 3.81(a). Completion of this form is NOT a substitute for filing an assignment.

(A) NAME OF ASSIGNEE: Immersion Corporation

(B) RESIDENCE: (CITY and STATE OR COUNTRY): San Jose, CA.

Please check the appropriate assignee category or categories (will not be printed on the patent) : ❑ Individual ☒ Corporation or other private group entity ❑ Government

4a. Fees submitted: ☒ Issue Fee ❑ Publication Fee (if required) ❑ Advance Order - # of Copies _____

4b. Method of Payment: *(Please first reapply any previously paid fee shown above)*

☒ Electronic Payment via EFS-Web ❑ Enclosed check ❑ Non-electronic payment by credit card (Attach form PTO-2038)

☒ The Director is hereby authorized to charge the required fee(s), any deficiency, or credit any overpayment to Deposit Account No. 20-1430

5. **Change in Entity Status** (from status indicated above)

❑ Applicant certifying micro entity status. See 37 CFR 1.29

❑ Applicant asserting small entity status. See 37 CFR 1.27

❑ Applicant changing to regular undiscounted fee status.

NOTE: Absent a valid certification of Micro Entity Status (see forms PTO/SB/15A and 15B), issue fee payment in the micro entity amount will not be accepted at the risk of application abandonment.
NOTE: If the application was previously under micro entity status, checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to micro entity status.
NOTE: Checking this box will be taken to be a notification of loss of entitlement to small or micro entity status, as applicable.

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.31 and 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications.

Authorized Signature /Michael Morlock/ Date 10/1/2021

Typed or printed name Michael Morlock Registration No. 62,245

Doc Code: PA..
Document Description: Power of Attorney

PTO/AIA/82A (07-13)
Approved for use through 03/31/2021. OMB 0651-0035
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FOR POWER OF ATTORNEY TO ONE OR MORE REGISTERED PRACTITIONERS

NOTE: This form is to be submitted with the Power of Attorney by Applicant form (PTO/AIA/82B) to identify the application to which the Power of Attorney is directed, in accordance with 37 CFR 1.5, unless the application number and filing date are identified in the Power of Attorney by Applicant form. If neither form PTO/AIA/82A nor form PTO/AIA82B identifies the application to which the Power of Attorney is directed, the Power of Attorney will not be recognized in the application.

Application Number	15/377,096
Filing Date	December 13, 2016
First Named Inventor	Vahid Khoshkava
Title	Systems and Methods for Proximity-Based Haptic Feedback
Art Unit	2625
Examiner Name	Bryan E. Earles
Attorney Docket Number	IMM637 (051851-0971162)

SIGNATURE of Applicant or Patent Practitioner

Signature	/Michael Morlock/	Date (Optional)	10/1/2021
Name	Michael Morlock	Registration Number	62,245
Title (if Applicant is a juristic entity)	Patent Counsel for Applicant		
Applicant Name (if Applicant is a juristic entity)	Immersion Corporation		

NOTE: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4(d) for signature requirements and certifications. If more than one applicant, use multiple forms.

☐ *Total of _____ forms are submitted.

This collection of information is required by 37 CFR 1.131, 1.32, and 1.33. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 3 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

Doc Code: PA..
Document Description: Power of Attorney

PTO/AIA/82B (07-13)
Approved for use through 03/31/2021. OMB 0651-0035
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number

POWER OF ATTORNEY BY APPLICANT

I hereby revoke all previous powers of attorney given in the application identified in either the attached transmittal letter or the boxes below.

Application Number	Filing Date

(Note: The boxes above may be left blank if information is provided on form PTO/AIA/82A.)

☑ I hereby appoint the Patent Practitioner(s) associated with the following Customer Number as my/our attorney(s) or agent(s), and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith for the application referenced in the attached transmittal letter (form PTO/AIA/82A) or identified above: 34300

OR

☐ I hereby appoint Practitioner(s) named in the attached list (form PTO/AIA/82C) as my/our attorney(s) or agent(s), and to transact all business in the United States Patent and Trademark Office connected therewith for the patent application referenced in the attached transmittal letter (form PTO/AIA/82A) or identified above. (Note: Complete form PTO/AIA/82C.)

Please recognize or change the correspondence address for the application identified in the attached transmittal letter or the boxes above to:

☑ The address associated with the above-mentioned Customer Number

OR

☐ The address associated with Customer Number:

OR

☐ Firm or Individual Name					
Address					
City		State		Zip	
Country					
Telephone		Email			

I am the Applicant (if the Applicant is a juristic entity, list the Applicant name in the box):

Immersion Corporation

☐ Inventor or Joint Inventor (title not required below)

☐ Legal Representative of a Deceased or Legally Incapacitated Inventor (title not required below)

☑ Assignee or Person to Whom the Inventor is Under an Obligation to Assign (provide signer's title if applicant is a juristic entity)

☐ Person Who Otherwise Shows Sufficient Proprietary Interest (e.g., a petition under 37 CFR 1.46(b)(2) was granted in the application or is concurrently being filed with this document) (provide signer's title if applicant is a juristic entity)

SIGNATURE of Applicant for Patent

The undersigned (whose title is supplied below) is authorized to act on behalf of the applicant (e.g., where the applicant is a juristic entity).

Signature		Date (Optional)	
Name	Catherine Maresh		
Title	VP, Intellectual Property		

NOTE: Signature - This form must be signed by the applicant in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4 for signature requirements and certifications. If more than one applicant, use multiple forms.

☐ Total of forms are submitted.

This collection of information is required by 37 CFR 1.131, 1.32, and 1.33. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 3 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
15/377,096	12/13/2016	Vahid Khoshkava	IMM637 (051851-0971162)

CONFIRMATION NO. 4030

34300
Immersion / Kilpatrick Townsend and Stockton
Mailstop: IP Docketing - 22
1100 Peachtree Street
Suite 2800
Atlanta, GA 30309

POA ACCEPTANCE LETTER

OC000000128879419

Date Mailed: 10/05/2021

NOTICE OF ACCEPTANCE OF POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 10/01/2021.

The Power of Attorney in this application is accepted. Correspondence in this application will be mailed to the above address as provided by 37 CFR 1.33.

Questions about the contents of this notice and the requirements it sets forth should be directed to the Office of Data Management, Application Assistance Unit, at **(571) 272-4000** or **(571) 272-4200** or **1-888-786-0101**.

/nhorne/

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
15/377,096	12/13/2016	Vahid Khoshkava	IMM637 (051851-0971162)

CONFIRMATION NO. 4030

34300
Immersion / Kilpatrick Townsend and Stockton
Mailstop: IP Docketing - 22
1100 Peachtree Street
Suite 2800
Atlanta, GA 30309

POWER OF ATTORNEY NOTICE

OC000000128881747

Date Mailed: 10/06/2021

NOTICE REGARDING CHANGE OF POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 10/01/2021.

- The Power of Attorney to you in this application has been revoked by the applicant. Future correspondence will be mailed to the new address of record(37 CFR 1.33).

Questions about the contents of this notice and the requirements it sets forth should be directed to the Office of Data Management, Application Assistance Unit, at **(571) 272-4000** or **(571) 272-4200** or **1-888-786-0101**.

/zretta/

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
15/377,096	12/13/2016	Vahid Khoshkava	IMM637 (051851-0971162)

CONFIRMATION NO. 4030

34300
Immersion / Kilpatrick Townsend and Stockton
Mailstop: IP Docketing - 22
1100 Peachtree Street
Suite 2800
Atlanta, GA 30309

POA ACCEPTANCE LETTER

OC000000128881774

Date Mailed: 10/06/2021

NOTICE OF ACCEPTANCE OF POWER OF ATTORNEY

This is in response to the Power of Attorney filed 10/01/2021.

The Power of Attorney in this application is accepted. Correspondence in this application will be mailed to the above address as provided by 37 CFR 1.33.

Questions about the contents of this notice and the requirements it sets forth should be directed to the Office of Data Management, Application Assistance Unit, at **(571) 272-4000** or **(571) 272-4200** or **1-888-786-0101**.

/zretta/

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
15/377,096	12/13/2016	Vahid Khoshkava	IMM637 (051851-0971162)	4030

34300 7590 10/15/2021

Immersion / Kilpatrick Townsend and Stockton
Mailstop: IP Docketing - 22
1100 Peachtree Street
Suite 2800
Atlanta, GA 30309

EXAMINER	
EARLES, BRYAN E	

ART UNIT	PAPER NUMBER
2625	

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
10/15/2021	ELECTRONIC

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

eofficeaction@appcoll.com
ipefiling@kilpatricktownsend.com
kts_imm_docketing@kilpatricktownsend.com

Supplemental ***Notice of Allowability***	**Application No.** 15/377,096	**Applicant(s)** Khoshkava et al.	
	Examiner BRYAN EARLES	**Art Unit** 2625	**AIA (FITF) Status** Yes

-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address--

All claims being allowable, PROSECUTION ON THE MERITS IS (OR REMAINS) CLOSED in this application. If not included herewith (or previously mailed), a Notice of Allowance (PTOL-85) or other appropriate communication will be mailed in due course. **THIS NOTICE OF ALLOWABILITY IS NOT A GRANT OF PATENT RIGHTS.** This application is subject to withdrawal from issue at the initiative of the Office or upon petition by the applicant. See 37 CFR 1.313 and MPEP 1308.

1. ☑ This communication is responsive to 01 October 2021.
   ☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on _____.

2. ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on _____; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.

3. ☑ The allowed claim(s) is/are 1-19 . As a result of the allowed claim(s), you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see **http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp** or send an inquiry to **PPHfeedback@uspto.gov.**

4. ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

   Certified copies:

   a) ☐ All b) ☐ Some* c) ☐ None of the:

   1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.
   2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. _____ .
   3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this national stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

   * Certified copies not received: _____ .

Applicant has THREE MONTHS FROM THE "MAILING DATE" of this communication to file a reply complying with the requirements noted below. Failure to timely comply will result in ABANDONMENT of this application.
THIS THREE-MONTH PERIOD IS NOT EXTENDABLE.

5. ☐ CORRECTED DRAWINGS (as "replacement sheets") must be submitted.
   ☐ including changes required by the attached Examiner's Amendment / Comment or in the Office action of Paper No./Mail Date _____ .

   Identifying indicia such as the application number (see 37 CFR 1.84(c)) should be written on the drawings in the front (not the back) of each sheet. Replacement sheet(s) should be labeled as such in the header according to 37 CFR 1.121(d).

6. ☐ DEPOSIT OF and/or INFORMATION about the deposit of BIOLOGICAL MATERIAL must be submitted. Note the attached Examiner's comment regarding REQUIREMENT FOR THE DEPOSIT OF BIOLOGICAL MATERIAL.

Attachment(s)

1. ☐ Notice of References Cited (PTO-892)
2. ☑ Information Disclosure Statements (PTO/SB/08), Paper No./Mail Date _____.
3. ☐ Examiner's Comment Regarding Requirement for Deposit of Biological Material _____.
4. ☐ Interview Summary (PTO-413), Paper No./Mail Date. _____.
5. ☐ Examiner's Amendment/Comment
6. ☐ Examiner's Statement of Reasons for Allowance
7. ☐ Other _____.

/BRYAN EARLES/
Primary Examiner, Art Unit 2625

I hereby certify that this correspondence is being filed via EFS-Web with the United States Patent and Trademark Office on October 1, 2021.

KILPATRICK TOWNSEND & STOCKTON LLP

By: /John Mulhern/

PATENT
Attorney Docket No.: 051851-0971162
Client Ref. No.: IMM637

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:	Confirmation No.: 4030
Vahid Khoshkava	Examiner: Bryan E. Earles
Application No.: 15/377,096	Technology Center/Art Unit: 2625
Filed: December 13, 2016	
For: SYSTEMS AND METHODS FOR PROXIMITY-BASED HAPTIC FEEDBACK	INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT
Customer No.: 34300	

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Commissioner:

The references cited on attached form PTO/SB/08A are being called to the attention of the Examiner. In accordance with the provisions of 37 CFR §1.98(a)(2), copies of any cited U.S. Patents and U.S. Patent Application Publications are not provided. Copies of the remaining cited references are provided.

It is respectfully requested that the cited references be expressly considered during the prosecution of this application and the references be made of record therein and appear among the "references cited" on any patent to issue therefrom.

As provided for by 37 CFR §1.97(g) and (h), no inference should be made that the information and references cited are prior art merely because they are in this statement and no

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /BE/

representation is being made that a search has been conducted or that this statement encompasses all the possible relevant information. This Information Disclosure Statement is being filed after an action closing prosecution, but before the payment of the Issue Fee.

I hereby certify under 37 CFR §1.97(e)(1) that each item of information contained in this Information Disclosure Statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of this statement.

I hereby certify under 37 CFR §1.704(d)(1) that each item of information contained in this Information Disclosure Statement was first cited in any communication from a patent office in a counterpart foreign or international application or from the Office, and this communication was not received by an individual designated in §1.56(c) more than thirty days prior to the filing of the information disclosure statement; or is a communication that was issued by a patent office in a counterpart foreign or international application or by the Office, and this communication was not received by any individual designated in §1.56(c) more than thirty days prior to the filing of the information disclosure statement.

The Commissioner is authorized to charge the fee set forth in §1.17(p) to the firm's credit card for consideration of this paper. The Commissioner is authorized to charge any additional fee due to Deposit Account No. 20-1430.

Respectfully submitted,

/Michael Morlock/

Michael T. Morlock
Registration No. 62,245

KILPATRICK TOWNSEND & STOCKTON LLP

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /BE/

Doc code: IDS
Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Field

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	15/377,096
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Vahid Khoshkava
	Art Unit	2625
	Examiner Name	Bryan E. Earles
	Attorney Docket Number	IMM637 (051851-0971162)

U.S. PATENTS

Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code [1]	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear

U.S. PATENT APPLICATION PUBLICATIONS

Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code [1]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines, Where Relevant Passages or Relevant Figures Appear
	1	20060274050		Dec 7, 2006	Lii	

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number [3]	Country Code [2]	Kind Code [4]	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T [5]
	2	2011150964	JP		Aug 4, 2011	Yokogawa Electric Corp	English Abstract Attached	
	3	102308270	CN		Jan 4, 2012	Pressure Profile Systems Inc.	English Abstract Attached	
	4	103543874	CN		Jan 29, 2014	Atmel Corporation	English Abstract Attached	
	5	105388966	CN		Mar 9, 2016	Apple Inc.	English Abstract Attached	
	6	105556423	CN		May 4, 2016	Immersion Corporation	English Abstract Attached	
	7	105900045	CN		Aug 24, 2016	Sensel Inc	English Abstract Attached	
	8	205680056	CN		Nov 9, 2016	Apple Inc.	English Abstract Attached	

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc.), date, page(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T [5]
	9	CN. Application No CN201711322141.5 , Office Action, Mailed On September 15, 2021, 12 pages.	

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /BE/

Doc code: IDS
Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Field

PTO/SB/08a (01-10)
Approved for use through 07/31/2012. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)		
	Application Number	15/377,096
	Filing Date	December 13, 2016
	First Named Inventor	Vahid Khoshkava
	Art Unit	2625
	Examiner Name	Bryan E. Earles
	Attorney Docket Number	IMM637 (051851-0971162)

EXAMINER SIGNATURE			
Examiner Signature	/BRYAN EARLES/	Date Considered	10/07/2021

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

[1] See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. [2] Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). [3] For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document.
[4] Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. [5] Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /BE/

Attorney Docket IMM637 (051851-0971162)
Application No. 15/377,096

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Vahid Khoshkava
Application No.	:	15/377,096
For	:	**Systems and Methods for Proximity-Based Haptic Feedback**
Filed	:	December 13, 2016
Examiner	:	EARLES, BRYAN E
Art Unit	:	2625
Confirmation No.	:	4030

Mail Stop **Issue Fees**
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Amendment Under Rule 1.312

Listing of the Claims begin on page 2 of this paper.

Remarks begin on page 5 of this paper.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	ISSUE DATE	PATENT NO.	ATTORNEY DOCKET NO.	CONFIRMATION NO.
15/377,096	11/16/2021	11175738	IMM637 (051851-0971162)	4030

34300 7590 10/27/2021

Immersion / Kilpatrick Townsend and Stockton
Mailstop: IP Docketing - 22
1100 Peachtree Street
Suite 2800
Atlanta, GA 30309

ISSUE NOTIFICATION

The projected patent number and issue date are specified above.

Determination of Patent Term Adjustment under 35 U.S.C. 154 (b)
(application filed on or after May 29, 2000)

The Patent Term Adjustment is 698 day(s). Any patent to issue from the above-identified application will include an indication of the adjustment on the front page.

If a Continued Prosecution Application (CPA) was filed in the above-identified application, the filing date that determines Patent Term Adjustment is the filing date of the most recent CPA.

Applicant will be able to obtain more detailed information by accessing the Patent Application Information Retrieval (PAIR) WEB site (http://pair.uspto.gov).

Any questions regarding the Patent Term Extension or Adjustment determination should be directed to the Office of Patent Legal Administration at (571)-272-7702. Questions relating to issue and publication fee payments should be directed to the Application Assistance Unit (AAU) of the Office of Patents Stakeholder Experience (OPSE), Stakeholder Support Division (SSD) at (571)-272-4200.

INVENTOR(s) (Please see PAIR WEB site http://pair.uspto.gov for additional inventors):

Vahid Khoshkava, Montreal, CANADA;
Abdelwahab Hamam, Montreal, CANADA;

APPLICANT(s) (Please see PAIR WEB site http://pair.uspto.gov for additional applicants):

Immersion Corporation, San Jose, CA;

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The USA offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to encourage and facilitate business investment. To learn more about why the USA is the best country in the world to develop technology, manufacture products, and grow your business, visit SelectUSA.gov.

IR103 (Rev. 10/09)