



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110413144 A

(43)申请公布日 2019.11.05

(21)申请号 201910148430.0

(22)申请日 2019.02.28

(30)优先权数据

62/663,943 2018.04.27 US

(71)申请人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 J·C·浦尔 C·D·普莱斯特

K·J·内金科恩 S·O·施内德

(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 曹瑾

(51)Int.Cl.

G06F 3/041(2006.01)

G06F 3/043(2006.01)

G06F 3/044(2006.01)

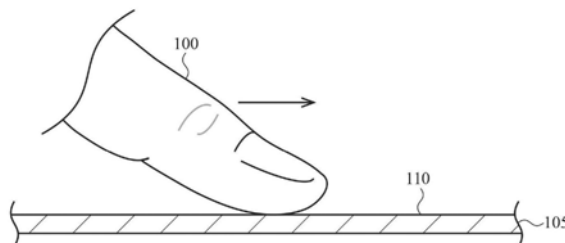
权利要求书3页 说明书18页 附图11页

(54)发明名称

具有触觉摩擦特征部的外壳表面

(57)摘要

本发明题为“具有触觉摩擦特征部的外壳表面”。本发明公开了电子设备外壳的玻璃部件,其可限定具有微尺度触觉摩擦特征部的纹理化表面,该微尺度触觉摩擦特征部在用户的手指和玻璃部件之间提供指定摩擦。更具体地,触觉摩擦特征部可减小与用户的手指接触的接触表面积,以便产生减小的或指定的摩擦系数。



1. 一种电子设备,包括:

壳体,所述壳体限定内部体积并具有玻璃结构,所述玻璃结构至少部分地限定所述电子设备的触敏外表面,所述触敏外表面包括:

基部表面,所述基部表面限定具有第一面积的第一平面区域;和

一组触觉摩擦特征部,所述一组触觉摩擦特征部沿所述触敏外表面分布并在所述基部表面上方延伸,以限定具有小于所述第一面积的第二面积的第二平面区域;和

触摸传感器,所述触摸传感器定位在所述玻璃结构下方并被配置为沿所述触敏外表面检测触摸。

2. 根据权利要求1所述的电子设备,其中:

所述一组触觉摩擦特征部中的每个触觉摩擦特征部具有圆形轮廓,所述圆形轮廓限定1微米至20微米范围的直径;并且

所述第二平面区域与所述第一平面区域偏移小于或等于5微米的距离。

3. 根据权利要求1所述的电子设备,其中:

所述电子设备还包括定位在所述玻璃结构之下的显示器;

所述玻璃结构包括:

第一区域,所述第一区域定位在所述显示器的可见部分之上;和

第二区域,所述第二区域至少部分地围绕所述第一区域并且未定位在所述显示器的所述可见部分之上;

所述一组触觉摩擦特征部为沿所述第一区域定位的第一组触觉摩擦特征部;

所述电子设备还包括沿所述第二区域定位的第二组触觉摩擦特征部;并且

所述第一组触觉摩擦特征部中的触觉摩擦特征部之间的第一间距大于所述第二组触觉摩擦特征部中的触觉摩擦特征部之间的第二间距。

4. 根据权利要求3所述的电子设备,其中:

所述第一间距被测量为相邻触觉摩擦特征部的中心之间的平均距离;并且

所述第一间距介于5微米和600微米之间。

5. 根据权利要求1所述的电子设备,其中:

所述触摸为用户的手指与所述触敏外表面接触;并且

所述一组触觉摩擦特征部防止所述用户的手指接触所述基部表面。

6. 一种电子设备,包括:

显示器;

触摸传感器,所述触摸传感器定位在所述显示器之上;和

壳体,所述壳体包括包封所述显示器并限定所述电子设备的外表面的玻璃结构,所述电子设备的所述外表面具有一组玻璃触觉摩擦特征部,所述一组玻璃触觉摩擦特征部中的每个玻璃触觉摩擦特征部包括:

基部,所述基部具有微尺度宽度;

顶部;

侧壁,所述侧壁从所述基部延伸至所述顶部;和

介于所述基部和所述顶部之间的高度,所述高度小于或等于所述微尺度宽度。

7. 根据权利要求6所述的电子设备,其中:

所述一组玻璃触觉摩擦特征部基本上均匀地分布在所述电子设备的被定位在所述触摸传感器上方的所述外表面的触敏区域之上;

所述触敏区域向由用户的手指施加到触敏表面上的触摸手势提供摩擦阻力;并且

所述摩擦阻力至少部分地归因于所述用户的手指与所述一组玻璃触觉摩擦特征部的所述顶部之间的接触。

8. 根据权利要求7所述的电子设备, 其中:

所述触敏区域包括围绕所述一组玻璃触觉摩擦特征部中的玻璃触觉摩擦特征部中的每个玻璃触觉摩擦特征部的基部表面。

9. 根据权利要求8所述的电子设备, 其中当执行所述触摸手势时, 所述用户的手指不触摸所述基部表面。

10. 根据权利要求8所述的电子设备, 其中沿所述基部表面的相邻基部之间的平均间距小于所述基部的微尺度宽度的平均宽度。

11. 根据权利要求6所述的电子设备, 其中所述一组玻璃触觉摩擦特征部的平均高度在50nm至2 μ m的范围内。

12. 根据权利要求6所述的电子设备, 其中:

所述侧壁限定每个玻璃触觉摩擦特征部的圆锥形部分和倾斜内锥角。

13. 根据权利要求12所述的电子设备, 其中:

所述一组玻璃触觉摩擦特征部为具有第一高度的第一组玻璃触觉摩擦特征部;

所述电子设备的所述外表面具有与所述第一组玻璃触觉摩擦特征部交替的第二组玻璃触觉摩擦特征部; 并且

所述第一组玻璃触觉摩擦特征部的所述第一高度大于所述第二组玻璃触觉摩擦特征部的第二高度。

14. 根据权利要求6所述的电子设备, 其中所述壳体还包括疏油性涂层, 所述疏油性涂层包括粘结到所述一组玻璃触觉摩擦特征部的氟化材料。

15. 一种电子设备, 包括:

显示器; 和

壳体, 所述壳体至少部分地围绕所述显示器并包括限定以下各项的结构:

基部表面; 和

从所述基部表面向外延伸的一组触觉摩擦特征部, 所述触觉摩擦特征部中的相邻对具有由所述基部表面的间隙区域分开的圆形基部。

16. 根据权利要求15所述的电子设备, 其中:

所述结构为定位在显示器之上和触摸传感器之上的玻璃结构;

所述玻璃结构包括显示窗口区域;

所述一组触觉摩擦特征部沿所述显示窗口区域分布; 并且

所述触摸传感器被配置为沿所述显示窗口区域检测所述玻璃结构上的触摸。

17. 根据权利要求15所述的电子设备, 其中:

所述一组触觉摩擦特征部具有平均高度;

间隙区域限定相邻的触觉摩擦特征部之间的平均间距; 并且

所述一组触觉摩擦特征部的平均高度与平均间距的比率的范围是从0.005至10。

18. 根据权利要求17所述的电子设备, 其中每个触觉摩擦特征部具有圆形轮廓和平坦顶部表面, 所述平坦顶部表面与所述基部表面偏移小于或等于2微米的距离。

19. 根据权利要求15所述的电子设备, 其中:

所述一组触觉摩擦特征部具有均匀的宽度; 并且

所述均匀宽度小于所述显示器的像素尺寸。

20. 根据权利要求15所述的电子设备, 其中所述一组触觉摩擦特征部被配置为允许手指与相邻对的触觉摩擦特征部的顶部表面接触而不与所述基部表面的所述间隙区域接触。

具有触觉摩擦特征部的外壳表面

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本专利申请为于2018年4月27日提交的名称为“Glass Surface with Tactile Friction Features”的美国临时专利申请62/663,943的非临时专利申请并要求该美国临时专利申请的权益,该美国临时专利申请的公开内容全文以引用方式并入本文。

技术领域

[0003] 所述实施方案整体涉及电子设备。更具体地,本发明实施方案涉及壳体、输入结构等的表面,该表面由玻璃制成并具有突起部、凹陷部或向触摸该表面的物体提供触觉摩擦的其它结构特征部。

背景技术

[0004] 电子设备可被设计用于多种用途。许多现代电子设备被配置为握持在用户的手中,并且许多设备包括接收用户触摸的触敏表面。对于一些设备,外壳的表面纹理或材料特性可为手持式应用装置提供合适的抓持力。可能还期望触敏表面提供低摩擦界面以有利于触摸输入。一些传统设备通过使用沿设备的外表面延伸的特定材料或纹理化涂层来提供触感。然而,一些纹理化涂层和材料随时间推移会磨损,并且针对与设备的显示器结合使用可能不够透明。本文所述的系统和技术可通过将触觉表面直接形成为玻璃部件的表面而克服传统技术的这些限制中的一些或全部。

发明内容

[0005] 本文所述的方面涉及沿电子设备外壳的外表面形成的触觉特征部。在本文所述的实施方案中,触觉特征部可通过触摸感知,但不可通过视觉单独感知。触觉特征部可提供与平滑外壳表面相比不同程度的与触摸物体的摩擦,并且因此可被称为“触觉摩擦特征部”。

[0006] 在实施方案中,电子设备外壳可包括结构,并且电子设备外壳的外表面可至少部分地由该结构限定。例如,该结构可以是覆盖玻璃、输入结构、外壳等。该结构可限定一组触觉摩擦特征部。每个触觉摩擦特征部可包括基部、顶端或顶部,以及从基部延伸到顶端或顶部的侧壁。该结构还可限定基部表面,并且该组触觉摩擦特征部可从基部表面向外延伸。在实施方案中,该结构为玻璃结构或包括玻璃层,该玻璃层限定基部表面和一组触觉摩擦特征部。

[0007] 在另外的实施方案中,触觉摩擦特征部可提供比平滑外壳表面低的摩擦水平。例如,当玻璃触觉摩擦特征部的形状和间距防止物体接触基部表面时,可导致较低水平的摩擦。在附加实施方案中,触觉摩擦特征部可提供比平滑外壳表面更高的摩擦水平。

[0008] 在本文所述的方面,触觉摩擦特征部还包括粘结到玻璃触觉摩擦特征部的表面的涂层。例如,触觉摩擦特征部可包括粘结到玻璃触觉摩擦特征部的疏油性涂层。相对于玻璃触觉摩擦特征部的尺寸,该涂层可为较薄的。

[0009] 本文所述的某些实施方案采用电子设备的形式,该电子设备包括壳体,该壳体限

定内部体积并具有至少部分地限定电子设备的触敏外表面的玻璃结构。该触敏外表面包括：基部表面，其限定具有第一面积的第一平面区域；和一组触觉摩擦特征部，其沿触敏外表面分布并在该基部表面上方延伸，以限定具有小于第一面积的第二面积的第二平面区域。该电子设备还包括触摸传感器，其定位在玻璃结构下方并被配置为沿所述触敏外表面检测触摸。

[0010] 在另外的实施方案中，电子设备还包括定位在玻璃结构之下的显示器。玻璃结构包括定位在显示器的可见部分之上的第一区域；和至少部分地围绕第一区域以及未定位在显示器的可见部分之上的第二区域。此外，一组触觉摩擦特征部为沿该第一区域定位的第一组触觉摩擦特征部。电子设备还包括沿第二区域的第二组触觉摩擦特征部。第一组触觉摩擦特征部中的触觉摩擦特征部之间的第一间距不同于第二组触觉摩擦特征部中的触觉摩擦特征部之间的第二间距。在某些实施方案中，第一组触觉摩擦特征部的间距为相邻触觉摩擦特征部的中心之间的平均距离。以举例的方式，间距大于1微米且小于1mm，诸如介于150微米和600微米之间。玻璃结构可为覆盖玻璃，并且该覆盖玻璃可至少部分地限定第一组触觉摩擦特征部和第二组触觉摩擦特征部。

[0011] 在另外的实施方案中，电子设备包括显示器和定位在显示器之上的触摸传感器。该电子设备还包括壳体，该壳体包括包封显示器并限定电子设备的外表面的玻璃结构，该电子设备的外表面具有一组玻璃触觉摩擦特征部。一组玻璃触觉摩擦特征部中的每个玻璃触觉摩擦特征部包括具有微尺度宽度的基部、顶部、从基部延伸至顶部的侧壁以及基部和顶部之间的高度，该高度小于或等于宽度。

[0012] 在附加实施方案中，电子设备包括：显示器；和壳体，该壳体至少部分地围绕显示器并包括结构。该结构限定：基部表面和从基部表面向外延伸的一组触觉摩擦特征部，该触觉摩擦特征部的相邻对具有由基部表面的间隙区域分开的圆形基部。

附图说明

[0013] 本公开通过下面结合附图的具体描述将更易于理解，其中类似的附图标记表示类似的元件。附图的元件相对于彼此未必按比例绘制。如果可能的，使用相同的附图标记来指定附图共有的相同特征部。

[0014] 图1A示出了手指在玻璃表面上触摸和移动。

[0015] 图1B为图1A的手指和玻璃表面的一部分的剖视图。

[0016] 图1C为图1B的手指和玻璃表面的一部分的细部图。

[0017] 图1D为图1C的手指和玻璃表面的一部分的细部图。

[0018] 图2示出了结合具有触觉摩擦特征部的覆盖件的样本电子设备。

[0019] 图3为图2的截面3-3的一部分的细部图，其以夸大的比例示出了玻璃覆盖件上的触觉摩擦特征部。

[0020] 图4为沿图3的线4-4截取的剖视图，其示出了触觉摩擦特征部。

[0021] 图5为手指接触形成于玻璃表面上的触觉摩擦特征部的第一剖视图。

[0022] 图6为手指接触形成于玻璃表面上的触觉摩擦特征部的第二剖视图。

[0023] 图7A示出了玻璃表面上的触觉摩擦特征部的第一样本分布。

[0024] 图7B示出了玻璃表面上的触觉摩擦特征部的第二样本分布。

- [0025] 图8为夸大比例的锥形触觉摩擦特征部的剖视图。
- [0026] 图9A为手指以第一速度在触觉摩擦特征部上移动的剖视图。
- [0027] 图9B为手指以小于图9A的第一速度的第二速度在触觉摩擦特征部上移动的剖视图。
- [0028] 图10A为手指接触形成于玻璃表面上的锥形触觉摩擦特征部的第一剖视图。
- [0029] 图10B为手指接触形成于玻璃表面上的锥形触觉摩擦特征部的第二剖视图。
- [0030] 图11A为手指沿第一方向在一组倾斜的触觉摩擦特征部上移动的剖视图。
- [0031] 图11B为手指沿第二方向在该组倾斜的触觉摩擦特征部上移动的剖视图。
- [0032] 图12示出了包括具有尖形上表面的触觉摩擦特征部的玻璃结构的横截面。
- [0033] 图13示出了包括具有倒圆上表面的触觉摩擦特征部的玻璃结构的间隙区域。
- [0034] 图14示出了包括具有凹形表面的触觉摩擦特征部的示例性玻璃结构的间隙区域。
- [0035] 图15示出了包括具有凹形表面的触觉摩擦特征部的另一示例性玻璃结构的间隙区域。
- [0036] 图16为可结合具有触觉摩擦特征部的玻璃结构的样本电子设备的框图。
- [0037] 附图中的交叉影线或阴影的用途通常被提供以阐明相邻元件之间的边界并还有利于附图的易读性。因此,存在或不存在无交叉影线或阴影均不表示或指示对特定材料、材料属性、元件比例、元件尺寸、类似图示元件的共同性或在附图中所示的任何元件的任何其他特性、性质、或属性的任何偏好或要求。
- [0038] 此外,应当理解,各个特征部和元件(以及其集合和分组)的比例和尺寸(相对的或绝对的)以及其间呈现的界限、间距和位置关系在附图中提供,以仅用于促进理解本文所述的各个实施方案,并因此可不必要地被呈现或示出以衡量并且并非旨在指示对所示的实施方案的任何偏好或要求,以排除结合其所述的实施方案。

具体实施方式

- [0039] 现在将具体地参考在附图中示出的代表性实施方案。应当理解,以下描述不旨在将实施方案限制于一个优选实施方案。相反,其旨在涵盖可被包括在由所附权利要求书限定的所述实施方案的实质和范围内的另选形式、修改形式和等同形式。
- [0040] 以下公开内容整体涉及包括触觉特征部的外壳表面。在实施方案中,外壳的玻璃表面(例如,基部表面)具有突起部或凹陷部(“触觉特征部”),该突起部或凹陷部提供与光滑玻璃表面不同的与触摸物体的摩擦系数,并且因此提供与缺乏此类触觉特征部的玻璃表面不同的感觉。与基本上平滑或换句话讲缺少此类特征部的玻璃表面相比,改变手指或与触觉特征部接触的其他物体的摩擦系数的触觉特征部在本文档中被称为“触觉摩擦特征部”。此外,应当理解,该文档中所提及的“摩擦”是指动摩擦,除非另外指出。
- [0041] 一般来讲,至少部分地由于用户的皮肤和物体之间的摩擦而使表面对于触摸来说感觉“平滑”或“粘性”。摩擦越低,物体感觉越光滑。同样,摩擦越高,物体感觉越粘(例如,抓持越容易)。相似地,表面和与该表面接触的物体之间的摩擦系数越低,沿表面移动物体所需的能量就越少。因此,用户的皮肤和表面之间的摩擦系数不仅影响表面的感觉,而且影响沿表面移动所需的努力(例如,能量的大小)。
- [0042] 通过确保典型人类皮肤和表面之间的摩擦系数落入特定范围内而提供具有特定

感觉的表面诸如玻璃表面可为有用的。如果电子设备的触摸屏是平滑的,则其可在触觉上令人愉悦并相对容易使用(例如,沿其移动所需的能量较少)。相比之下,针对同一电子设备的玻璃壳体而言,如果其是粘性的或换句话说讲“粘的”,则其可更容易被握持。又如,单个壳体表面或玻璃表面可具有两种不同的摩擦系数—因此在独立的区域中可具有两种不同的“感觉”。作为一个非限制性示例,这可用于将壳体表面或玻璃表面的输入区域与非输入区域区分开。在实施方案中,动态摩擦系数、静摩擦系数或它们的组合被定制为向电子设备提供期望的“感觉”。

[0043] 不受具体理论的约束,表面的相对于移动主体的摩擦系数(例如,动摩擦系数)可被描述为两种不同效应的组合,该两种不同效应一般可称为机械摩擦和分子间粘合力。术语“机械摩擦”可被用于指相对于彼此移动两个表面上的物理结构(微凸体)的相互作用。因此,当指纹脊线、隆起或皮肤的其他部分接触手指正在其上移动的表面上的突出部或突起部时,导致机械摩擦。皮肤微凸体可为表皮的脊线、隆起、暂时或永久变形等。表面微凸体包括突起部、突出部、凹陷部以及使表面不平整或换句话说讲不连续的其它结构。应当理解,表面上的许多微凸体可能是肉眼不可见的。另外,如当皮肤响应于外力(如突起压入皮肤的力)而发生变形时,皮肤微凸体可为暂时的。

[0044] 如本文所用,术语“分子间粘合力”可用于指由于附近分子相互吸引而产生的摩擦效应,以及分子对附近原子或离子的吸引力。范得瓦尔力是分子间粘合力的示例。一般来讲,分子间粘合力直接随两个表面的接触面积而变化。因此,随着接触面积增加,分子间粘合力增加。随着接触面积减小,分子间粘合力降低。一般来讲,分子间摩擦可多达机械摩擦的五倍。因此,在许多实施方案中,分子间粘合力与机械摩擦相比提供总体摩擦的更大部分。因此,控制两个表面之间的接触面积直接影响表面之间的摩擦,并且因此影响表面是否感觉平滑或粘性/粗糙。

[0045] 通过包括从外壳表面突出的触觉摩擦特征部(或在一些实施方案中,凹陷到外壳表面中),可控制皮肤与外壳表面之间的接触面积。这可允许对摩擦系数的控制,从而允许控制接触外壳表面的人对该外壳表面的感觉。在实施方案中,接触面积不同于玻璃壳体的表面积。在另外的实施方案中,触觉摩擦特征部的接触面积不同于对应的平坦表面的接触面积。例如,触觉摩擦特征部的接触面积可小于对应的平坦表面的接触面积。通常,触觉摩擦特征部沿电子设备的外表面或外部表面提供。在实施方案中,外壳表面为玻璃表面。

[0046] 参照图3-15所述,触觉摩擦特部的一个或多个物理特性(高度、半径、宽度、长度、形状、分隔距离等)可影响表面是否感觉平滑或粘性/粗糙。此外,表面涂层(例如,疏油性涂层)的存在可进一步影响表面的感觉。以下参照图1A至16对这些实施方案和其他实施方案进行论述。然而,本领域的技术人员将容易地理解,本文相对于这些附图所给出的详细描述仅出于说明性目的,而不应被理解为是限制性的。

[0047] 图1A示出了沿玻璃结构105的玻璃表面110移动的手指100。手指100的移动可对应于设备的触敏表面上的触摸输入。触摸输入可包括在将轻压力施加至玻璃表面110时涉及手指100的移动的手势输入。触摸输入还可对应于轻击、瞬时触摸、扭转手指输入以及可使用手指执行的其他类型的触摸输入。虽然相对于手指触摸输入提供了以下示例,类似的原理可被应用于触笔输入或使用另一种类型物体的输入。

[0048] 玻璃表面110可限定电子设备壳体的一部分。例如,玻璃结构105可以是覆盖玻璃、

输入结构、外壳、壳体的部件等。在实施方案中,壳体可包括前覆盖玻璃和后覆盖玻璃两者。在另外的实施方案中,玻璃结构105可形成外壳或壳体的一部分或全部。在另外的实施方案中,玻璃结构105可为单个整体部件(例如单块玻璃),其限定后覆盖件和外壳,或前覆盖件、后覆盖件和外壳。在一些情况下,玻璃结构105可基本上限定设备的整个前表面以及设备的周围侧壁或侧面的一部分。玻璃结构105还可基本上限定设备的整个后表面以及设备的周围侧壁或侧面的一部分。同样,玻璃结构105可限定设备的前部、后部和侧面。

[0049] 一般来讲,当手指100沿玻璃表面110移动时,其运动受到手指100与玻璃表面110之间的摩擦的对抗。摩擦系数越高,移动手指100所需的能量就越大,并且玻璃表面110感觉越粗糙(或更粘或更容易抓持)。

[0050] 图1B示出了图1A的手指100、玻璃表面110和玻璃结构105的一部分的剖视图。如图所示,手指的指纹脊线120接触玻璃表面110,而指纹谷线130并不如此。当手指100与玻璃表面110之间的接触面积增加时,摩擦系数随摩擦本身的增加而增大。

[0051] 图1C为接触玻璃表面110的指纹脊线120的近距离视图。在该放大视图中,玻璃结构105的玻璃表面110中的微凸体150是可见的,诸如脊线和峰。手指的皮肤钩在这些微凸体150上,并且皮肤变形。这引起机械摩擦,如上文所述。图1C的微凸体150限定玻璃表面的局部高点。图1C可的玻璃表面被视为具有由限定玻璃表面的(局部)低点的谷线连接的相邻峰。此类玻璃表面的粗糙度可根据平均值线来测量,其中高点和低点通常分别位于平均值线上方和下方。

[0052] 图1D为手指100的一部分的近距离视图,该部分接触玻璃结构105的表面110上的微凸体150。此处,近距离视图示出了手指100的皮肤的各个分子160、玻璃表面110的各个原子170以及它们之间通过分子间粘合力形成的粘结部180。应当理解,只有在皮肤分子160接触玻璃原子170(或非常接近)的地方才发生分子间粘合。如前所述,增加皮肤与玻璃之间的接触面积增加了两者之间的分子间粘合力,从而增加了摩擦系数。

[0053] 图2示出了样品电子设备200。在一些实施方案中,电子设备200可以是移动电话、笔记本计算设备(例如,笔记本电脑)、平板计算设备(例如,平板电脑)、便携式媒体播放器、可穿戴设备或另一种类型的便携式电子设备。电子设备200还可以是台式计算机系统、计算机部件、输入设备、设备或实际上任何其他类型的电子产品或设备部件。

[0054] 如图2所示,电子设备200具有包括覆盖件205(示例性玻璃结构)的壳体220。覆盖件205可附连到外壳260以形成电子设备200的外部。覆盖件205可限定前表面210,并且外壳260可限定电子设备的侧表面212。

[0055] 在以下公开的方面,覆盖件可被描述为覆盖玻璃。然而,更一般地,该覆盖件可由包括玻璃片、聚合物片材和/或各种涂层和层的多个层形成。本文的典型覆盖件为薄的,通常小于5mm厚,并且更典型地小于3mm厚。在一些方面,覆盖件可为约0.1mm至2mm厚,并且更典型地为0.15mm至1mm厚。

[0056] 虽然以下实施方案中的一些相对于覆盖件205进行了描述,但相同或相似的原理可应用于限定设备的外表面的一部分的任何部件。例如,另一个示例性玻璃部件可限定电子设备200的内部腔的一部分或全部,该电子设备被配置为接收电子设备200的各种电子部件。在一些情况下,玻璃部件(在该情况下为覆盖件205)可限定电子设备200的整个或基本上整个前表面以及电子设备200的一个或多个侧面或侧壁。相似地,玻璃部件可限定电子设

备200的整个或基本上整个后表面以及电子设备200的一个或多个侧面或侧壁。另外,玻璃部件可以是整体部件,其限定电子设备200的前表面、后表面和一个或多个侧表面。

[0057] 在一些实施方案中,壳体可至少部分地围绕显示器,并且覆盖件可定位在显示器上方。显示器可被配置为产生可通过覆盖件205查看的图形输出。覆盖件205可限定可供查看图形输出的透明窗口区域或窗口部分。如本文所述,触觉摩擦特征部可沿覆盖件205的透明窗口区域或窗口部分分布。

[0058] 在实施方案中,电子设备包括触摸传感器,该触摸传感器被配置为沿电子设备的外表面的区域检测触摸或触摸输入。外表面的该区域因此为触敏的。在一些情况下,触敏层或触摸传感器(例如,电容式触摸传感器)定位在覆盖件205的下方,并且在一些情况下定位在覆盖件205和显示器之间。覆盖件205被配置为允许触摸传感器沿覆盖件205的外表面的区域检测触摸或触摸输入。以示例的方式,玻璃结构(诸如覆盖件)可限定显示窗口区域,并且触摸传感器可被配置为沿显示窗口区域检测触摸或触摸输入。

[0059] 如本文所述,触觉摩擦特征部可被配置为产生特定的触觉效果或与用户手指的摩擦,以促进沿覆盖件205的触敏区域的平滑手势或其他触摸输入。例如,触觉摩擦特征部可被配置为向触摸手势提供特定的摩擦阻力。摩擦特征部还可被配置为提供足够的透明度以允许通过覆盖件205查看来自显示器的图形输出,而不显著改变图形输出的视觉质量。

[0060] 可将多种电子设备部件定位在壳体220内。例如,电子设备可包括显示器、处理单元、存储器、输入/输出设备、电源、网络通信接口、相机和传感器中的一者或多者。下文参考图16更详细地讨论了样本电子设备的部件。

[0061] 一般来讲,覆盖件205和/或壳体220以及输入结构230均可包括具有触觉摩擦特征部的玻璃。在一些实施方案中,单个元件(例如,覆盖件205、壳体220、输入结构230、外壳260或电子设备200的其他部分)可在不同区域中具有不同组的触觉摩擦特征部。

[0062] 例如,具有第一物理特性(高度、半径、宽度、长度、形状、分隔距离等)的第一组触觉摩擦特征部可形成于覆盖件205的与显示区域对应的第一区域240中。具有第二不同物理特性的第二组触觉摩擦特征部可形成于覆盖玻璃的与非显示区域对应的第二区域250中并由其限定。

[0063] 考虑到物理特性的变化,手指和触觉摩擦特征之间的接触面积将在两个区域240, 250之间变化。因此,触摸显示区域240中的覆盖玻璃的用户将具有由第一摩擦系数控制的感觉。触摸非显示区域205中的覆盖件250的相同用户由于摩擦系数将不同而将感觉到第二感觉。此外,物理特性的差异(其导致接触面积的差异)在视觉上是不可检测的或人眼不可见的。因此,尽管覆盖件205可为视觉上连续的,使得第一区域240和第二区域250在视觉上是不可分辨的,但这两个区域的感觉对于用户可能是非常不同的。这可提供显示区域240结束和非显示区域250开始的位置的触觉指示,即使设备已断电。一些实施方案可对输入区域和非输入区域中的触觉摩擦特征部的物理特性进行图案化和改变,以同样地向用户提供物理反馈,指示输入可被电子设备200接受的位置。

[0064] 在另外的实施方案中,可在覆盖件205上形成具有第一物理特性的第一组触觉摩擦特征部,而具有第二物理特性的第二组触觉摩擦特征部可在壳体220的另一部分上形成。例如,可形成第一组触觉摩擦特征部以为覆盖件205提供平滑感,同时可形成第二组触觉摩擦特征部以为后覆盖玻璃和/或外壳260提供粘性/粗糙感。

[0065] 图3示出了覆盖玻璃305的截面3-3的一部分的细部图,其为图2所示的覆盖件205的示例。应当理解,图3的比例与图2的比例相比被夸大,以便示出某些特征部。如图3所示,多个触觉摩擦特征部300a、300b、300c、300d、300e、300f、300g(统称为数字“300”)存在于覆盖玻璃305上或覆盖玻璃中。触觉摩擦特征部可沿覆盖玻璃的特定区域和/或沿电子设备的特定触敏表面分布。覆盖玻璃305限定围绕触觉摩擦特征部300a、300b、300c、300d、300e、300f、300g中的每一者的基部表面310。

[0066] 触觉摩擦特征部300彼此随机地间隔开,但具有平均“间距”(例如,分隔距离)320。如本文所用,间距是两个相邻触觉摩擦特征部300的中心之间的距离。在一些情况下,相邻触觉摩擦特征部可彼此邻接或甚至彼此合并,触觉摩擦特征部300f和300g也是如此。在其它情况下,两个触觉摩擦特征部之间的分隔距离可远大于平均间距320,如触觉摩擦特征部300d和300g的情况一样。然而,在足够大的区域或玻璃结构的一部分上,间距将具有平均值。在实施方案中,平均间距为微尺度的,具有1微米至小于1mm的尺寸。在实施方案中,平均间距为5微米至600微米、10微米至100微米或5微米至50微米。触觉摩擦特征部300可沿覆盖件的区域基本上均匀地分布,即使任何两个相邻触觉摩擦特征部之间的间距可变化。

[0067] 在另外的实施方案中,触觉摩擦特征部的平均宽度(或直径)也是微尺度的。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部的平均宽度的范围是1微米至50微米、1微米至20微米、2微米至50微米或5微米至25微米。此外,触觉摩擦特征部的平均宽度可小于平均间距。

[0068] 如图3所示,摩擦特征部300a-300e中的每个摩擦特征部限定圆形轮廓和圆形形状,如上文所观察到的那样。从上面观察的摩擦特征部的轮廓和形状可由摩擦特征部的顶部324限定。彼此接触的摩擦特征部300f和300g各自限定形状,该形状为圆形的一段和呈圆弧形的轮廓。在实施方案中,摩擦特征部(例如,摩擦特征部300a-300e)中的至少一些摩擦特征部的基部也限定圆形轮廓并且可被描述为圆形基部。

[0069] 改变平均间距320可影响用户的皮肤与覆盖玻璃之间的摩擦系数,诸如当用户的手指向电子设备施加触摸手势时。如果相邻的触觉摩擦特征部彼此接触,则特征部之间的间距由相邻触觉摩擦特征部的半宽确定。随着平均间距320接近零,则触觉摩擦特征部300基本上重叠,并且覆盖玻璃在宏观上将基本上为平坦的,尽管仍存在人眼看不到的非常小的微凸体。随着间距320增加,在覆盖玻璃上移动的皮肤接触越来越少的面积,因此用户手指和覆盖玻璃之间的摩擦系数可减小。下文结合图5进一步详细地讨论。

[0070] 然而,当间距变得足够大时,触觉摩擦特征部300间隔得如此远,使得皮肤可在相邻特征部之间下垂或下拉至皮肤接触玻璃的基部表面310的点。这可具有增加皮肤与覆盖玻璃之间的接触面积的效果,这继而增大摩擦系数。因此,取决于触觉摩擦特征部300的具体几何形状,将间距320增大超过阈值可增加覆盖玻璃(或其它制品)与皮肤之间的摩擦,而不是减小。在需要相对低摩擦系数的实施方案中,触觉摩擦特征部300可被配置为在执行触摸手势时防止用户的手指触摸基部表面。

[0071] 在实施方案中,摩擦系数取决于触觉摩擦特征部300的高度以及间距。触觉摩擦特征部的平均高度可为微尺度或纳米尺度(具有1nm至小于1微米的尺寸)。在实施方案中,触觉摩擦特征部的平均高度小于或等于10微米,小于或等于5微米,小于或等于2微米,或小于或等于1微米。在另外的实施方案中,触觉摩擦特征部的平均高度为100nm至10微米,200nm至2微米,200nm至1微米,或500nm至5微米。

[0072] 针对具有约2.5微米半径和0.25微米-0.5微米高度的柱形触觉摩擦特征部300,大于约600微米的间距320可导致典型人类手指与覆盖玻璃之间的摩擦系数增大。在一些实施方案中,间距可低至1纳米-10纳米,诸如通过非压印工艺形成的实施方案,但通常介于5微米和600微米之间。针对具有2.5微米半径和0.5微米高度的触觉摩擦特征部300,可使用大约15微米-20微米的间距来减小摩擦系数。在此类实施方案中,低于约15微米或高于约20微米的间距的减小可导致摩擦系数的增大。

[0073] 前述值假定手指在玻璃上施加大约50克的力。应当理解,用户施加在玻璃上的力也将改变玻璃和皮肤之间的摩擦系数。

[0074] 如图3所示,相邻触觉摩擦特征部中的至少一些触觉摩擦特征部彼此间隔开。一对相邻触觉摩擦特征部之间的间距可称为通道或间隙区域(例如,图4中的间隙区域302)。间隙区域可由一对相邻的触觉摩擦特征部和基部表面310的一部分(例如,图4中的基部表面314的间隙区域)限定。一对相邻摩擦特征部之间的间距的一个量度是一对相邻摩擦特征部的边缘之间的最小间距(或边缘与边缘间距)。该间距可被称为通道间距或间隙区域宽度。一般来讲,通道或间隙纵横比可被定义为触觉摩擦特征部高度除以相邻触觉摩擦特征部之间的间距(例如,间距减去触觉摩擦特征部300的触觉摩擦特征部直径)。相似地,平均通道或间隙纵横比可由平均触觉摩擦特征部高度限定,该平均触觉摩擦特征部高度由相邻触觉摩擦特征部之间的平均间距限定。对于在一组触觉摩擦特征部上施加约50g法向力的人类手指,约0.01至约0.08的平均通道纵横比产生相对较低的摩擦。

[0075] 应当理解,随着皮肤的水含量、弹性、厚度和其它物理特性的改变,摩擦开始增加的间距320或通道纵横比对于不同的人甚至对于同一个人不同的时间可变化。因此,上述值是示例性的,并且可在不同实施方案中变化。

[0076] 图4是沿图3的线4-4截取的剖视图,其示出了从覆盖玻璃305的基部表面310向上延伸的两个触觉摩擦特征部300a、300b。在实施方案中,设置在壳体上的触觉摩擦特征部从基部表面310向外延伸(例如,在基部表面上方并且远离壳体的内部)。如图3和4中所示,触觉摩擦特征部300a、300b为大致柱形的,具有基本上竖直的侧壁326。在实施方案中,触觉摩擦特征部包括玻璃触觉摩擦特征部,并且玻璃触觉摩擦特征部的组成与覆盖玻璃的组成基本上相同。

[0077] 如图4中所示,触觉摩擦特征部(例如300b)具有沿基部表面310定位的基部322。触觉摩擦特征部还具有位于基部表面310上方的高度H处的顶部324。在实施方案中,由顶部324(即,顶部表面)限定的表面为平坦的或在指定的公差范围内为平坦的。侧壁326从基部322延伸至顶部324。一组触觉摩擦特征部可具有平均高度。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部具有基本上均匀的高度,使得一组触觉摩擦特征部中的各个触觉摩擦特征部的高度为基本上相同的。在实施方案中,各个触觉摩擦特征部的高度可在指定的变化量内为均匀的,诸如 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、或 $\pm 2\%$ 。

[0078] 在实施方案中,基部表面310限定第一区域,并且触觉摩擦特征部300b的顶部324限定第二区域。第一区域和第二区域可在指定的公差内各自为平面的,并且因此可被称为第一平面区域和第二平面区域。例如,指定的公差可为1微米、500nm、250nm、100nm、50nm、10nm或5nm。第二平面区域可从第一平面区域偏移触觉摩擦特征部的(平均)高度。第一平面区域可具有第一面积,并且第二平面区域可具有第二面积。在实施方案中,第二面积小于第

一面积。如图3所示,由触觉摩擦特征部的顶部324限定的第二区域和由基部表面310限定的第一区域无需为连续的。

[0079] 如图4所示,基部表面310的间隙区域314可在触觉摩擦特征部300a、300b之间为基本上平坦的或平面的。一般来讲,触觉摩擦特征部具有宽度W;对于柱型触觉摩擦特征部300a、300b而言,宽度为直径。一组触觉摩擦特征部可具有平均宽度。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部具有基本上均匀的宽度,使得该组触觉摩擦特征部中的各个触觉摩擦特征部的宽度为基本上相同的。在实施方案中,各个触觉摩擦特征部的宽度可在指定的变化量内为均匀的,诸如 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、或 $\pm 2\%$ 。在实施方案中,触觉摩擦特征部的平均宽度可小于、等于或大于触觉摩擦特征部的平均高度。在另外的实施方案中,触觉摩擦特征部可通过纵横比来描述,该纵横比被定义为高度除以宽度。

[0080] 如结合图3所讨论的,触觉摩擦特征部300a和300b被间距间隔开。如图4所示,通道或间隙区域302是一对相邻触觉摩擦特征部之间的间距。通常,通道或间隙区域302在玻璃表面的大部分上不沿给定方向对齐,以避免摩擦系数的各向异性(例如,以避免“收缩”效应)。在实施方案中,触觉摩擦特征部不以规则阵列诸如正方形或六边形阵列布置在玻璃表面的大部分上。相反,触觉摩擦特征部的位置可以是随机的。

[0081] 此外,触觉摩擦特征部300a和300b在相邻触觉摩擦特征部的侧壁之间隔开距离X(也被称为“通道间距”或“间隙区域宽度”,例如,间距减去触觉摩擦特征部宽度)。针对具有基本上竖直的侧壁的触觉摩擦特征部而言,距离X在侧壁326的顶部324和基部322处基本上相同。在触觉摩擦特征部300a、300b之间限定的通道或间隙区域302的通道纵横比因此为H/X。当触觉摩擦特征部之间的间距变化,一组触觉摩擦特征部可具有平均信道间隔(距离X的平均值),并且通道纵横比可以是平均高度与平均通道间距的比率。例如,产生平滑效应的通道纵横比可为0.01或更大,而用于产生粗糙度效应的通道纵横比可小于0.01。

[0082] 然而,应当理解,触觉摩擦特征部300可具有侧壁的任何合适的形状、角度或取向,和/或侧壁的数量。例如,触觉摩擦特征部300可为圆锥形的、卵形的、拱形的,具有弯曲的上表面、矩形、多边形、诸如圆锥等形状的截头锥体等。同样,一个或多个侧壁可以是弯曲的、倒圆的、多面的等等。此外,触觉摩擦特征部300的基部和/或顶部中的至少一些可限定大致圆形、椭圆形或多边形的轮廓。图7-图15示出了触觉摩擦特征部形状的附加示例。在实施方案中,对图3和图4的触觉摩擦特征部的物理特性诸如高度、宽度和分隔距离的描述也可适用于图5-图15。

[0083] 图5为示出了与玻璃结构505的多个触觉摩擦特征部500a、500b接触的手指100的皮肤剖视图。如图所示,触觉摩擦特征部500a、500b具有足够的高度、宽度、间距,其可防止手指100触摸玻璃的基部表面510。因此,手指100和玻璃结构505之间的接触面积限于被触摸的触觉摩擦特征部的表面积。由于这比在玻璃缺乏触觉摩擦特征部500时接触的面积小,因此可以理解,玻璃结构505对触摸而言将感觉平滑、光滑等。可例如在壳体的覆盖玻璃或其他输入部件上提供产生平滑效果的触觉摩擦特征部。在实施方案中,平均高度和特征部之间的平均通道间距的用于产生平滑效应的比率为0.01至10,0.01至2,或0.05至5。

[0084] 相比之下,图6示出了具有触觉摩擦特征部600a、600b的玻璃结构605,所述触觉摩擦特征部太小和/或间隔距离过大以防止手指100的皮肤触摸玻璃结构605的基部表面610。例如,通道纵横比不会阻止皮肤触摸基部表面。因此,虽然手指100和玻璃结构605之间的摩

擦系数可通过触觉摩擦特征部600a、600b一定程度地减小,但该实施方案将感觉到比图5所示的实施方案更具粘性。图6中所示的实施方案示出了示例,其中间距足够大使得摩擦系数虽然不像不存在触觉摩擦特征部600a那样大,但大于特征部600b更靠近的情况。

[0085] 在另外的实施方案中,所述间距可为足够大,使得摩擦系数大于触觉特征部600不存在的情况。增强粘性的触觉摩擦特征部可例如在壳体的外围表面、后覆盖玻璃或壳体的其他此类部件上提供。在实施方案中,平均高度与特征部之间的平均通道间距的用于增强粘性的比率为 1×10^{-5} 至小于 1×10^{-2} 、 1×10^{-5} 至或 1×10^{-3} 或 1×10^{-4} 至 1×10^{-2} 。

[0086] 图7A和图7B示出了具有相同形状和尺寸但在它们之间具有不同间距的触觉摩擦特征部。例如,在图7A中,触觉摩擦特征部700a可被布置在由间距 P_1 表示的距离处。与先前实施方案一样,触觉摩擦特征部700a防止手指100的皮肤接触玻璃结构705a的基部表面710a,在本文中也称为通道或间隙区域。

[0087] 图7B为具有由较大间距 P_2 分隔的触觉摩擦特征部700b的玻璃结构705b的横截面。虽然相比于图7A的实施方案,手指100的皮肤中更靠近玻璃结构705b的基部表面710b,但其不触摸基部表面710b。考虑到与图7A相比,图7B的实施方案中的触觉摩擦特征部的密度较低,图7B的玻璃结构705b可感觉比图7A中所示的覆盖玻璃更平滑或光滑。相比之下,图7A中所示的玻璃结构705a可在保持其摩擦系数方面更一致,由此在比图7B所示的玻璃结构705b更大外力作用下,该玻璃结构的感觉更为一致。因此应当理解,增加触觉摩擦特征部(或通道纵横比)之间的间距可减小在第一输入力下与手指或其他物体的摩擦,但如果输入力超过阈值,则可导致更高的摩擦。如本文所讨论的其他实施方案那样,该阈值的值取决于触觉摩擦特征部的物理特性、用户的皮肤等。

[0088] 图8为示出了从玻璃结构805的基部表面810向上延伸的两个触觉摩擦特征部800的剖视图。在实施方案中,设置在壳体上的触觉摩擦特征部从基部表面810向外延伸(例如,远离壳体的内部)。如图8所示,触觉摩擦特征部800为大致锥形的并且包括圆锥形部分830(也称为圆锥形特征结构)。在实施方案中,触觉摩擦特征部和玻璃结构包括与玻璃结构相同的玻璃材料。

[0089] 如图8中所示,触觉摩擦特征部800具有基部822,该基部沿基部表面810定位并具有基部宽度W。触觉摩擦特征部800还具有位于基部表面810上方的高度H处的顶端824(也称为“顶部”)。触觉摩擦特征部800从基部822渐缩至顶端824。侧壁826以一斜率从基部822延伸到顶端824。侧壁826的至少一部分限定触觉摩擦特征部800的圆锥形部分830。如图8所示,圆锥形部分830可具有锥体截头的大致形状。在实施方案中,基部822限定圆形轮廓。

[0090] 侧壁826相对于触觉摩擦特征部800的纵向轴线828倾斜地成角度。侧壁826还限定圆锥形部分830的内锥角 θ ,该内锥角为侧壁826和纵向轴线828之间的角度的两倍。在实施方案中,内锥角 θ 为斜角、锐角、直角或钝角。内锥角 θ 可为60度至180度,60度至120度,或110度至170度。

[0091] 一组触觉摩擦特征部可具有平均高度。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部具有基本上均匀的高度,使得一组触觉摩擦特征部中的各个触觉摩擦特征部的高度为基本上相同的。在实施方案中,触觉摩擦特征部的平均高度为100nm至10微米,200nm至2微米,或500nm至5微米。

[0092] 如图8所示,基部表面810可在触觉摩擦特征部800之间为基本上平坦的。因此,覆

盖件可在触觉摩擦特征部之间具有基本上均匀的厚度。在实施方案中,覆盖件的厚度可在指定的变化量内为均匀的,诸如 $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, 或 $\pm 2\%$ 。

[0093] 触觉摩擦特征部800具有基部宽度W。对于大致圆锥形的触觉摩擦特征部而言,基部宽度可为直径。一组触觉摩擦特征部可具有平均基部宽度。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部具有基本上均匀的基部宽度,使得该组触觉摩擦特征部中的各个触觉摩擦特征部的基部宽度为基本上相同的。在实施方案中,各个触觉摩擦特征部的基部宽度可在指定的变化量内为均匀的,诸如 $\pm 10\%$, $\pm 5\%$, 或 $\pm 2\%$ 。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部的平均基部宽度的范围是1微米至50微米、2微米至50微米或5微米至25微米。在实施方案中,触觉摩擦特征部的平均基部宽度可小于、等于或大于触觉摩擦特征部的平均高度。

[0094] 触觉摩擦特征部800的顶端824通常小于基部822。在实施方案中,顶端824为倒圆的并且可由顶端半径表征。在另选的实施方案中,顶端824可为平坦的,使得触觉摩擦特征部具有锥体截头的形式。

[0095] 如图8所示,触觉摩擦特征部800和基部表面810共同限定通道或间隙区域802。通常,间隙区域或通道802在玻璃表面的大部分上不沿给定方向对齐,以避免摩擦系数的各向异性(例如,以避免“收缩”效应)。在实施方案中,触觉摩擦特征部不以规则阵列诸如正方形或六边形阵列布置在玻璃表面的大部分上。

[0096] 在实施方案中,触觉摩擦特征部800由相邻触觉摩擦特征部的基部之间的距离X分开(例如间距减去触觉摩擦特征部基部直径)。对于具有倾斜侧壁的锥形触觉摩擦特征部,824的顶端间的距离大于基部822之间的距离X。在实施方案中,顶端之间的距离可为间距减去顶端半径R的两倍。当顶端半径较小时,顶端之间的距离可近似等于间距。在实施方案中,相邻基部之间的平均间距可小于、等于或大于基部的平均宽度。在实施方案中,平均间距为5微米至600微米,10微米至100微米,或5微米至50微米。

[0097] 在实施方案中,触觉摩擦特征部800之间的间隙区域或通道的纵横比可被测量为基部之间的距离除以触觉摩擦特征部的高度。当触觉摩擦特征部之间的间距变化,一组触觉摩擦特征部可具有平均信道间隔(或间隙区域宽度),并且通道纵横比可以是平均高度与平均通道间距的比率。在实施方案中,平均高度和特征部之间的平均通道间距的用于产生平滑效应的比率为0.01至10,0.01至2,或0.05至5。

[0098] 在实施方案中,触觉摩擦特征部的摩擦系数可取决于物体诸如手指在触觉摩擦特征部上移动的速度。图9A示意性地示出了手指100以第一速度在触觉摩擦特征部900上移动,而图9B示意性地示出了手指100以小于第一速度的第二速度在触觉摩擦特征部900上移动。如图9A和图9B所示,在较高的速度下,手指在触觉摩擦特征部之间的通道或间隙区域中具有较小程度的变形,从而降低了联锁程度以及手指和触觉摩擦特征部之间的摩擦系数。在实施方案中,图9A和图9B的触觉摩擦特征部具有与针对图8的触觉摩擦特征部所述的尺寸类似的尺寸。

[0099] 图9A示出了手指100在一组触觉摩擦特征部900上移动。手指100以其基本上不变形到间隙区域或通道902中的速度移动。在实施方案中,触觉摩擦特征部900的通道纵横比使得手指100和触觉摩擦特征部900之间的接触面积和摩擦系数低于平坦玻璃表面的接触面积和摩擦系数,如先前参考图5所述。

[0100] 图9B示出了手指100以一速度在相同的一组触觉摩擦速度特征部900上移动,其中

手指100基本上变形至间隙区域或通道902。因此,手指100和触觉摩擦特征部900之间的接触面积和摩擦系数大于图9A中所示的手指移动的接触面积和摩擦系数。然而,手指不变形至其接触玻璃表面910的程度。

[0101] 图10A为手指100接触玻璃结构1005的触觉摩擦特征部1000a、1000b的剖视图。此处,玻璃结构1005包括较大的触觉摩擦特征部1000a和与较大的触觉摩擦特征部1000a散布在一起的较小的触觉摩擦特征部1000b。一般来讲,较大(例如,较高)的触觉摩擦特征部1000a通过较小的触觉摩擦特征部1000b彼此分离,但在一些实施方案中,较大特征部和较小特征部的间距、取向等可为基本上随机的。触觉摩擦特征部1000a、1000b从基部表面1010延伸。在实施方案中,较大的触觉摩擦特征部1000a可具有第一平均高度,并且较小的触觉摩擦特征部1000b可具有小于第一平均高度的第二平均高度。在另外的实施方案中,第一组玻璃触觉摩擦特征部可具有第一平均高度,并且第二组玻璃触觉摩擦特征部可具有小于第一平均高度的第二平均高度。

[0102] 当用户的手指100将第一力施加到玻璃结构1005上时,手指接触较大的触觉摩擦特征部1000a,但可能不接触较小的触觉摩擦特征部1000b。此外,较大的触觉摩擦特征部1000a之间的通道纵横比和/或间距(例如,间距)足以防止皮肤触摸玻璃结构1005的基部表面1010。

[0103] 然而,当用户增加其输入力时,皮肤围绕较大的触觉摩擦特征部1000a变形并接触较小的触觉摩擦特征部1000b,如图10B所示。此处,由用户的手指100施加的输入力大于图10A中的输入力。例如,用户可施加100克的力而非50克的力,但应当理解,这些值是示例性的而非限制性的。

[0104] 考虑到由用户的手指100施加更大的输入力,手指围绕较大的触觉摩擦特征部1000a变形。换句话说,较大的触觉摩擦特征部1000a按压到用户的手指中。仍然防止手指100的皮肤通过较小的触觉摩擦特征部1000b接触玻璃结构1005的基部表面1010。较小的触觉摩擦特征部1000b因而可提供附加支持,以防止当输入力增大到高于阈值时手指100和玻璃的基部表面1010之间的接触。因此,在一些实施方案中,可在玻璃结构1005的单个区域中使用不同尺寸、形状、维度或其它物理特性的触觉摩擦特征部。

[0105] 图11A和图11B示出了具有触觉摩擦特征部1100a、1100b的玻璃结构1105的横截面,所述触觉摩擦特征部具有倾斜或成角度的上表面(例如,接触表面)。例如,触觉摩擦特征部1100a具有倾斜的上表面1120a,该上表面以限定峰1130a的尖角与侧壁1140a交汇,如图11A-11B所示。当手指100在触觉摩擦特征部1100a(图11A中示出)上向右移动时,其接合倾斜的上表面1120a并在峰1130a上滑动。峰1130a使手指100变形至某个相对较小的平缓的程度。

[0106] 相比之下,当手指在触觉摩擦特征部1100a、1100b上向左移动时(如图11B所示),手指被推动到每个此类特征部(例如1140a)的竖直侧壁中。这使得峰(例如1130a)按压到手指100中,从而使得手指皮肤的变形程度比图11A的示例中的变形程度大得多。这导致在手指100和玻璃结构1105之间的更大的机械摩擦和更大的接触面积。增加的接触面积(与图11A所示的运动相比)同样增加了手指100和玻璃结构1105之间的分子间粘合力。因此,当手指在触觉摩擦特征部1100上向左移动时的总体摩擦大于其向右移动时的总体摩擦。

[0107] 图11A和图11B示出了触觉摩擦特征部可被配置为根据物体在表面上的运动方向

来提供不同的摩擦系数,从而提供对表面的不同感觉或感知。触觉摩擦特征部是键接的,使得该表面在第一方向上感觉平滑,但在第二方向上为粘性或粗糙的。因此,触觉摩擦特征部在一些实施方案中可以是各向异性的。

[0108] 图12示出了包括具有上表面(例如接触表面)的触觉摩擦特征部1200的玻璃结构1205的横截面,该上表面限定居中定位的峰。触觉摩擦特征部1200从玻璃结构1205的基部表面1210向上延伸。在实施方案中,设置在壳体上的触觉摩擦特征部从基部表面1210向外延伸(例如,远离壳体的内部)。

[0109] 如图12中所示,触觉摩擦特征部1200具有基部1222,该基部沿基部表面1210定位并具有基部宽度W。触觉摩擦特征部1200还具有位于基部表面1210上方的高度H处的顶端1224。触觉摩擦特征部1200具有第一侧壁部分1226a和第二侧壁部分1226b。第一侧壁部分1226a相对于触觉摩擦特征部1200的纵向轴线1228倾斜地成角度。第一侧壁部分1226a还限定圆锥形部分1230的内锥角 θ ,该内锥角为侧壁和纵向轴线1228之间的角度的两倍。在实施方案中,内锥角为斜角、锐角、直角或钝角。内锥角 θ 可为60度至180度,60度至120度,或110度至170度。第一侧壁部分1226a从顶端延伸以接合第二侧壁部分1226b。第二侧壁部分1226b从基部表面1210向外延伸并且可为基本上竖直的(例如,平行于触觉摩擦特征部1200的纵向轴线1228)。如图12所示,基部表面1210可在触觉摩擦特征部1200之间为基本上平坦的。

[0110] 该组触觉摩擦特征部可具有平均高度。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部具有基本上均匀的高度,使得一组触觉摩擦特征部中的各个触觉摩擦特征部的高度为基本上相同的。平均高度可针对图8来描述。

[0111] 触觉摩擦特征部1200具有基部宽度W。当第二侧壁部分1226b限定触觉摩擦特征部1200的大致柱形部分时,基部宽度可为直径。一组触觉摩擦特征部可具有平均基部宽度。在实施方案中,一组触觉摩擦特征部具有基本上均匀的基部宽度,使得该组触觉摩擦特征部中的各个触觉摩擦特征部的基部宽度为基本上相同的。平均基部宽度可针对图8来描述。

[0112] 在实施方案中,触觉摩擦特征部1200由相邻触觉摩擦特征部的基部之间的距离X分隔开(例如间距减去触觉摩擦特征部基部直径)。在实施方案中,触觉摩擦特征部1200之间的间隙区域或通道1202的通道纵横比可被测量为基部之间的距离或被测量为顶端之间的距离除以触觉摩擦特征部的高度。当触觉摩擦特征部之间的间距变化,一组触觉摩擦特征部可具有平均信道间隔,并且通道纵横比可以是平均高度与平均通道间距的比率。平均高度与特征部之间的平均通道间距的比率可针对图8来描述。

[0113] 图13示出了包括具有倒圆上表面(例如接触表面)的触觉摩擦特征部1300的玻璃结构1305的横截面。触觉摩擦特征部1300从玻璃结构1305的基部表面1310向上延伸。在实施方案中,设置在壳体上的触觉摩擦特征部从基部表面1310向外延伸(例如,远离壳体的内部)。间隙区域或通道1302被限定在相邻触觉摩擦特征部1300之间。

[0114] 如图13中所示,触觉摩擦特征部1300具有基部1322,该基部沿基部表面1310定位并具有基部宽度W。触觉摩擦特征部1300还具有位于基部表面1310上方的高度H处的顶端1324。触觉摩擦特征部1300具有第一侧壁部分1326a和第二侧壁部分1326b。第一侧壁部分1326a限定凹形表面,也称为触觉摩擦特征部1300的倒圆上表面。第一侧壁部分1326a从顶端延伸以接合第二侧壁部分1326b。第二侧壁部分1326b从基部表面1310向外延伸并且可为

基本上竖直的(例如,平行于触觉摩擦特征部1300的纵向轴线)。如图13所示,基部表面1310可在触觉摩擦特征部1300之间为基本上平坦的。触觉摩擦特征部的高度、宽度和通道纵横比可针对图12所述。

[0115] 图14示出了包括具有凹形表面的触觉摩擦特征部1400的玻璃结构1405的剖视图。触觉摩擦特征部1400从玻璃结构1405的基部表面1410向上延伸。在实施方案中,设置在壳体上的触觉摩擦特征部从基部表面1410向外延伸(例如,远离壳体的内部)。间隙区域或通道1402被限定在相邻触觉摩擦特征部1400之间,即使相邻触觉摩擦特征部1400的基部可彼此接触。

[0116] 如图14中所示,触觉摩擦特征部1400具有基部1422,该基部沿基部表面1410定位并具有基部宽度 W 。触觉摩擦特征部1400还具有位于基部表面1410上方的高度 H 处的顶端1424。触觉摩擦特征部1400具有在顶端1424和基部1422之间延伸的侧表面1426。侧表面1426限定具有曲率半径 R 的凹形表面。如图14所示,基部表面1410可在触觉摩擦特征部1400之间为基本上平坦的。触觉摩擦特征部的高度和宽度可针对图12来描述,并且触觉摩擦特征部可通过被定义为高度除以基部宽度的纵横比来描述。

[0117] 图15示出了包括具有凹形侧表面的触觉摩擦特征部1500的另一示例性玻璃结构1505的剖视图。触觉摩擦特征部1500从玻璃结构1505的基部表面1510向上延伸。在实施方案中,设置在壳体上的触觉摩擦特征部从基部表面1510向外延伸(例如,远离壳体的内部)。间隙区域或通道1502被限定在相邻触觉摩擦特征部1500之间。

[0118] 如图15中所示,触觉摩擦特征部1500具有基部1522,该基部沿基部表面1510定位并具有基部宽度 W 。触觉摩擦特征部1500还具有位于基部表面1510上方的高度 H 处的顶端1524。触觉摩擦特征部1500具有在顶端1524和基部1522之间延伸的侧表面1526。侧表面1526可限定具有曲率半径 R 的凹形曲面;图15所示的触觉摩擦特征部的曲率半径 R 小于图14的触觉摩擦特征部的曲率半径 R 。如图15所示,基部表面1510可在触觉摩擦特征部1500之间为基本上平坦的。触觉摩擦特征部的高度、宽度和通道纵横比可针对图12所述。

[0119] 如前所述,触觉摩擦特征部可结合到覆盖玻璃或电子设备的显示器上方的其他表面中。在一些实施方案中,可选择触觉摩擦特征部的形状、尺寸、间距或其他物理特性或通道的纵横比以减小或消除光学失真。作为一个非限制性示例,可避免触觉摩擦特征部的外表面和/或基部表面之间的阶梯式边缘、尖角等,以便在显示器为活动的时减少或防止衍射、闪光效果等。在一些实施方案中,触觉摩擦特征部可定位在显示器的像素之间,但不直接位于显示器像素上方,以再次减小或最小化当显示器工作时的光学像差。在附加实施方案中,触觉摩擦特征部的宽度不同于显示器的像素尺寸。例如,触觉摩擦特征部的宽度可大于显示器的像素尺寸或小于显示器的像素尺寸。在其他实施方案中,触觉摩擦特征部的物理特性可被配置为匹配穿过触觉摩擦特征部的光的谐波波长,以避免或减少光学像差。

[0120] 在实施方案中,触觉摩擦特征部可提供附加光学效应。在另外的实施方案中,具有触觉摩擦特征部的表面可具有不同于没有触觉摩擦特征部的对应表面的反射率或透射率。例如,具有触觉摩擦特征部的表面可具有比对应表面更低的反射率和/或更少的镜面反射。

[0121] 在附加实施方案中,触觉摩擦特征部可提供防眩光效果。例如,与不具有触觉摩擦特征部的表面相比,触觉摩擦特征部可通过增加来自触觉摩擦特征部的光的散射来提供防眩光效果。在实施方案中,由触觉摩擦特征部提供的防眩光效果不会不适当地减小图像

(DOI)的清晰度。例如,具有圆锥形、半圆锥形或锥形形状的触觉摩擦特征部可用于提供防眩光效果。

[0122] 此外,与不具有触觉摩擦特征部的对应表面相比,触觉摩擦特征部可通过减少反射光的量来提供防反射效果。相似地,与对应的表面相比,触觉摩擦特征部增加透射光(例如可见光)的量。在实施方案中,由触觉摩擦特征部提供的防反射效果不会不适当地使玻璃结构的外观变暗。例如,防反射效果可至少部分地取决于被触觉摩擦特征部覆盖的基部表面的百分比。在实施方案中,由触觉摩擦特征部覆盖的基部表面的量较大,从而导致玻璃结构反射率的较大减少。例如,基部表面的百分比覆盖范围可在5%至50%的范围内。

[0123] 此外,触觉摩擦特征部的平均直径与平均间距的比率可用作由触觉摩擦特征部对基部表面的覆盖范围的量度。在实施方案中,圆锥形触觉摩擦特征部的平均基部直径与平均间距的比率可小于1、小于0.75、小于0.5、小于0.25、小于0.1、或0.05或0.5,以限制防反射效果。在另外的实施方案中,如果渐缩触觉摩擦特征部的高度和间距小于可见光的波长(例如,小于1微米),则触觉摩擦特征部可用作梯度折射率(GRIN)结构并由此产生防反射效果。

[0124] 本文所讨论的触觉摩擦特征部可以多种方式中的任一种形成,包括通过光刻结合化学蚀刻、激光烧蚀、材料的机械移除等来形成。本文所述的实施方案设想并涵盖任何合适的制造方法。在实施方案中,触觉摩擦特征部(不包括任何表面涂层)的组成与基部表面和/或下面的覆盖件的组成基本上相同。

[0125] 以举例的方式,用于形成玻璃触觉摩擦特征部的方法可包括在玻璃结构的表面上形成或施加掩模的操作。掩模具有被配置为在后续蚀刻步骤期间产生玻璃触觉摩擦特征部的所需形状和布置的图案。形成掩模的操作可包括将抗蚀剂材料层施加到玻璃结构的表面,然后在抗蚀剂材料中形成图案,诸如孔图案或包括不同厚度的抗蚀剂材料的图案。

[0126] 在一些方面,掩模通过压印光刻诸如纳米压印光刻而形成。在实施方案中,掩模通过将图案化工具压制到软化的聚合物抗蚀剂材料中以在抗蚀剂材料中形成厚度图案而形成。例如,厚度图案可具有与间隙区域对应的较薄区域和与玻璃触觉摩擦特征部的位置对应的较厚区域。当玻璃触觉摩擦特征部具有大致圆锥形或倒圆的形状时,较厚区域的厚度通常相应地变化。工具可通过多种方法图案化,所述方法包括但不限于微机加工、激光直写、灰度光刻或压印工艺。抗蚀剂材料可通过将其加热至高于玻璃化转变温度并且低于抗蚀剂材料发生不当流动的温度的温度来软化。

[0127] 在另外的方面,掩模通过光刻形成,在这种情况下,抗蚀剂材料可以是正性或负性光致抗蚀剂。合适的光刻技术包括但不限于二元光刻技术和3D光刻技术(例如,多步、直写和灰度掩模光刻)。

[0128] 施加掩模的操作可包括将图案化硬掩模施加到玻璃结构的表面上。例如,硬掩模可由金属、硅、氮化硅或在背侧(背对要涂覆的壳体的那侧)具有耐蚀刻层的聚合物形成,或包括金属、硅、氮化硅或在背侧具有耐蚀刻层的聚合物。

[0129] 形成玻璃触觉摩擦特征部的方法通常包括在表面上形成或施加掩模的操作之后的蚀刻操作。例如,当掩模限定间隙或孔时,蚀刻操作可包括通过掩模中的间隙或孔蚀刻掉玻璃结构的一部分。当掩模限定抗蚀剂材料的较厚且较薄的部分时,蚀刻操作可包括在蚀刻掉玻璃结构的一部分之前蚀刻掩模的较薄部分以在掩模(抗蚀剂材料)中形成间隙或孔。

例如,玻璃结构的待蚀刻的一部分可使用干法蚀刻工艺移除。干法蚀刻技术包括但不限于反应性离子蚀刻。

[0130] 尽管实施方案一般相对于玻璃结构或表面来被描述,但应当理解,触觉摩擦特征部可形成于任何合适的衬底上或由其形成,包括金属、陶瓷、玻璃陶瓷、塑料、材料的组合等。因此,讨论玻璃触觉摩擦特征部的示例以及用于制备玻璃触觉摩擦特征部的方法是例示性的而非限制性的。

[0131] 此外,本文所述的触觉摩擦特征部、玻璃表面或它们的组合中的任一者可涂覆有用于提供对油和其它沉积物的抗性的材料。在这种情况下,涂层还可至少部分地限定电子设备的触敏表面。例如,材料可包括氟化材料诸如氟化低聚物或聚合物以赋予疏油性和/或疏水性特性。例如,涂层上的油的接触角可大于或等于约65度或约70度。又如,涂层上的水的接触角可大于或等于90度。氟化材料可包含直链(非支链)氟化分子,诸如直链氟化低聚物或直链氟化聚合物。

[0132] 例如,可将包含氟化材料的涂层施加到触觉摩擦特征部和基部表面两者。在实施方案中,氟化材料层为5nm至20nm或10nm至50nm。氟化材料层可直接粘结到触觉摩擦特征部或可粘结到中间粘合层。氟化材料层相对于触觉摩擦特征部的尺寸可为较薄的。

[0133] 作为附加示例,可将粘附层施加到触觉摩擦特征部和基部表面两者,然后将包含氟化材料的涂层施加到粘附层。粘附层可包括无机材料,可包含氧化硅(诸如二氧化硅),或可基本上由二氧化硅组成。在附加实施方案中,粘附层的厚度为10nm或更小,诸如1nm至10nm或1nm至5nm。

[0134] 在实施方案中,玻璃结构通过离子交换而被化学增强。例如,存在于玻璃中的离子与离子交换浴中的较大离子进行交换,以形成从玻璃结构的表面延伸的压缩应力层。在实施方案中,压缩应力层至少部分地延伸到触觉摩擦特征部中。一般来讲,离子交换操作先于向触觉摩擦特征部施加氟化材料涂层。

[0135] 离子交换式玻璃包括但不限于碱石灰玻璃、硅铝酸盐玻璃和铝硼硅酸盐玻璃。例如,离子交换式玻璃可包括一价或二价离子诸如碱金属离子(例如, Li^+ , Na^+ 或 K^+)或碱土金属离子(例如, Ca^{2+} 或 Mg^{2+}),其可与其他碱金属离子或碱土金属离子交换。例如,如果玻璃结构包含钠离子,则钠离子可与钾离子交换。相似地,如果玻璃结构包含锂离子,则锂离子可与钠离子和/或钾离子交换。

[0136] 图16为如本文所述的电子设备1650(例如,图2的电子设备200)的示例性框图。电子设备可包括显示器1616、一个或多个处理单元1600、存储器1602,一个或多个输入/输出(I/O)设备1604诸如按钮组件1606、电源1608和网络通信接口1610。

[0137] 显示器1616可提供电子设备的图像或图形输出(例如,计算机生成的图像数据)。显示器还可为一个或多个输入设备诸如例如触摸感测设备和/或指纹传感器提供输入表面。显示器1616可为基本上任何尺寸的并且可基本上被定位在电子设备上的任何位置处。显示器1616可使用任何合适的技术来实现,该技术包括但不限于液晶显示器(LCD)技术、发光二极管(LED)技术、有机发光显示器(OLED)技术、有机电致发光(OEL)技术或另一类型的显示技术。显示器1616提供例如与电子设备1650的操作系统、用户界面和/或应用程序相关联的图形输出。在一些实施方案中,显示器1616被配置为触敏显示器(例如,单点触摸、多点触摸)和/或力敏显示器以接收来自用户的输入。在一些实施方案中,触敏显示器包括定位

在显示器上方、下方或与显示器集成的一个或多个传感器(例如,电容式触摸传感器、超声波传感器或其他触摸传感器)。在各种实施方案中,显示器1616的图形输出对提供给电子设备1650的输入进行响应。

[0138] 应当理解,显示器1616可包括或覆盖有结合了如本文所述的触觉摩擦特征部的覆盖玻璃。

[0139] 处理单元1600可控制电子设备的一些或所有操作。处理单元1600可直接或间接地与电子设备的基本上所有部件进行通信。例如,系统总线或信号线或其他通信机构(例如,电子连接器)可在一个或多个处理单元1600、存储器1602、一个或多个I/O设备1604、电源1608和/或网络通信接口1610之间提供通信。一个或多个处理单元1600可被实现为能够处理、接收或发送数据或指令的任何电子设备。例如,一个或多个处理单元1600可各自为微处理器、中央处理单元、专用集成电路、现场可编程门阵列、数字信号处理器、模拟电路、数字电路、或此类设备的组合。处理器可以是单线程或多线程处理器。处理器可以是单核或多核处理器。

[0140] 因此,如本文所述,短语“处理单元”或更一般地说“处理器”是指硬件实现的数据处理单元或电路,其被物理地配置为执行数据的特定转换,包括表示为程序中所包括的代码和/或指令的数据操作,该程序可存储在存储器中并从存储器访问。该术语意在涵盖单个处理器或处理单元、多个处理器、多个处理单元、模拟或数字电路,或其他适当配置的元件或元件的组合。

[0141] 存储器1602可存储可由电子设备使用的电子数据。例如,存储器可存储电子数据或内容,诸如例如音频文件和视频文件、文档和应用程序、设备设置和用户偏好、定时信号、从一个或多个传感器接收的信号、一种或多种模式识别算法、数据结构和数据库等等。存储器1602可被配置为任何类型的存储器。仅以举例的方式,存储器可被实现作为随机存取存储器、只读存储器、闪存存储器、可移动存储器、其他类型的存储元件或此类设备的组合。

[0142] 一个或多个I/O设备1604可将数据传输到用户或另一个电子设备或从用户或另一个电子设备接收数据。一个或多个I/O设备1604可包括本文所讨论的任何部件以提供触觉输出,包括输入结构、触觉特征等。一个或多个I/O设备1604还可包括显示器、触摸或力感测输入表面诸如触控板、一个或多个按钮、一个或多个麦克风或扬声器、一个或多个端口诸如麦克风端口、用于轻击感测的一个或多个加速度计、用于近距离感测的一个或多个光学传感器和/或键盘。I/O设备1604可包括被配置为用于由用户或物体接触的表面;此类表面可结合如本文所讨论的触觉摩擦特征部。作为一个示例,按钮组件1606可包括由玻璃、陶瓷、塑料或任何其他合适的材料形成的顶盖或其它表面。该顶盖或表面可具有触觉摩擦特征部。

[0143] 电源1608可利用能够向电子设备提供能量的任何设备来实现。例如,电源1608可为一个或多个电池或可再充电电池,或将电子设备连接至另一电源诸如壁式电源插座的连接缆线。

[0144] 网络通信接口1610可促进向或从其他电子设备进行数据传输。例如,网络通信接口可经由无线网络和/或有线网络连接来传输电子信号。无线和有线网络连接的示例包括但不限于蜂窝网络、Wi-Fi、蓝牙、IR和以太网。

[0145] 应当指出的是,图16仅用于示例性用途。在其他示例中,电子设备可包括比图16中

所示的那些部件更少或更多的部件。除此之外或另选地,该电子设备可被包括在系统中,并且图16中所示的一个或多个部件与电子设备独立但被包括在系统中。例如,电子设备可操作性地与单独的显示器连接或通信。作为另一个示例,可在与电子设备分开的存储器中存储一个或多个应用程序。电子设备中的处理单元可以可操作地连接到独立的显示器和/或存储器并与其进行通信。

[0146] 如本文所用,术语“约”、“大约”、“基本上”和“基本上等于”用于说明相对较小的变化,诸如 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 或 $\pm 2\%$ 的变化。

[0147] 为了说明的目的,前述描述使用具体命名以提供对所述实施方案的彻底理解。然而,对于本领域的技术人员而言将显而易见的是,不需要具体细节,以便实践所述实施方案。因此,出于例示和描述的目的,呈现了对本文所述的具体实施方案的前述描述。它们并非旨在是穷举性的或将实施方案限制为所公开的精确形式。对于本领域的普通技术人员而言将显而易见的是,鉴于上面的教导内容,许多修改和变型是可能的。

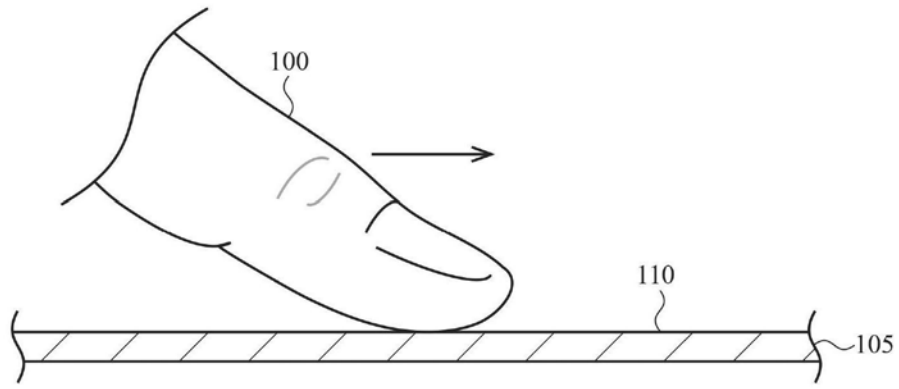


图1A

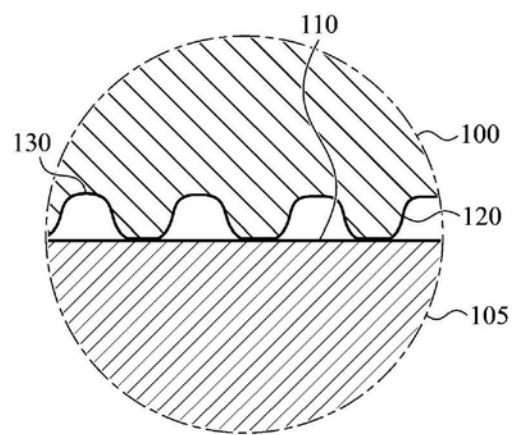


图1B

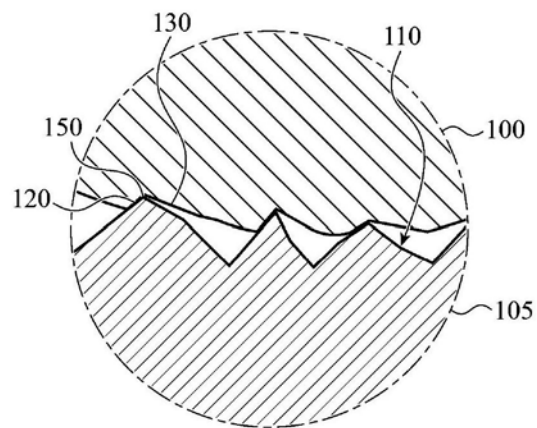


图1C

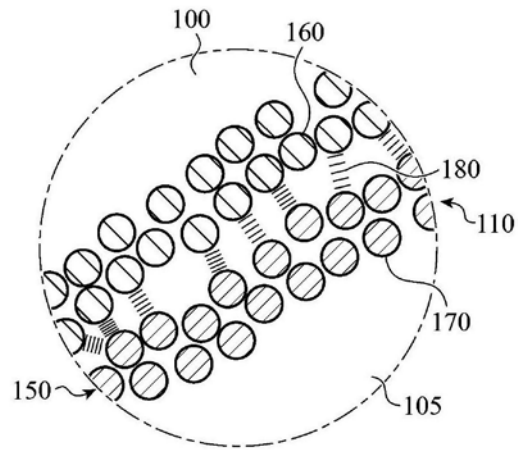


图1D

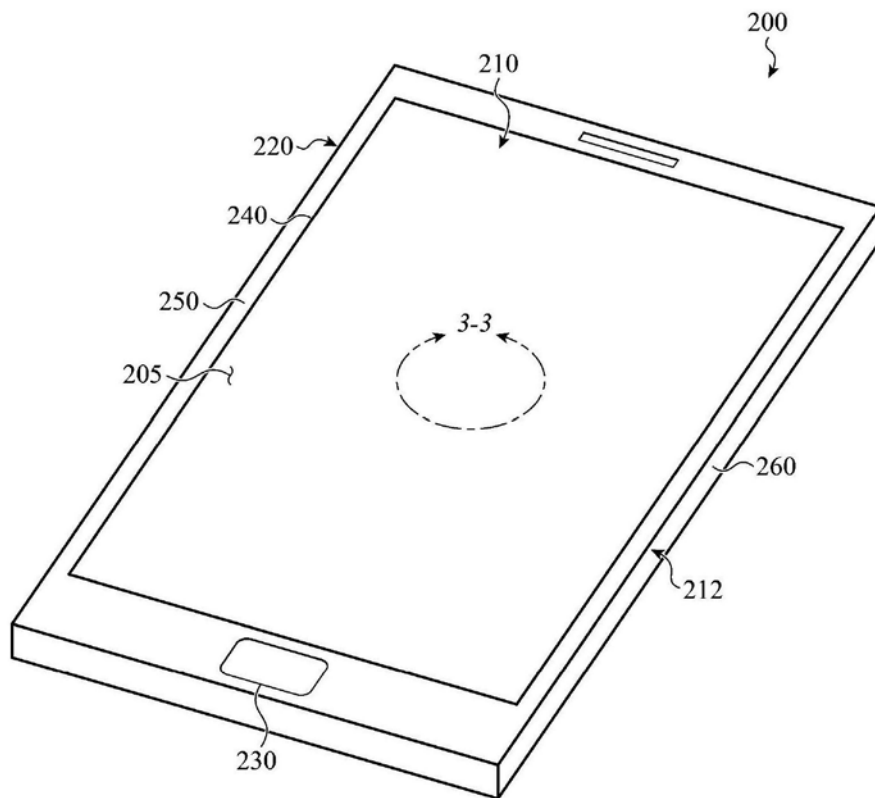


图2

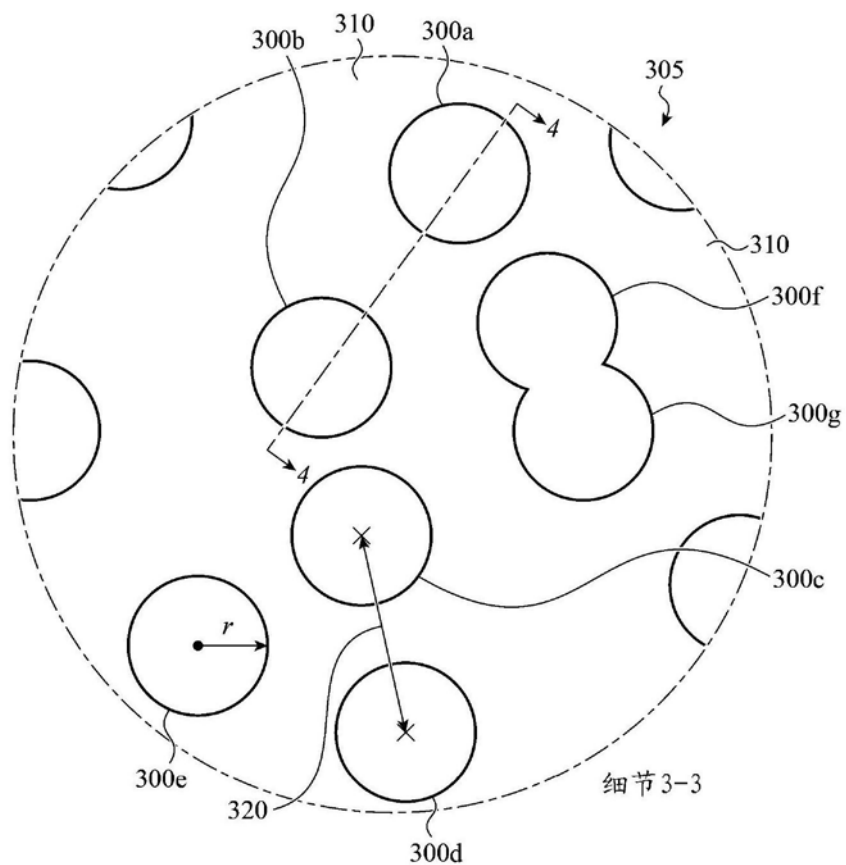


图3

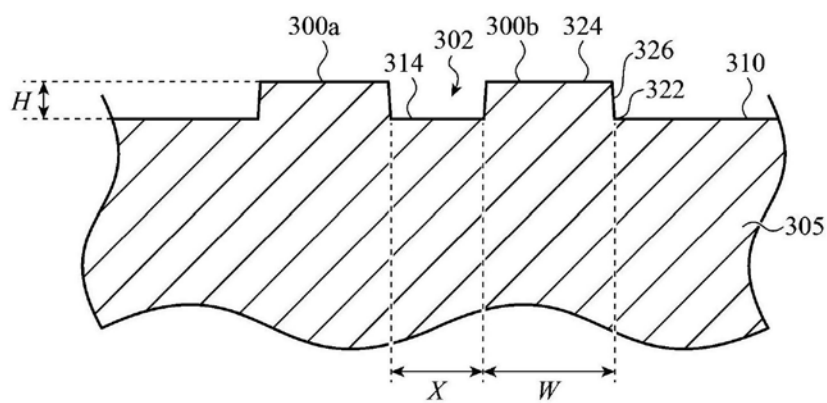


图4

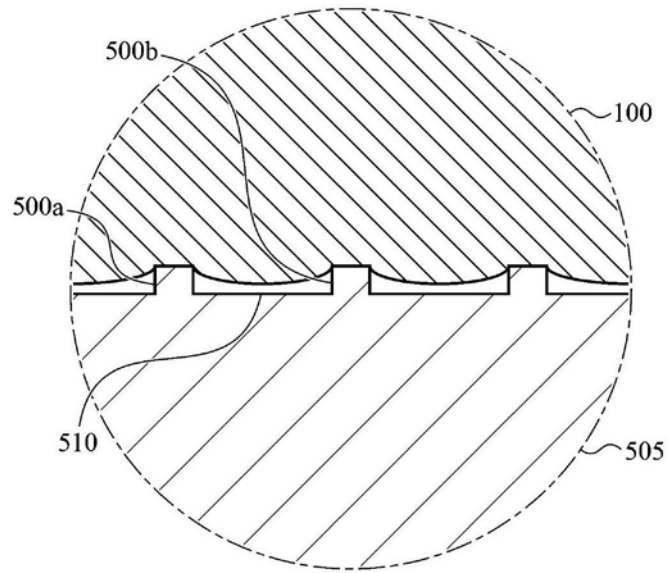


图5

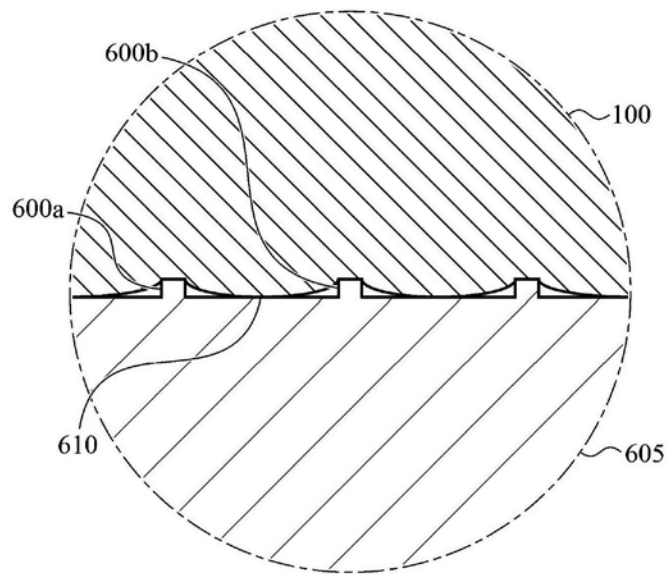


图6

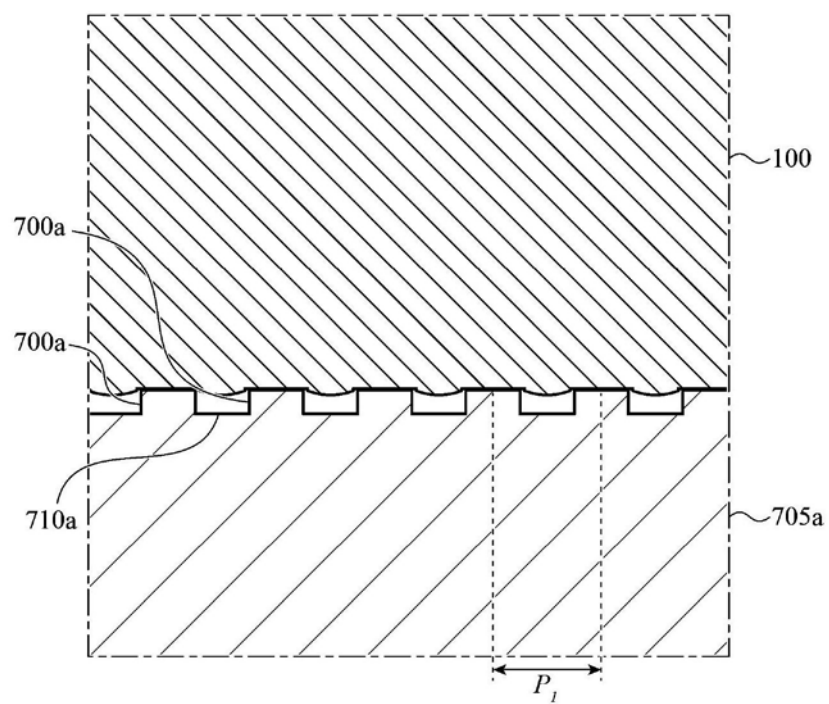


图7A

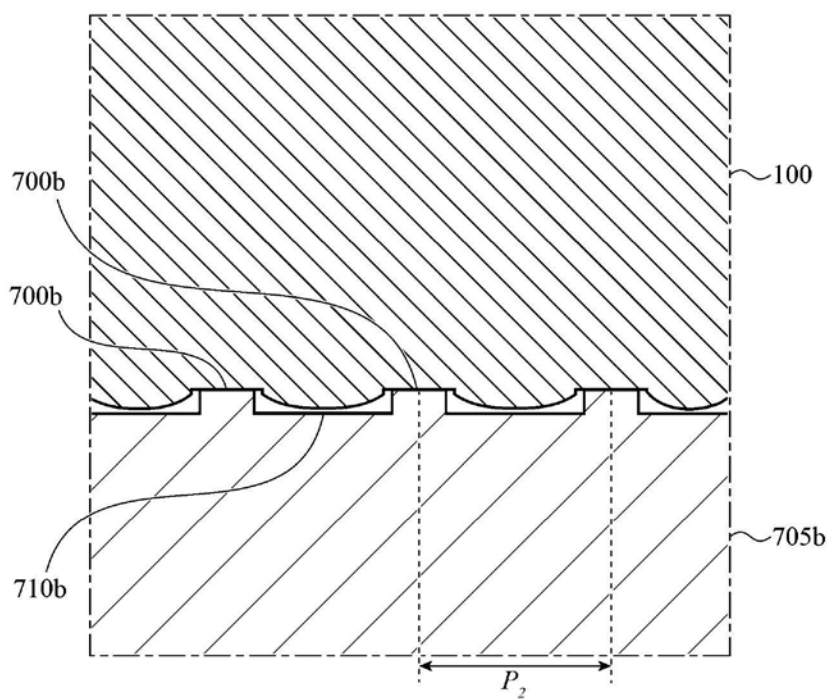


图7B

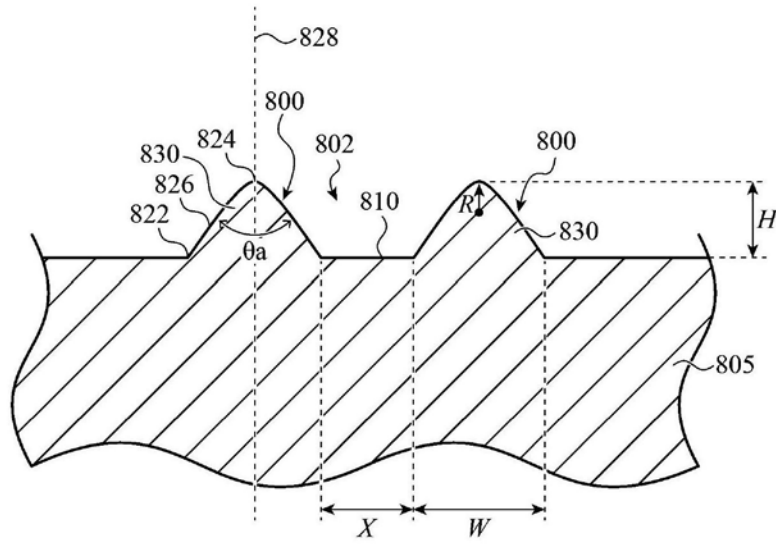


图8

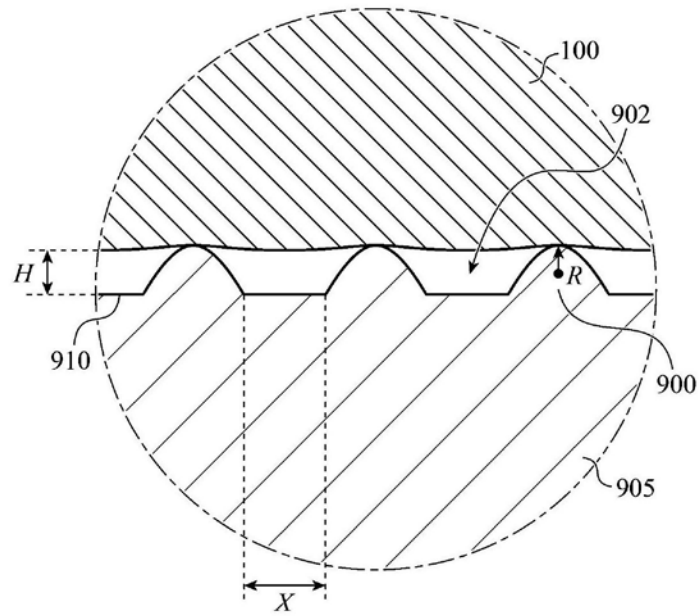


图9A

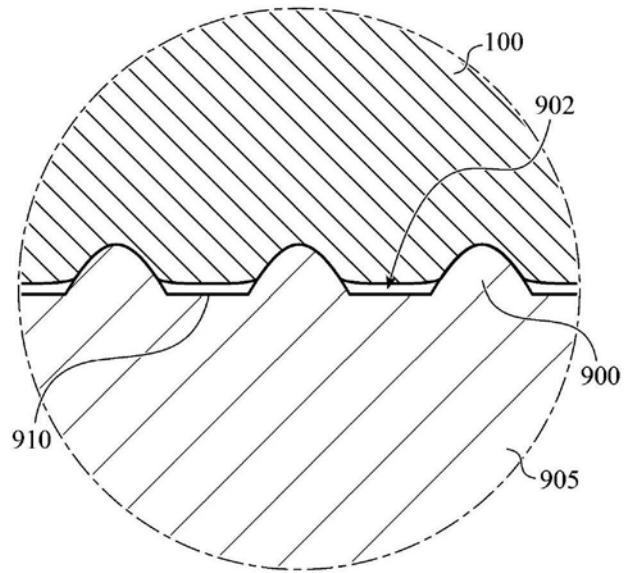


图9B

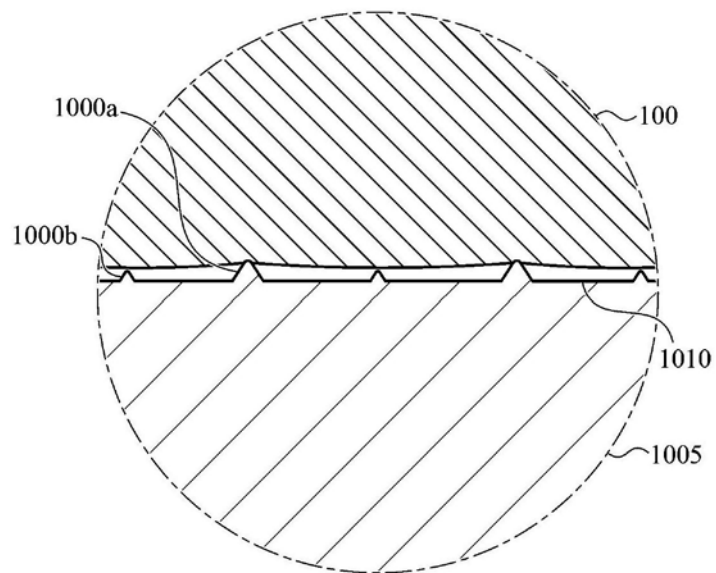


图10A

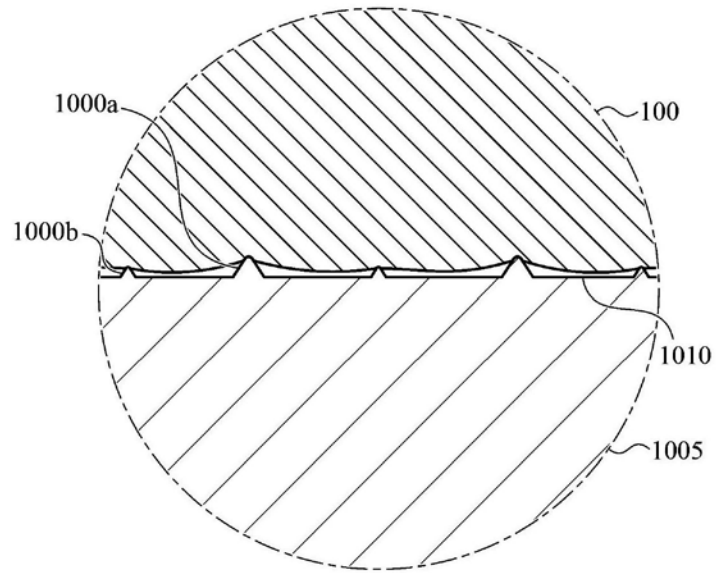


图10B

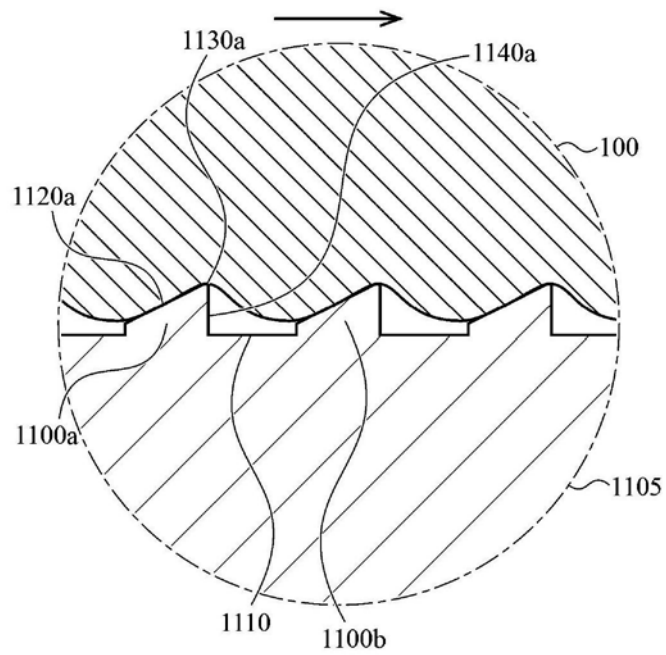


图11A

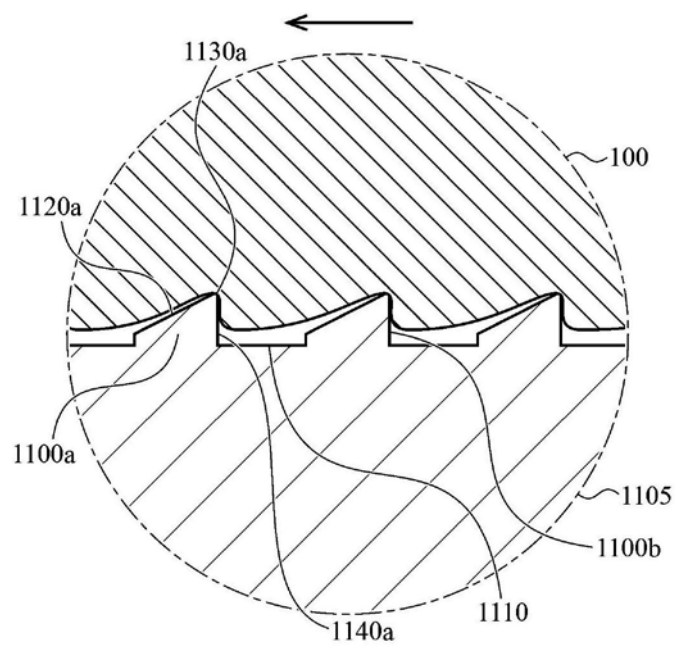


图11B

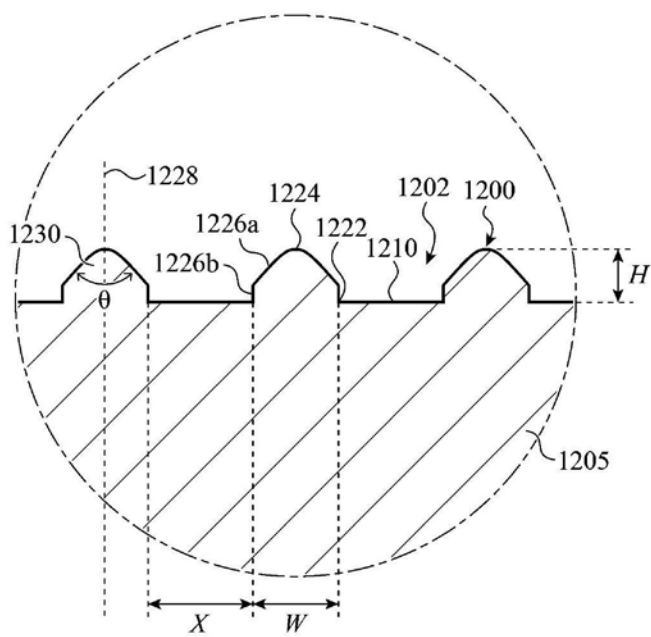


图12

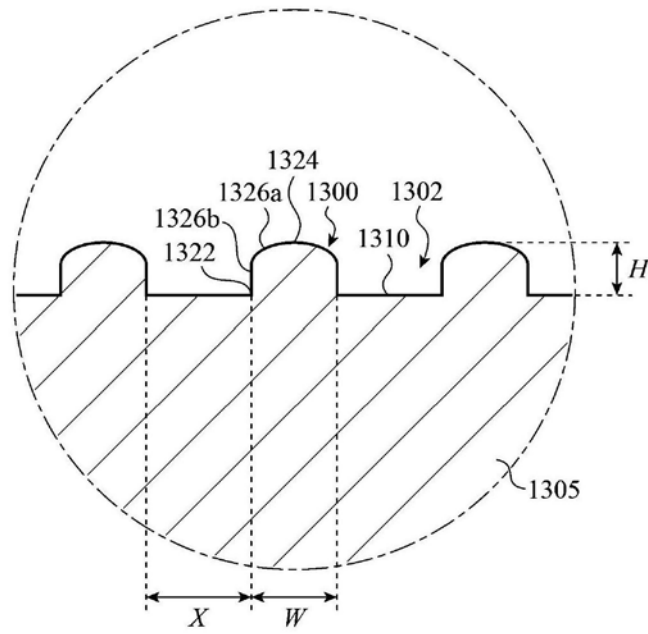


图13

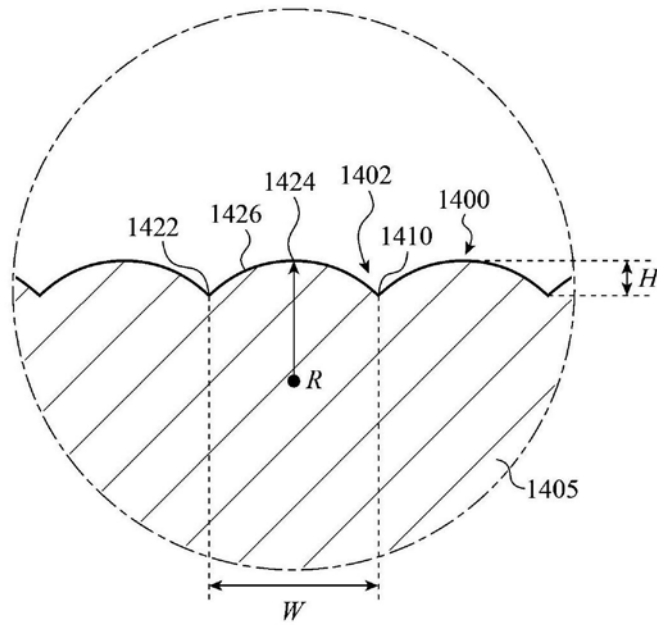


图14

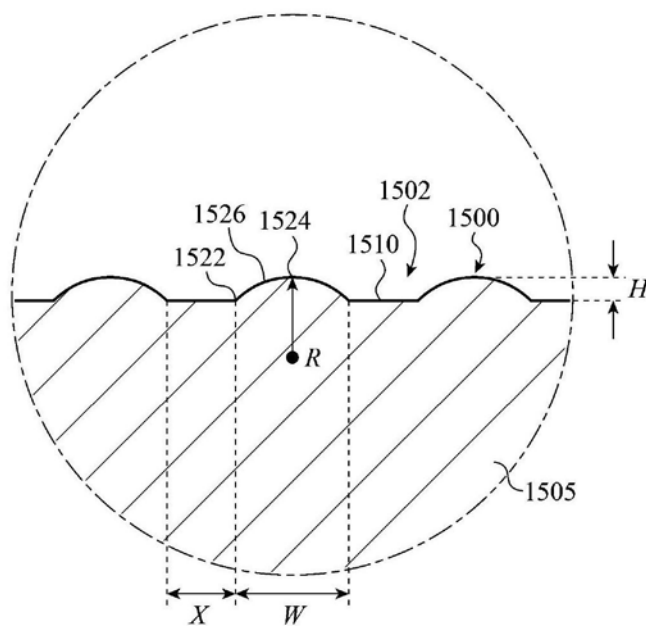


图15

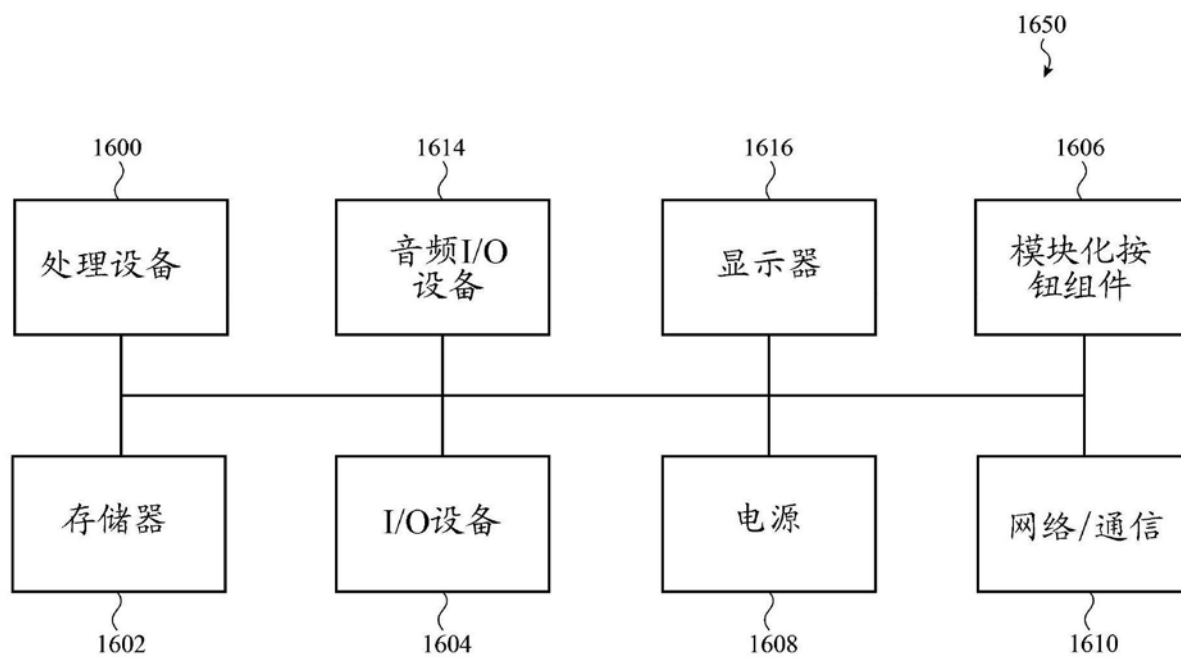


图16