(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 109891373 A
(43)申请公布日 2019.06.14

(21)申请号 201780065277.4

(22)申请日 2017.08.23

(30)优先权数据
62/379,649 2016.08.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.04.22

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/048233 2017.08.23

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/039360 EN 2018.03.01

(71)申请人 触觉实验室股份有限公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 B·莫斯利 D·C·威尔金森
C·福林斯 S·L·桑德斯

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 侯颖媛 钱慰民

(51)Int.Cl.
G06F 3/041(2006.01)
G06F 3/044(2006.01)

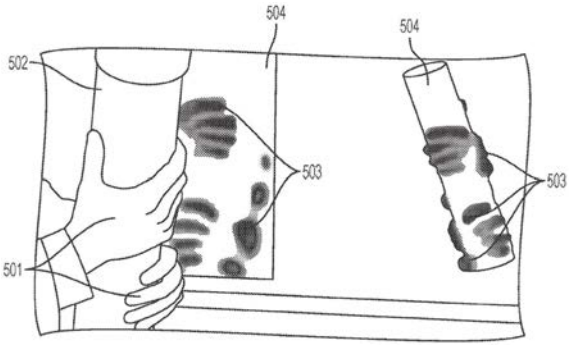
权利要求书9页 说明书19页 附图7页

(54)发明名称

触敏物体

(57)摘要

公开了一种触敏物体，包括具有覆盖了所述触敏物体的至少一部分的数字皮肤的物体。所述数字皮肤具有多个嵌入式行导体。多个列导体定位在所述行导体附近，使得每个行导体的路径与所述列导体中的每一个列导体的路径相交。多个信号发射器连接至所述多个嵌入式行导体中的每一个行导体，并且被适配为同时地发射一组源信号中的一个源信号。多个信号接收器连接至所述多个嵌入式列导体中的单独的嵌入式列导体。多个信号接收器中的每一个信号接收器被适配为接收帧，所述帧对应于存在于所述列导体上的信号，所述每一个信号接收器在所述帧被采集时连接至所述列导体。所述信号接收器中的每一个信号接收器被适配为与每个其他的信号接收器同时地接收该信号接收器的帧。信号处理器被适配为：至少部分地基于接收到的帧，生成反映了数字皮肤附近的电磁扰动的热图。



CN 109891373 A

1.一种触敏物体,包括:

物体,所述物体具有数字皮肤,所述数字皮肤覆盖所述物体的至少一部分,所述数字皮肤具有多个行导体,所述多个行导体嵌入在所述数字皮肤中,

多个列导体,所述多个列导体定位在所述行导体附近,使得所述多个行导体中的每一个行导体的路径与所述多个列导体中的每一个列导体的路径相交;

多个信号发射器,所述多个信号发射器中的每一个信号发射器可操作地连接至所述多个嵌入式行导体中的单独的嵌入式行导体,所述多个信号发射器中的每一个信号发射器被适配为同时地发射一组源信号中的一个源信号;

多个信号接收器,所述多个信号接收器中的每一个信号接收器可操作地连接至所述多个嵌入式列导体中的单独的嵌入式列导体,所述多个信号接收器中的每一个信号接收器被适配为接收帧,所述帧对应于存在于所述列导体上的信号,所述每一个信号接收器在所述帧被采集时可操作地连接至所述列导体,所述信号接收器中的每一个信号接收器被适配为与每一个其他的信号接收器同时地接收所述每一个信号接收器的帧;

信号处理器,所述信号处理器被适配为至少部分地基于接收到的帧来生成热图,所述热图反映在所述数字皮肤附近的电磁扰动。

2.根据权利要求1所述的触敏物体,其特征在于,所述数字皮肤是响应于触摸可变形的。

3.根据权利要求2所述的触敏物体,其特征在于,所述多个列嵌入在所述数字皮肤中。

4.根据权利要求3所述的触敏物体,其特征在于,所述数字皮肤、所述多个信号发射器以及所述多个信号接收器形成第一触摸传感器,所述物体进一步包括第二触摸传感器。

5.根据权利要求4所述的触敏物体,其特征在于,所述信号处理器进一步适配为生成另一个输出,所述另一个输出反映在所述第二触摸传感器附近的电磁扰动。

6.根据权利要求5所述的触敏设备,其特征在于,所述另一个输出是热图。

7.根据权利要求5所述的触敏设备,其特征在于,所述第二触摸传感器由以下项形成:键座;至少一个发射天线和至少一个接收天线,所述至少一个发射天线和所述至少一个接收天线在所述键座附近;信号发射器,所述信号发射器与所述至少一个发射天线中的一个发射天线相关联;以及至少一个信号接收器,所述至少一个信号接收器与所述至少一个接收天线中的至少一个接收天线可操作地耦合。

8.根据权利要求6所述的触敏物体,其特征在于,所述另一个输出被适配为反映一系列触摸状态中的一个触摸状态,所述一系列触摸状态包括一系列悬停状态、一系列接触状态以及至少一个完全被按压的状态。

9.根据权利要求2所述的触敏物体,其特征在于,所述可变形的数字皮肤包括:

内表面,所述内表面在所述物体附近,

外表面,所述外表面远离所述物体,

顶部部分,所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间,以及

底部部分,所述底部部分在所述多个行导体与所述内表面之间;并且其中所述可变形的数字皮肤在所述顶部部分中是机械可变形的。

10.根据权利要求2所述的触敏物体,其特征在于,所述可变形的数字皮肤包括:

内表面,所述内表面在所述物体附近,

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个行导体与所述内表面之间；并且其中所述可变形的数字皮肤在所述底部部分中是机械可变形的。

11.根据权利要求10所述的触敏物体，其特征在于，所述可变形的数字皮肤在所述顶部部分中也是机械可变形的。

12.根据权利要求9所述的触敏物体，其特征在于，所述物体的外部部分的至少一部分包括机械可变形的材料，所述机械可变形的材料具有外表面，并且所述机械可变形的材料的所述外表面跨越所述物体的所述表面中作为所述数字皮肤的相同部分的至少一部分。

13.根据权利要求12所述的触敏物体，其特征在于，所述机械可变形的材料是介电的。

14.根据权利要求3所述的触敏物体，其特征在于，所述可变形的数字皮肤包括：

内表面，所述内表面在所述物体附近，

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，

中间部分，所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间；并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述顶部部分中是可变形的。

15.根据权利要求14所述的触敏物体，其特征在于，所述物体的外部部分的至少一部分包括机械可变形的材料，所述机械可变形的材料具有外表面，并且所述机械可变形的材料的所述外表面跨越所述物体的所述表面中作为所述数字皮肤的相同部分的至少一部分。

16.根据权利要求15所述的触敏物体，其特征在于，所述机械可变形的材料是介电的。

17.根据权利要求15所述的触摸物体，进一步包括：

导电材料，所述导电材料跨越所述物体的至少一部分，所述导电材料定位于所述机械可变形的材料的所述外表面下方。

18.根据权利要求3所述的触敏物体，其特征在于，所述可变形的数字皮肤包括：

内表面，所述内表面在所述物体附近，

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，

中间部分，所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间；并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述中间部分中是可变形的。

19.根据权利要求18所述的触敏物体，其特征在于，所述物体的至少一部分包括机械可变形的外部部分，并且所述机械可变形的外部部分跨越所述物体的所述表面中作为所述数字皮肤的相同部分的至少一部分。

20.根据权利要求19所述的触敏物体，其特征在于，所述机械可变形的外部部分是介电的。

21.根据权利要求19所述的触敏物体，进一步包括：

导电材料，所述导电材料跨越所述物体的至少一部分，所述导电材料定位于所述机械可变形的外部部分的所述外表面下方。

22.根据权利要求3所述的触敏物体,其特征在于,所述可变形的数字皮肤包括:

内表面,所述内表面在所述物体附近,

外表面,所述外表面远离所述物体,

顶部部分,所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间,

中间部分,所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间,和

底部部分,所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间;并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述底部部分中是可变形的。

23.根据权利要求22所述的触敏物体,所述物体进一步包括:

导电材料,所述导电材料跨越所述物体的至少一部分,所述导电材料定位于所述内表面下方。

24.根据权利要求1所述的触敏物体,其特征在于,所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成顺时针螺旋,且所述多个列导体相对于所述多个行导体被取向成逆时针螺旋。

25.根据权利要求1所述的触敏物体,其特征在于,所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成逆时针螺旋,且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体被取向成顺时针螺旋。

26.根据权利要求1所述的触敏物体,其特征在于,所述多个行导体和所述多个列导体被取向成螺旋缠绕。

27.根据权利要求1所述的触敏物体,其特征在于,所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成顺时针螺旋,且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

28.根据权利要求1所述的触敏物体,其特征在于,所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成逆针螺旋,且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

29.根据权利要求1所述的触敏物体,其特征在于,所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成同心圆,且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

30.一种触敏物体,包括:

物体,所述物体由保护表面覆盖。

数字皮肤,所述数字皮肤在所述保护表面的至少一部分下方,所述数字皮肤具有多个行导体,所述多个行导体嵌入在所述数字皮肤中,

多个列导体,所述多个列导体定位在所述行导体附近,使得所述多个行导体中的每一个行导体的路径与所述多个列导体中的每一个列导体的路径相交;

多个信号发射器,所述多个发射器中的每一个发射器可操作地连接至所述多个嵌入式行导体中的单独的嵌入式行导体,所述多个信号发射器中的每一个信号发射器被适配为同时地发射一组源信号中的一个源信号;

多个信号接收器,所述多个信号接收器中的每一个信号接收器可操作地连接至所述多个嵌入式列导体中的单独的嵌入式列导体,所述多个信号接收器中的每一个信号接收器被适配为接收帧,所述帧对应于存在于所述列导体上的信号,所述每一个信号接收器在所述

帧被采集时可操作地连接至所述列导体，所述信号接收器中的每一个信号接收器被适配为与每一个其他的信号接收器同时地接收所述每一个信号接收器的帧；

信号处理器，所述信号处理器被适配为至少部分地基于接收到的帧来生成热图，所述热图反映所述保护表面附近的电磁扰动。

31.根据权利要求30所述的触敏物体，其特征在于，所述保护表面是响应于触摸可变形的。

32.根据权利要求31所述的触敏物体，其特征在于，所述多个列嵌入所述数字皮肤中。

33.根据权利要求32所述的触敏物体，其特征在于，所述保护表面、所述数字皮肤、所述多个信号发射器以及所述多个信号接收器形成第一触摸传感器，所述物体进一步包括：

第二触摸传感器。

34.根据权利要求33所述的触敏物体，其特征在于，所述信号处理器进一步被适配为生成另一个输出，所述另一个输出反映在所述第二触摸传感器附近的电磁扰动。

35.根据权利要求34所述的触敏设备，其特征在于，所述另一个输出是热图。

36.根据权利要求34所述的触敏设备，其特征在于，所述第二触摸传感器由以下项形成：键座；至少一个发射天线和至少一个接收天线，所述至少一个发射天线和所述至少一个接收天线在所述键座附近；信号发射器，所述信号发射器与所述至少一个发射天线中的一个发射天线相关联；以及至少一个信号接收器，所述至少一个信号接收器与所述至少一个接收天线中的至少一个接收天线可操作地耦合。

37.根据权利要求35所述的触敏物体，其特征在于，所述另一个输出被适配为反映一系列触摸状态中的一个触摸状态，所述一系列触摸状态包括一系列悬停状态、一系列接触状态以及至少一个完全被按压的状态。

38.根据权利要求31所述的触敏物体，

其特征在于，所述可变形的数字皮肤具有：

内表面，所述内表面远离所述保护表面，

外表面，所述外表面在所述保护表面附近，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述保护表面之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个行导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述顶部部分中是机械可变形的。

39.根据权利要求31所述的触敏物体，

其特征在于，所述可变形的数字皮肤具有：

内表面，所述内表面远离所述保护表面，

外表面，所述外表面在所述保护表面附近，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述保护表面之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个行导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述底部部分中是机械可变形的。

40.根据权利要求39所述的触敏物体，其特征在于，所述可变形的数字皮肤在所述顶部部分中也是机械可变形的。

41.根据权利要求38所述的触敏物体，其特征在于，所述物体上的所述保护表面的至少一部分包括机械可变形的材料，所述机械可变形的材料具有外表面，并且所述机械可变形

的材料的所述外表面跨越所述物体的所述表面中作为所述数字皮肤的相同部分的至少一部分。

42.根据权利要求41所述的触敏物体,其特征在于,所述机械可变形的材料是介电的。

43.根据权利要求32所述的触敏物体,

其特征在于,所述可变形的数字皮肤具有:

内表面,所述内表面远离所述保护表面,

外表面,所述外表面在所述保护表面附近,

顶部部分,所述顶部部分在所述多个行导体与所述保护表面之间,

中间部分,所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间,以及

底部部分,所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间,并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述顶部部分中是可变形的。

44.根据权利要求43所述的触敏物体,其特征在于,所述保护表面的至少一部分包括机械可变形的材料,所述机械可变形的材料具有外表面,并且所述机械可变形的材料的所述外表面跨越所述物体的所述表面中作为所述数字皮肤的相同部分的至少一部分。

45.根据权利要求44所述的触敏物体,其特征在于,所述机械可变形的材料是介电的。

46.根据权利要求44所述的触敏物体,进一步包括:

导电材料,所述导电材料跨越所述物体的至少一部分,所述导电材料定位于所述机械可变形的材料的所述表面下方。

47.根据权利要求32所述的触敏物体,

其特征在于,所述可变形的数字皮肤具有:

内表面,所述内表面远离所述保护表面,

外表面,所述外表面在所述保护表面附近,

顶部部分,所述顶部部分在所述多个行导体与所述保护表面之间,

中间部分,所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间,以及

底部部分,所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间,并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述中间部分中是可变形的。

48.根据权利要求47所述的触敏物体,其特征在于,所述保护表面的至少一部分包括机械可变形的外部部分,并且所述机械可变形的外部部分跨越所述物体的所述表面中作为所述数字皮肤的相同部分的至少一部分。

49.根据权利要求48所述的触敏物体,其特征在于,所述机械可变形的外部部分是介电的。

50.根据权利要求48所述的触敏物体,进一步包括:

导电材料,所述导电材料跨越所述保护表面的至少一部分,所述导电材料定位于所述机械可变形的外部部分的所述表面下方。

51.根据权利要求32所述的触敏物体,

其特征在于,所述可变形的数字皮肤具有:

内表面,所述内表面远离所述保护表面,

外表面,所述外表面在所述保护表面附近,

顶部部分,所述顶部部分在所述多个行导体与所述保护表面之间,

中间部分，所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的数字皮肤在所述底部部分中是可变形的。

52.根据权利要求51所述的触敏物体，所述物体进一步包括：

导电材料，所述导电材料跨越所述保护表面的至少一部分，所述导电材料定位于所述内表面下方。

53.根据权利要求30所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成顺时针螺旋，且所述多个列导体相对于所述多个行导体被取向成逆时针螺旋。

54.根据权利要求30所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成逆时针螺旋，且所述多个列导体被布置为所述多个列导体相对于所述多个行导体被取向成顺时针螺旋。

55.根据权利要求30所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体和所述多个列导体被取向成螺旋缠绕。

56.根据权利要求30所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成顺时针螺旋，且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

57.根据权利要求30所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成逆针螺旋，且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

58.根据权利要求30所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成同心圆，且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

59.一种触摸敏感物体，包括：

物体，所述物体具有握把，所述握把覆盖所述物体的至少一部分，所述握把具有多个行导体，所述行导体嵌入在所述握把中；

多个列导体，所述多个列导体定位在所述行导体附近，使得所述多个行导体中的每一个行导体的路径与所述多个列导体中的每一个列导体的路径相交；

多个信号发射器，所述多个信号发射器中的每一个信号发射器可操作地连接至所述多个嵌入式行导体中的单独的嵌入式行导体，所述多个信号发射器被适配为同时地发射一组源信号中的一个源信号；

多个信号接收器，所述多个信号接收器中的每一个信号接收器可操作地连接至所述多个嵌入式列导体中的单独的嵌入式列导体，所述多个信号接收器中的每一个信号接收器被适配为接收帧，所述帧对应于存在于所述列导体上的信号，所述每一个信号接收器在所述帧被采集时可操作地连接至所述列导体，所述信号接收器中的每一个信号接收器被适配为与每一个其他的信号接收器同时地接收所述每一个信号接收器的帧；

信号处理器，所述信号处理器被适配为至少部分地基于接收到的帧来生成热图，所述热图反映所述握把附近的电磁扰动。

60.根据权利要求59所述的触敏物体，其特征在于，所述握把是响应于触摸可变形的。

61.根据权利要求60所述的触敏物体，其特征在于，所述多个列嵌入在所述数字皮肤中。

62.根据权利要求61所述的触敏物体，其特征在于，所述握把、所述多个信号发射器以及所述多个信号接收器形成第一触摸传感器，所述物体进一步包括：

第二触摸传感器。

63.根据权利要求62所述的触敏物体，其特征在于，所述信号处理器进一步被适配为生成另一个输出，所述另一个输出反映在所述第二触摸传感器附近的电磁扰动。

64.根据权利要求63所述的触敏设备，其特征在于，所述另一个输出是热图。

65.根据权利要求63所述的触敏设备，其特征在于，所述第二触摸传感器由以下项形成：键座；至少一个发射天线和至少一个接收天线，所述至少一个发射天线和所述至少一个接收天线在所述键座附近；信号发射器，所述信号发射器与所述至少一个发射天线中的一个发射天线相关联；以及至少一个信号接收器，所述至少一个信号接收器与所述至少一个接收天线中的至少一个接收天线可操作地耦合。

66.根据权利要求64所述的触敏物体，其特征在于，所述另一个输出被适配为反映一系列触摸状态中的一个触摸状态，所述一系列触摸状态包括一系列悬停状态、一系列接触状态以及至少一个完全被按压的状态。

67.根据权利要求60所述的触敏物体，

其特征在于，所述可变形的握把具有：

内表面，所述内表面在所述物体附近，

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个行导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的握把在所述顶部部分中是机械可变形的。

68.根据权利要求60所述的触敏物体，

其特征在于，所述可变形的握把具有：

内表面，所述内表面在所述物体附近，

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个行导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的握把在所述底部部分中是机械可变形的。

69.根据权利要求68所述的触敏物体，其特征在于，所述可变形的握把在所述顶部部分中也是机械可变形的。

70.根据权利要求67所述的触敏物体，其特征在于，所述物体上的所述握把的至少一部分包括机械可变形的材料，所述机械可变形的材料具有外表面，并且所述机械可变形的材料的所述外表面跨越所述物体的所述表面中作为所述握把的相同部分的至少一部分。

71.根据权利要求70所述的触敏物体，其特征在于，所述机械可变形的材料是介电的。

72.根据权利要求61所述的触敏物体，

其特征在于，所述可变形的握把具有：

内表面，所述内表面在所述物体附近，

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，

中间部分，所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的握把在所述顶部部分中是可变形的。

73.根据权利要求72所述的触敏物体，其特征在于，所述物体的外部部分的至少一部分包括机械可变形的材料，所述机械可变形的材料具有外表面，并且所述机械可变形的材料的所述外表面跨越所述物体的所述表面中作为所述握把的相同部分的至少一部分。

74.根据权利要求73所述的触敏物体，其特征在于，所述机械可变形的材料是介电的。

75.根据权利要求73所述的触敏物体，进一步包括：

导电材料，所述导电材料跨越所述物体的至少一部分，所述导电材料定位于所述机械可变形的材料的表面下方。

76.根据权利要求61所述的触敏物体，

其特征在于，所述可变形的握把具有：

内表面，所述内表面在所述物体附近，

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，

中间部分，所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的握把在所述中间部分中是可变形的。

77.根据权利要求76所述的触敏物体，其特征在于，所述物体的至少一部分包括机械可变形的外部部分，并且所述机械可变形的外部部分跨越所述物体的所述表面中作为所述握把的相同部分的至少一部分。

78.根据权利要求77所述的触敏物体，其特征在于，所述机械可变形的外部部分是介电的。

79.根据权利要求77所述的触敏物体，进一步包括：

导电材料，所述导电材料跨越所述物体的至少一部分，所述导电材料定位于所述机械可变形的外部部分的外表面下方。

80.根据权利要求61所述的触敏物体，

其特征在于，所述可变形的握把具有：

内表面，所述内表面在所述物体附近，

外表面，所述外表面远离所述物体，

顶部部分，所述顶部部分在所述多个行导体与所述外表面之间，

中间部分，所述中间部分在所述多个行导体与所述多个列导体之间，以及

底部部分，所述底部部分在所述多个列导体与所述内表面之间，并且

其中所述可变形的握把在所述底部部分中是可变形的。

81.根据权利要求80所述的触敏物体，所述物体进一步包括：

导电材料，所述导电材料跨越所述物体的至少一部分，所述导电材料定位于所述内表面下方。

82.根据权利要求59所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成顺时针螺旋，且所述多个列导体相对于所述多个行导体被取向成逆时针螺旋。

83.根据权利要求59所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成逆时针螺旋，且所述多个列导体被布置为所述多个列导体相对于所述多个行导体被取向成顺时针螺旋。

84.根据权利要求59所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体和所述多个列导体被取向成螺旋缠绕。

85.根据权利要求59所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成顺时针螺旋，且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

86.根据权利要求59所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成逆针螺旋，且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

87.根据权利要求59所述的触敏物体，其特征在于，所述多个行导体被布置为使得所述多个行导体被取向成同心圆，且所述多个列导体被布置为使得所述多个列导体相对于所述多个行导体纵向取向。

触敏物体

技术领域

[0001] 所公开的装置和方法总的来说涉及用户输入领域，且更具体地涉及对触摸(包括悬停、抓握以及压力)敏感的输入表面物体。

背景技术

[0002] 如本文中所公开的感测悬停、接触、抓握和压力信息并使此信息容易地可用于理解用户的触摸、手势和与手持物体的交互的能力引入了无数种与触敏设备进行交互的可能性。由于手持物体具有无数种形状，所以可能难以利用使物体能够提供与用户的手势和同手持设备的其他交互相关的信息的一体适用的方法来将电容触摸传感器结合到手持物体中。

[0003] 如本文中所公开的，利用新颖的触敏物体来克服这些缺点，所述新颖的触敏物体将数字皮肤结合到和/或将电容触摸传感器嵌入到触敏物体中或触敏物体的握把中来快速地且准确地感测悬停、触摸、抓握和/或压力信息。由于数字皮肤和电容传感器的速度和准确度，新颖的触敏物体不仅可采集关于触摸的信息，还可以用于确定与触敏物体相关联的电容性物体的形状和位置，并因此结合增强现实(AR)和虚拟现实(VR)应用是有用的。例如，使用新颖的触敏物体，可以在VR环境中创建和显示除触敏物体本身以外用户的手部和/或前臂的模型，使用户能够通过虚拟“视觉”(基本上看到他们正在虚拟世界内做什么)来操作触敏设备。本领域普通技术人员鉴于本文中的公开文本将理解触敏物体的许多其他的可能性。

附图说明

[0004] 从以下对附图中所示的各实施例的更为具体的描述中，本公开的前述的及其他目标、特征、和优点将变得显而易见，在附图中，各个图中的附图标记表示相同部分。附图不一定按比例绘制，而是着重于描绘所公开实施例的原理。

[0005] 图1示出了展示低等待时间触摸传感器设备的实施例的高级框图。

[0006] 图2示出了说明性频分调制触敏设备的功能框图。

[0007] 图3A示出触敏物体的示例性行和列配置。

[0008] 图3B示出触敏物体的另一个示例性行和列配置。

[0010] 图4A至图4D是根据本发明的触敏物体的各种说明性实施例的示意性截面图(不是按比例的)。

[0011] 图5示出了示例性物体，其中用户的手抓取该示例性物体，且计算机生成的热图被叠加在计算机生成的物体的重建上以对应于相对于该示例性物体的用户的手的定位和接近度。

[0012] 图6示出了网球拍的示例性实施例，其中用户的手抓取该网球拍，且计算机生成的热图被叠加在计算机生成的网球拍的重建上以对应于相对于该网球拍的用户的手的定位和接近度。

[0013] 图7示出在握持触敏物体时用户的手指、手和腕部的热图以及物体的传感范围的示例。

[0014] 图8示出了当正在使用乒乓球拍时相对于该乒乓球拍的用户的手指、手和腕部的热图以及视觉情境。

[0015] 图9示出了当正在抛掷球时相对于该球的用户的手指、手、腕部和前臂的热图以及视觉情境。

具体实施方式

[0016] 本申请涉及用户接口，诸如2016年2月29日提交的题为“Alterable Ground Plane for Touch Surfaces(用于触摸表面的可改变的接地面)”的美国专利申请第15/056,805号和2016年7月29日提交的题为“Hover-Sensitive Touchpad(悬停敏感触摸板)”的美国专利申请第15/224,266号中所公开的快速多触摸传感器和其他的接口。这些申请的全部公开内容通过引用结合于此。

[0017] 在包括本文示出的那些实施例的各种实施例中，本公开涉及触敏物体和用于设计、制造及其操作的方法。尽管为了说明本发明的目的而公开了示例性成分或几何形状，但是鉴于本公开，在不脱离本文公开的范围和精神的情况下，其他成分和几何形状对于本领域技术人员而言将是显而易见的。

[0018] 贯穿本公开，可以使用术语“悬停”、“触摸”、“多个触摸”、“接触”、“多个接触”、“压力”或“多个压力”或其他描述符来描述由传感器检测到用户的手指、触控笔、物体或身体部位的事件或时间段。在一些实施例中，如通常由术语“接触”表示的，这些检测在用户与传感器或设备(传感器具体化于该设备中)物理地接触时发生。在其他实施例中，如通常由术语“悬停指代的，可以调谐传感器以允许检测悬停在触摸表面上方的一定距离或以其他方式与触敏设备分离的“触摸”。如本文中使用的，“触摸表面”可以具有或可以不具有实际特征，并且可以是通常特征稀疏的表面。本说明书中使用的暗示依赖感测的物理接触的语言不应被视为所描述的技术仅适用于这些实施例；实际上，通常，本文描述的内容同样适用于“接触”和“悬停”，其中每一个都是如本文中使用的术语“触摸”。更一般地，如本文中使用的，术语“触摸”指代可以由本文中公开的传感器的类型检测的动作，因此，如本文中使用的术语“悬停”是在本文中旨在“触摸”意义上的一种：“触摸”。“压力”指代用户用手指或手(或诸如触控笔的其他物体)抵靠触敏物体的表面的力。“压力”的量可以是“接触”的测量，即，触摸面积，或者如描述的，可以是以其他方式有关于触摸的压力的测量。触摸指代“悬停”、“接触”、“压力”或“紧握”的状态，而缺乏“触摸”通常通过传感器的精确测量阈值外的信号变化来识别的。其他类型的传感器可用于与本文公开的实施例联结，包括：相机、近距离传感器、光学传感器、转弯速率传感器、陀螺仪、磁力计、热学传感器、压力传感器、电容传感器、功率管理集成电路读取、运动传感器等等。

[0019] 如本文中使用的，包括在权利要求内的，诸如第一和第二的叙述术语本身并不旨在意味着序列、时间或独特性，而是用于区分一个构造与另一个构造，例如，一个所述的构造。在上下文规定的一些用途中，这些术语可能暗示着第一和第二是唯一的。例如，在第一时间发生事件，并且在第二时间发生另一个事件时，没有意图指示第一时间发生在第二时间之前。然而，在权利要求中提出了在第一时间之后的第二时间的进一步限制，上下文将要

求第一时间和第二时间理解为唯一的时间。类似地，在上下文如此指示的或允许的情况下，序数术语旨在被广义地解释，使得两个识别的权利要求构造可以具有相同的特征或不同的特征。由此，例如，没有进一步限制的第一和第二频率可以是同一频率，例如第一频率是10Mhz并且第二频率是10Mhz，或可以是不同的频率，例如，第一频率是10Mhz并且第二频率是11Mhz。例如，上下文可以规定第一和第二频率被进一步限制为彼此正交，在这种情况下，它们不可能是同一频率。

[0020] 当前公开用于涉及、制造和使用电容性触摸传感器的系统和方法，并且包括采用基于正交信号的复用机制的电容性触摸传感器，所述复用机制诸如但不限于：频分复用(FDM)、码分复用(CDM)、或者结合了FDM和CDM方法的混合调制技术。本文中对频率的引用也可以指代为其他正交信号基础。电容性FDM、CDM或FD/CDM混合触摸传感器可以结合当前公开的传感器使用。在这种传感器中，当来自行的信号耦合(增加)或解耦(减少)到列并且结果在该列上被接收时，触摸可以被感测。

[0021] 本公开将首先描述可与本文描述的触敏物体结合使用的某些快速多触摸传感器的通用操作，或实现用于设计、制造和操作的本系统和方法。随后，以下在标题“触敏物体”下描述当前公开的与对悬停、接触和压力敏感的物体相关联的系统的细节。

[0022] 如本文中使用的，当词语“触摸事件”和词“触摸”用作名词时包括接近触摸和接近触摸事件，或者可以通过使用传感器来识别的任何其它手势。根据实施例，触摸事件可以非常低的等待时间(例如大约十毫秒或更少时间、或者少于一毫秒)被检测、处理并提供至下游计算进程。

[0023] 在一个实施例中，所公开的快速多触摸传感器利用投射电容性方法，该方法已被改善以用于触摸事件的高更新率和低等待时间测量。该技术可使用并行硬件和较高频率波形以获得上述优势。另外公开了进行灵敏和稳健测量的方法，该方法可用在透明显示表面上并可允许采用该技术的产品的经济型制造。在这一点上，本文中使用的“电容性物体”可以是手指、人体的其它部分、触控笔或传感器对其敏感的其它物体。本文公开的传感器和方法不需要依赖于电容。对于例如光传感器，实施例利用光子隧穿和泄漏以感测触摸事件，并且本文使用的“电容性物体”包括可与这种感测相容的任何物体，诸如触控笔或手指。类似地，本文中使用的“触摸位置”和“触敏设备”不需要电容性物体与所披露的传感器之间的实际触摸接触。

[0024] 图1示出根据实施例的快速多触摸传感器100的某些原理。在附图标记102，不同的信号被同时发送到多个行中。不同的信号是“正交的”，即可彼此隔开和区分。在附图标记103处，接收器被附接至每一列。接收器被设计为在具有或不具有其他信号和/或噪声的情况下接收任何传输的信号或其的任意组合，并且单独地确定出现在每一列上的同时传输的信号的每一个的至少一个测量，例如量。传感器的触摸表面104包括一系列行和列(未全部示出)，正交信号可沿这些行和列传播。在一个实施例中，这些行和列可以被设计成：当它们不经受触摸事件时，较低量或可忽略量的信号被耦合在它们之间，相反，当它们经受触摸事件时，较高量或不可忽略量的信号被耦合在它们之间。在一个实施例中，相反情形可以成立-使较少量的信号代表触摸事件，而使较大量的信号代表没有触摸。因为触摸传感器最终由于耦合的变化而检测到触摸，所以除了对于特定实施例可能更明显的原因之外，触摸相关的耦合是导致列中存在的行信号的量增加还是导致列中存在的行信号的量减少并不特

别重要。如以上所讨论的，触摸或触摸事件不需要物理接触，只要触摸是影响耦合信号的电平的事件。

[0025] 继续参考图1，在一个实施例中，一般来说，在行和列两者附近的触摸事件的电容性结果可能使出现在该行上的与列耦合的信号的量的不可忽略的变化。更一般地说，触摸事件导致并由此对应于列上接收的信号。由于行上的信号是正交的，因此多个行信号可被耦合至列并由接收器区分。同样，每行上的信号可被耦合至多个列。对于耦合到给定行的每列(并且不管耦合是否导致出现在列上的行信号的增加或减少)，在列上找到的信号包含将指示在该列附近哪些行正在被触摸的信息。所接收的每个信号的量通常与携带对应信号的列与行之间的耦合的量有关，并且因此可以指示正在触摸的物体到表面的距离、触摸所覆盖的表面的面积和/或触摸的压力。

[0026] 当在给定的行和列附近发生触摸时，行中存在的信号的电平在对应列中改变(耦合可能导致列上的行信号增加或减少)。(如以上所讨论的，术语“触摸”或“被触摸(touched)”不需要实际的物理接触，而是相对接近。)事实上，在触摸设备的各种实现中，与行和/或列的物理接触是不太可能的，因为在行和/或列与手指或其它触摸物体之间可存在保护性障碍物。此外，一般来说，行和列本身不彼此接触，相反被布置在附近，这允许一定量的信号被耦合在它们之间并且该量可以随着触摸变化(增加或减少)。一般来说，行-列耦合不是起因于它们之间的实际接触，也不是起因于来自手指或其它触摸物体的实际接触，而是起因于使手指(或其它物体)接近的电容性效应——导致电容性效应的接近在本文中被称为触摸)。

[0027] 行和列的性质是任意的并且具体取向是无关的。事实上，术语“行”和“列”不旨在表示方格，而是表示在其上发送信号的导体(行)以及在其上可耦合信号的导体(列)。(信号在行上发送并且在列上接收的概念本身是任意的，并且信号可以容易地在任意指定列的导体上发送并且在任意命名为行的导体上接收，或者两者可以任意地被命名为别的。)进一步，行和列不一定在一个网格中。如本文中所讨论的，其他形状和取向是可能的。只要触摸事件将影响“行”和“列”的交叉点，并导致它们之间的耦合的一些变化。例如，在两个维度上，“行”可以是同心圆，而“列”可以是从中心向外辐射的轮辐。并且无论是“行”还是“列”都不需要遵循任何几何图案或者空间图案。在一个三维示例中，行可以是绕假象圆柱体的螺旋形的，且列可以是与这样的圆柱形同轴的。此外，不一定仅存在两种类型的信号传播信道：在一个实施例中，取代行和列，可提供信道“A”、“B”和“C”，并且在“A”上发送的信号可在“B”和“C”上被接收，或者，在一个实施例中，在“A”和“B”上发送的信号可在“C”上被接收。另一种可能是，信号传播信道可交替发挥作用，在不同时间支持发送器和接收器。也构想到，信号传播信道可以同时支持发送器和接收器——只要发射的信号可以与接收的信号分离。许多替代实施例是可能的并对本领域内技术人员而言在考虑本公开后将变得显而易见。

[0028] 如前面提到的，在一个实施例中，触摸表面104由一系列行和列构成，信号可沿其传播。如上所述，行和列被设计成使得当它们没有被触摸时，它们之间耦合有一个量的信号量，并且当它们被触摸时，它们之间耦合有另一个量的信号。它们之间耦合的信号的变化通常可以与接触成正比或成反比(但是不一定成线性比例)，使得触摸不是纯粹的是否问题，而更多的是渐变，允许触摸之间的区分，例如，更多的触摸(即，更近或更确定的)和更少的触摸(即，更远或更软)和甚至没有触摸。当在行/列交叉点附近发生触摸时，列上存在的信

号发生改变(正向或负向)。被耦合到列上的信号的量可与触摸的接近度、压力或面积相关。

[0029] 接收器被附接至每个列。接收器被设计成接受在每个列上存在的信号,包括正交信号中的任一个、或正交信号的任意组合、或任何存在的噪声或其他信号。通常,接收器被设计成接收在列上存在的信号帧,并且量化在该帧中存在的行信号。在一个实施例中,帧由每列上的ADC捕获,并且由ADC捕获的时域数据被转换为针对在行上传输的每个不同频率的“桶”反射的频域数据。在一个实施例中,接收器(或与接收器数据相关联的信号处理器)可以在信号帧被捕获的时间期间确定与存在于该列上的正交发送的信号中的每一个信号的量相关联的测量。如此,除了识别与每个列接触的行,接收器可提供关于该触摸的额外(例如定性)的信息。一般来说,触摸事件可对应(或反向对应)于在列上接收的信号。在一个实施例中,对于每个列,在其上接收的不同信号指示哪些对应行正在该列附近被触摸。在一个实施例中,对应的行和列之间的耦合量可以指示例如由触摸覆盖的表面的面积、触摸的压力等。在一个实施例中,对应的行和列之间的耦合随时间的变化指示两者交点处的触摸变化。

正弦说明

[0030] 在一个实施例中,被发送到行上的正交信号可以是未经调制的正弦波,每个正弦波具有不同的频率,选择频率以使它们在接收器中能彼此区分。在一个实施例中,选择频率以在这些频率之间提供充分的间隔,以使这些频率在接收器中能更容易地彼此区分。在一个实施例中,频率被选择为使得选定的频率之间不存在简单谐波关系。简单谐波关系的缺乏可减轻可能导致一个信号模仿另一个信号的非线性伪像。

[0031] 一般来说,如果频率之间的间隔Δf至少是测量周期τ的倒数,则频率的“梳”能满足这些标准,其中,相邻频率之间的间隔是恒定的并且最高频率小于最低频率的两倍的频率。例如,如果希望测量(例如来自列的)信号的组合以确定哪些行信号是每毫秒(τ)出现一次,则频率间隔(Δf)必须大于一千赫(即Δf＞1/τ)。根据这种计算,对于具有十行的示例情况,可以使用下列频率:

行1:	5.000 MHz	行6:	5.005 MHz
行2:	5.001 MHz	行7:	5.006 MHz
行3:	5.002 MHz	行8:	5.007 MHz
行4:	5.003 MHz	行9:	5.008 MHz
行5:	5.004 MHz	行10:	5.009 MHz

[0032] 本领域内技术人员考虑本公开后将显而易见,频率间隔可明显大于该最小值以实现稳固的设计。作为一个例子,具有0.5cm行/列间隔的20cm×20cm触摸表面可需要40个行和40个列并且需要在40个不同频率下的正弦波。尽管每毫秒一次的分析速率可能只需要1KHz间隔,然而为了更稳健的实现方式而利用任意更大的间隔。在一个实施例中,任意更大的间隔受制于如下约束条件:最大频率不应大于最低频率的两倍(即f_{max}＜2(f_{min}))。由此,在该例中,可使用最低频率设定在5MHz的100kHz的频率间隔,由此得到5.0MHz、5.1MHz、5.2MHz以此类推直至8.9MHz的频率列表。

[0033] 在一个实施例中,列表上的每个正弦波可通过信号发生器产生并通过信号发射器或发射器在分离的行上发送。为了识别接近触摸的行和列,接收器接收出现在列上的信号

帧并且信号处理器分析该信号以确定哪些(如果有的话)频率出现在列表上。在一个实施例中,该识别可通过频率分析技术(例如傅立叶变换)或通过使用滤波器组来支持。在一个实施例中,接收器接收通过FFT被处理的列信号的帧,并且因此针对每个频率确定测量。在一个实施例中,对于每一个帧,FFT为每个频率提供同相测量和正交测量。

[0034] 在一个实施例中,从每列的信号中,接收器/信号处理器可以从该列上的信号中找到的频率列表中确定每一个频率的值(并且可能地找到同相和正交值)。在一个实施例中,在频率值大于或小于某一阈值或从先前值改变的情况下,信号处理器识别出在与该频率对应的行和列之间有触摸事件。在一个实施例中,可以将对应于各种物理现象的信号强度信息作为定位触摸事件区域的辅助手段,所述信号强度信息包括离行/列交叉点的触摸距离、触摸物体的尺寸、物体下压于此的压力、正被触摸的行/列交叉点的部分等等。在一个实施例中,确定的值不是自主确定触摸,而是与其他值一起被进一步处理以确定触摸事件。

[0035] 一旦为至少多个频率(每个频率对应一行)或为至少多个列确定了每个正交频率的一个值,就可以创建二维映射,其中该值被用作与该行/列交叉点处的映射的值成正比/反比。在一个实施例中,在触摸表面上的多个行/列的交叉点处确定值以产生触摸表面或区域的映射。在一个实施例中,为在触摸表面或触摸表面的区域内的每个行/列确定值以产生用于该触摸表面或区域的映射。在一个实施例中,对于每列上的每个频率计算信号的值。一旦计算出信号值,则可创建二维或三维映射。在一个实施例中,信号值是在该行/列交叉点处的映射值。在一个实施例中,在被用作该行/列交叉点处的映射值之前,信号值被处理以减小噪声。在一个实施例中,采用与信号值成正比、反比、或以其他方式相关的另一个值(在被处理以减小噪声之后)作为在该行/列交叉点处的映射的值。在一个实施例中,由于触摸表面在不同频率下的物理差异,信号值对于给定的触摸被归一化或被校准。同样,在一个实施例中,由于跨触摸表面或在交叉点之间的物理差异,对于给定的触摸需要对信号值进行归一化或对信号值进行校准。

[0036] 在一个实施例中,映射数据可被阈值化以更好地识别、确定或隔离触摸事件。在一个实施例中,使用映射数据来推导关于触摸该表面的物体的形状、取向等的信息。

[0037] 在一个实施例中,这种分析以及本文所述的任何触摸处理可在触摸传感器的分立式触摸控制器上执行。在另一实施例中,可以在其它计算机系统部件上执行这种分析和触摸处理,例如但不限于ASIC、MCU、FPGA、CPU、GPU、SoC、DSP或专用电路中的一个或多个。如本文所使用的术语“硬件处理器”意味着上述设备以及执行计算功能的任何其他设备中的任何一个。

[0038] 回到对在行上发送的信号的讨论,正弦波不是能在上述配置中使用的唯一的正交信号。事实上,如之前讨论的,可彼此区分的任何组的信号都将起作用。尽管如此,正弦波可以具有一些优势性质,能够给予使用这项技术的设备更简单的设计和更高成本效益的制造。例如,正弦波具有非常窄的频率分布(通过定义),并且不需要向下扩展至低频率(接近DC)。此外,正弦波可相对地不受1/f噪声影响,该噪声可能对扩展至较低频率的较宽信号产生影响。

[0039] 在一个实施例中,可以由滤波器组来检测正弦波。在一个实施例中,正弦波可通过频率分析技术(例如傅立叶变换/快速傅里叶变换)予以检测。频率分析技术可以以相对高效的方式来实现并可倾向于具有良好的动态范围特性,由此允许其检测大量的同时的正弦

波并在大量的同时的正弦波之间区分。在宽信号处理方面，可以认为接收器对多个正弦波的解码是频分复用的一种形式。在一个实施例中，也可使用诸如时分和码分复用的其它调制技术。时分复用具有良好的动态范围特性，但通常需要延长有限的时间以便发送到触摸表面中(或分析从触摸表面接收的信号)。码分复用具有与频分复用相同的同步性质，但可能遇到动态范围问题并且可能无法容易地在多个同时的信号之间作出区分。

调制正弦波说明

[0040] 在一个实施例中，可使用经调制的正弦波作为前述正弦波实施例的替代、组合方案和/或改进。未调制的正弦波的使用可能造成对触摸表面附近的其它设备的射频干扰，并因此，采用未调制正弦波的设备在通过规章测试(例如，FCC、CE)时会遇到麻烦。另外，未调制正弦波的使用可能容易受到来自环境中其它正弦波的干扰，不管是来自蓄意发射器的正弦波还是来自其它干扰设备(甚至可能是另一相同触摸表面)。在一个实施例中，这种干扰可能造成所描述设备中错误的或劣化的触摸测量。

[0041] 在一个实施例中，为了避免干扰，可以这样一种方式在通过发射器发送之前先对正弦波进行调制或“搅动”：即一旦信号到达接收器就能对信号进行解调(“解除搅动”)。在一个实施例中，可使用可逆变换(或几乎可逆的变换)来调制信号，以使得该变换可被补偿并且当信号到达接收器时基本恢复。如对于本领域技术人员而言同样是显而易见的，如本文所述在触摸设备中使用调制技术发射或接收的信号与其它事物具有较少的关联性，并因此更像单纯的噪声，而不是看上去类似于环境中出现的其它信号和/或受来自环境中出现的其它信号的干扰。

[0042] 在一个实施例中，所利用的调制技术将使发送的数据相当随机地出现，或至少在设备工作的环境中不常见。下面讨论两种调制方案：调频和直接序列扩频调制。

调频

[0043] 对整组正弦波的调频通过“将它们抹去”防止这些正弦波出现在相同频率。由于规章测试一般与固定频率有关，因此被调频的发送的正弦波将以较低振幅出现，并因此不大可能被关注。由于接收机将以相等和相反的方式“解除抹去”对其的任何正弦波输入，因此蓄意调制和发送的正弦波可被解调并随后大量地出现，就像在调制前那样。然而，从环境进入(例如干扰)的任何固定频率正弦波将通过“解除抹去”操作被“抹去”，并因此对意图的信号具有减弱或消除的效果。因此，通过采用频率调制(例如，在一个实施例中，对在触摸传感器中使用的频率梳)，可以减少可能原本会对传感器造成的干扰。

[0044] 在一个实施例中，可通过使整组正弦波全部从单一基准频率产生而对整组正弦波进行调频，所述单一频率本身是被调制的。例如，可通过将同一100kHz基准频率乘以不同的整数来生成具有100KHz间距的一组正弦波。在一个实施例中，可使用锁相环来完成这项技术。为了生成第一个5.0MHz正弦波，可将基准乘以50，为了生成5.1MHz正弦波，可将基准乘以51，并以此类推。接收器可使用相同调制基准来执行检测和解调功能。

直接序列扩频调制

[0045] 在一个实施例中，正弦波可通过周期地在对发送器和接收器两者皆已知的伪随机(或甚至真随机)调度上反转它们而进行调制。由此，在一个实施例中，在将每个正弦波发送至其对应的行之前，其通过可选择的逆变器电路，逆变器电路的输出是输入信号乘以+1或-1，这取决于“反转选择”输入的状态。在一个实施例中，所有这些“反转选择”输入从同一信

号被驱动，以使每个行的正弦波全部同时乘以+1或-1。在一个实施例中，驱动“反转选择”输入的信号可以是伪随机函数，该伪随机函数与环境中可能存在的任何信号或函数无关。正弦波的伪随机反转在频率上将它们扩展，使得它们看上去像随机噪声，以使得它们与可能形成接触的任何设备的干扰可忽略。

[0046] 在接收器侧，来自列的信号可传过可选择的反相器电路，这些反相器电路由与行上的伪随机信号相同的伪随机信号驱动。结果是，即便所发送的信号已被扩频，它们在接收器之前也被解扩，因为它们已经被乘以+1或-1两次，从而将它们留在、或使它们返回到它们未经修改的状态。应用直接序列扩频调制可扩展列上出现的任何干扰信号，使得它们仅作为噪声并且不模仿任何组的有意的正弦波。

[0047] 在一个实施例中，可选择的反相器可由少数简单器件形成和/或可在VLSI工艺中实现在晶体管内。

[0048] 由于许多调制技术是彼此独立的，在一个实施例中，可同时采用多种调制技术，例如，正弦波组的调频和直接序列扩频调制。尽管可能实现起来更复杂，但这样的多种调制的实施方式可取得更好的抗干扰性。

[0049] 由于环境中遇到特殊的伪随机调制的情形极为罕见，因此本文描述的多触摸传感器可能不需要真随机调制方案。一种例外可以是当具有相同实现方式的一个以上触摸表面正被同一人触摸。在这种情形下，这些表面可能彼此干扰，即使它们使用非常复杂的伪随机调度。因此，在一个实施例中，注意设计不大可能冲突的伪随机调度。在一个实施例中，一些真随机性可被引入到调制调度中。在一个实施例中，通过从真随机源播种(seed)伪随机发生器并确保它(在其重复之前)具有足够长的输出持续时间来引入随机性。这种实施例使得两个触摸表面将永远在同一时间使用序列的相同部分相当不可能。在一个实施例中，随机性是通过用真随机序列对伪随机序列作异或(XOR)运算而引入的。XOR函数将其输入的熵结合起来，使得其输出的熵永不小于任一输入。

低成本实现的图示

[0050] 使用之前描述技术的触摸表面相比其它方法可能具有与产生和检测正弦波相关联的相对高的成本。下面讨论生成和检测正弦波的方法，这些方法可能更节约成本和/或更适于大量生产。

正弦波检测

[0051] 在一个实施例中，可使用具有傅立叶变换检测方案的完整无线电接收器在接收器内检测正弦波。这种检测可能需要将高速RF波形数字化并在其上执行数字信号处理。可对表面的每个列执行单独的数字化和信号处理；这允许信号处理器发现哪些行信号与该列接触。在具有四十行和四十列的触摸表面的以上提到的示例中，将需要该信号链的四十个副本。如今，就硬件、成本和功率而言，数字化和数字信号处理是相对昂贵的操作。利用更节约成本的检测正弦波的方法将会是有益的，尤其是可被容易地复制并且需要非常少的功率的方法。

[0052] 在一个实施例中，可使用滤波器组检测正弦波。滤波器组包括带通滤波器的阵列，所述带通滤波器的阵列可获取输入信号并将其分解成与每个滤波器相关联的频率分量。离散傅立叶变换(DFT，其中FFT的一种有效实现方式)是具有均匀间隔的带通滤波器的滤波器组的一种形式，该离散傅立叶变换可以被用于频率分析。DFT可以数字方式实现，但数字化

步骤可能是昂贵的。可由单独的滤波器来实现滤波器组，诸如无源LC(电感器和电容器)或RC有源滤波器。难以很好地将电感器实现在VLSI工艺上，并且分立的电感器大而且昂贵，因此在滤波器组中使用电感器可能不是成本节约的。

[0053] 在较低频率(大约10MHz和10MHz以下)，可将多组RC有源滤波器构筑在VLSI上。这样的有源滤波器可表现良好，但也会占据很多管芯空间并且需要比期望更多的功率。

[0054] 在较高频率下，可以通过表面声波(SAW)滤波器技术来构筑滤波器组。这允许几乎任意的FIR滤波器几何结构。SAW滤波器技术需要比直接CMOS VLSI更昂贵的压电材料。此外，SAW滤波器技术可能不允许足够的同步抽头(simultaneous tap)来将足够多的滤波器集成到单个封装内，由此增加了制造成本。

[0055] 在一个实施例中，可使用模拟滤波器组检测正弦波，该模拟滤波器组通过开关电容器技术实现在标准CMOS VLSI工艺上，其采用FFT式“蝴蝶”拓扑结构。这种实现方式所需的管芯面积通常是通道数的平方的函数，这意味着使用相同技术的64通道滤波器组只需要1024通道版本的管芯面积的1/256。在一个实施例中，用于低等待时间触摸传感器的完整接收系统被实现在多个VLSI管芯上，该系统包括适当组的滤波器组和适当的放大器、开关、能量检测器等等。在一个实施例中，用于低等待时间触摸传感器的完整接收系统被实现在单个VLSI管芯上，该系统包括适当组的滤波器组和适当的放大器、开关、能量检测器等等。在一个实施例中，用于低等待时间触摸传感器的完整接收系统被实现在单个VLSI管芯上，该系统包含n沟道滤波器组的n个实例并为适当的放大器、开关、能量检测器等留出空间。

正弦波生成

[0056] 在低等待时间触摸传感器中产生发送信号(例如正弦波)一般比检测要简单，主要是因为每个行需要产生单个信号而列接收器必须在许多信号之间作出检测和区分。在一个实施例中，可用一系列的锁相环(PLL)来生成正弦波，每个锁相环将共同基准频率乘以一不同的倍数。

[0057] 在一个实施例中，低等待时间触摸传感器设计不要求所发送的正弦波具有非常高的质量，而是相比在无线电电路中经常允许或希望的，它容忍具有更多相位噪声、频率变化(随时间、温度等等)、谐波畸变和其它不完美性的所发送正弦波。在一个实施例中，可通过数字装置生成大量的频率并随后采用相对粗略的数模转换处理。如前面讨论的，在一个实施例中，所产生的行频率应当彼此间不具有任何简单谐波关系，所描述的发生处理中的任何非线性不应当使组中的一个信号“混淆”或模仿另一个信号。

[0058] 在一个实施例中，可通过使一串窄脉冲由滤波器组滤波而产生频率梳，滤波器组中的每个滤波器输出信号以在行上发送。频率“梳”是通过滤波器组产生的，该滤波器组可以与可由接收器使用的滤波器组相同。作为示例，在一个实施例中，以100kHz的速率重复的10纳秒脉冲被传到滤波器组中，该滤波器组被设计成将开始在5MHz处的频率梳分量隔开，并隔开100kHz。如定义那样的脉冲串将具有从100kHz至几十MHz的频率分量，并因此对发射器中的每个行将会具有信号。因此，如果使脉冲串通过与上述滤波器组相同的滤波器组以检测所接收的列信号中的正弦波，则滤波器组输出将各自包含可被传送到行上的单个正弦波。

集成电路图示

[0059] 图2提供了说明性频分调制触摸板检测器的功能框图。示出了根据本公开文本的

传感器230;被发射的信号通过数模转换器(DAC)236、238被发射到触摸板传感器230的行232、234,并且通过模数转换器(ADC)244、246从列240、242对时域接收信号进行采样。被发射的信号是由信号发生器248、250产生的时域信号,所述信号发生器248、250可操作地连接到DAC 236、238。可操作地连接到系统调度器222的信号发生器寄存器接口块224负责基于调度发起时域信号的发射。信号发生器寄存器接口块224与帧相位同步块226进行通信,这导致峰值到平均值滤波器块228向信号发生器块248、250馈送导致信号产生所需的数据。

[0060] 接收信号的变化反映了触摸板传感器230处的触摸、噪声和/或其他影响。在通过FFT块254将时域接收信号转换到频域之前,时域接收信号在硬门252中排队。编码增益调制器/解调器块268提供信号发生器块248、250与硬门252之间的双向通信。时间滤波器块256和电平自动增益控制(AGC)块258被应用于FFT块254输出。AGC块258输出用于证明热图数据并且被馈送到上采样(UpSample)块260。上采样块260内插热图以产生更大的图,以努力提高团块检测(Blob Detection)块262的准确度。在一个实施例中,可以使用双线性插值来执行上采样。团块检测块262执行后处理以区分感兴趣的目标。团块检测块262输出被发送到触摸跟踪块264以在感兴趣的目标出现在连续或近端帧中时跟踪感兴趣的目标。还可以将团块检测块262输出部件发送到多芯片接口266以用于多芯片实现。结果从触摸跟踪块264被发送到触摸数据物理接口块270,用于通过QSPI/SPI进行短距离通信。

[0061] 在一实施例中,每个通道有一个DAC。在一实施例中,每个DAC具有信号发射器,其发射由信号发生器感应的信号。在一实施例中,信号发射器由模拟驱动。在一实施例中,信号发射器可以是公共发射器。在一实施例中,信号由信号发生器发送,由系统调度器调度,向DAC提供数字值列表。每次重新启动数字值列表时,发射的信号都具有相同的初始相位。

[0062] 在一实施例中,在单个集成电路中实现频分调制触摸检测器(缺少触摸板检测器)。在一实施例中,集成电路包括多个ADC输入以及多个DAC输出。在一实施例中,集成电路包括36个ADC输入以及64个正交DAC输出。在一实施例中,集成电路被设计成与一个或多个相同的集成电路级联,这提供了附加的信号空间,诸如128个、192个、256个或者更多个同步正交DAC输出。在一实施例中,ADC输出能够在正交DAC输出的信号空间内确定所述ADC输出中的每个ADC输出的值,并且由此可确定来自级联的IC的DAC输出的值以及ADC所驻留的IC上的DAC输出的值。

触敏物体

[0063] 虚拟现实或增强现实(后文中记为“VR/AR”,虽然两个术语可能是互相排斥的)中的物理对象环境的使用因以下事实而复杂化:当在VR/AR环境内时,用户可能不具有物体的任何视图或不具有物体的完整的视图。在一些情境中,使用物理对象(例如玩家正在携带的橄榄球)可能使物体的完整视野模糊。此外,关于具有物理对象的用户接口的信息可能对于理解在其中这样的物体正被使用或被误用的情境是重要的。在运动情境中,关于高尔夫球杆或网球拍正被如何地抓握或者在给定时刻球员是否拥有橄榄球的问题可能难以或不可能确定关于用户接口(例如握把)的缺少的信息。在其他情境中,关于方向盘正被如何地抓握以及在何处方向盘正被抓握或者控制杆正被如何地握持的用户接口信息可能对于试图确定针对给定输入的响应的软件而言是有用的。关于用于玩计算机游戏、操作飞行器或使用机器的控制器也同样如此。

[0064] 本文中所公开的原理可用于将物理对象——例如,控制器、游戏对象、运动用球

(例如,橄榄球、篮球、棒球、足球等)、球杆、球棒、球拍(例如,网球拍、乒乓球拍等)以及乐器(例如,长笛、单簧管、萨克斯管等)——转换为可以动态地报告悬停、接触、抓握和/或压力的触敏物体。这样的触敏物体可以被提供有触敏表面(例如,皮肤)或嵌入式触敏层,并且这样的触敏物体可以用于传统应用以及支持由可从触敏物体获得的触摸信息来实现的许多新应用这两者。。

[0065] 在一个实施例中,触敏物体可采用任何形状。一些示例包括具有如下形状的触敏物体:圆柱体或基本上为圆柱形的(例如,飞行器控制杆、长笛的控制区域、网球拍握把,高尔夫球杆握把、乒乓球拍握把)、锥形圆柱体(例如,棒球棒、萨克斯管的控制区域)、长椭球体(例如,橄榄球)、球形(例如,篮球、足球)、环形(例如,方向盘、呼啦圈)、盘形(例如,飞盘™(Frisbee™))或具有任意形状(例如,游戏控制器或遥控器)。在一个实施例中,除了触敏物体的传统用途之外,触敏对象可以区分接触、悬停、抓握、手势和/或压力,因此,例如使得能够确定在使用时的相对于触敏物体的用户的手指、手、手腕和潜在前臂的位置。在一个实施例中,从触敏对象获取的数据可以用于在VR/AR环境中重建用户的手指、手、手腕、前臂以及可能的触敏对象的位置和取向。这样的重建可以允许用户相对于VR/AR环境中触摸物体“看见”他的或她的手指、手、腕部和可能前臂,这改进了在这样的环境中使用触敏物体的体验。

[0066] 在一个实施例中,触敏物体可以完全地或部分地被包裹在可感测触摸、悬停、手势、抓握、压力和/或接近度的“数字皮肤”中,和/或可具有可以用于向用户提供反馈的输出。在一个实施例中,在“数字皮肤”外部存在保护层。在一个实施例中,触敏物体(例如,橄榄球、篮球或运动握把(例如,球棒或球拍))可以在其自身外表面内具有“数字皮肤”,其中“数字皮肤”无论如何可感测触摸、悬停、手势、抓握、压力和/或与触敏物体的接近度,并且可输出可以被用作向用户提供反馈的基础的信息。在一个实施例中,触敏物体具有内置的或嵌入在物体自身内的传感器。在一个实施例中,触敏物体具有至少一个嵌入式传感器,并且完全地或部分地被包裹在数字皮肤中。在一个实施例中,不具有屏幕的中密度纤维板(MDF)或塑料物体具有嵌入式传感器。在一个实施例中,触敏物体与可感测触摸、悬停、手势、抓握、压力和/或接近度的握把相关联,并且当与后处理软件结合来使用时,触敏物体可向用户提供关于触敏物体的使用的反馈。在一个实施例中,握把可以具有嵌入式传感器。在一个实施例中,触敏物体可以具有可感测各种触摸、悬停、手势、抓握、压力和/或接近度的多个不同的传感器。

[0067] 在一个实施例中,VR/AR环境被提供有将2D和3D按钮、滑块、屏幕和其他视觉输入控件的数字界面映射到另外无特征的或特征稀少的触敏物体上,或者映射到特征不太多的触敏物体上。在一个实施例中,经映射的数字界面可变化以灵活适应用户的应用或任务。

[0068] 在一个实施例中,触敏物体可感测在其整个表面或其表面的选择区域(例如,仅在握把中)上的触摸、悬停、抓握、手势和/或压力。在一个实施例中,触敏物体可提供与用户的接触、悬停、抓握、手势和/或压力有关的数据。在一个实施例中,这样的数据可用于确定手指位置和/或手位置,并且潜在地确定使用期间的手腕定位和/或前臂定位。在一个实施例中,触敏物体可使数字游戏或运动模拟保留实时的、现实的游玩信息,所述游玩信息提供了可以改进用户的物理游玩的定制的数字教练建议。在一个实施例中,触敏物体可使用户能够例如在用户的手指、手、腕部和前臂位置跨物理世界和VR/AR世界是成镜像的同时利用现实运动器材或物体来玩数字游戏。在一个实施例中,附加传感器(例如,加速度计、陀螺仪

等)可被并入触敏物体中。在一个实施例中,使用来自触敏物体(例如,触敏球)的输出,可在运动事件期间提供实时数据以将该实时数据用于详细分析(例如,允许观众看到是如何抛掷橄榄球或投掷棒球的,或者看到接球员是否充分抓握以取得对橄榄球的控制的资格)。

[0069] 在一个实施例中,多个行导体各自与多个信号发射器中的相应的信号发射器相关联。在一个实施例中,多个列导体各自与多个信号接收器中的相应的信号发射器相关联,每一个信号发射器被适配为从单个列导体接收帧或连续的多个帧。(本文中有时将多个接收器以单数形式称为接收器——但是这种接收器被适配为从多列中的每一列接收帧或连续帧。)在一个实施例中,多个行导体和多个列导体(当耦合到发射器和接收器时)形成触摸传感器。在一个实施例中,行导体和列导体嵌入于围绕物体的至少一部分的数字皮肤中,并使得至少一部分是触敏的。在一个实施例中,行导体和列导体嵌入于触敏物体内,使得至少一部分是触敏的。在一个实施例中,行导体嵌入于围绕物体的至少一部分的数字皮肤中,并且列导体嵌入于物体内或物体的一部分内,反之亦然。在一个实施例中,行导体嵌入在形成物体的一部分的握把中,并且列导体嵌入在物体中或物体的一部分中,反之亦然。在一个实施例中,行导体和列导体嵌入在形成物体的一部分的握把中,并且在握把中提供触摸灵敏度。在一个实施例中,使用信号处理器来确定存在于各种列导体中的每一个列导体上的频率正交源信号的量或量的变化。在一个实施例中,多个行导体和列导体被设计成使得当它们经受触摸时,耦合在接近触摸的行与列之间的信号的量有变化。

[0070] 2016年7月1日提交的题为“Touch Sensitive Keyboard(触敏键盘)”的美国专利申请第15/200,642号以及2016年7月27日提交的题为“Touch Sensitive Keyboard(触敏键盘)”的美国专利申请第15/221,391号(所述申请的全部公开内容通过参考被并入本文)公开了与对悬停、接触和压力敏感的键盘相关联的系统。在一个实施例中,本文中所公开的触敏物体具有第二传感器。在一个实施例中,由键座来形成第二触摸传感器,所述键座具有位于该键座附近的至少一个发射天线和至少一个接收天线的第二触摸传感器。在一个实施例中,信号发射器与至少一个发射天线中的每一个发射天线相关联,并且一个信号接收器可操作地与所述至少一个接收天线中的至少一个接收天线相耦合。在一个实施例中,发射天线和接收天线被间隔开,以使得发射天线没有任何部分接触接收天线的任何部分。在一个实施例中,接收器耦合至至少一个接收天线,并且接收器被适配为捕捉在耦合的接收天线上存在的信号的帧。在一个实施例中,信号处理器被适配为从每一个帧确定测量,所述测量对应于在接收到对应的帧的时间期间在接收天线上存在的源信号的量。在一个实施例中,信号处理器被适配为反映触摸状态的范围,包括悬停状态的范围、触摸状态和至少一个完全被按压的状态的范围。

[0071] 转至图3A,在说明性实施例中,大体上圆柱形的触敏物体301具有:行导体303,所述行导体303被取向成螺旋;和列导体302,所述列导体302布置成使得所述列导体302相对于物体纵向取向且彼此等距间隔(例如,彼此相距120度)。尽管图示示出了三个列导体,但可以使用更多的列导体或更少的列导体。在一个实施例中,两个列导体放置在大体上圆柱形的触敏物体301的相对侧(180度)处。在一个实施例中,四个列导体放置在相对于大体上圆柱形的触敏物体301的3点钟位置、6点钟位置、9点钟位置以及12点钟位置处。在一个实施例中,在大体上圆柱形的触敏物体301的周围放置列导体,以使得列导体以距彼此在2mm与5mm之间的距离间隔开。在一个实施例中,在大体上圆柱形的触敏物体301的周围放置列导

体，以使得列导体以距彼此约5mm的距离间隔开。在一个实施例中，列导体放置成充分靠近大体上圆柱形的触敏物体301的外周，以允许与行导体上的信号的实质性相互作用。在一个实施例中，螺旋取向的行导体可以是螺旋取向为使得所述行导体环绕在触敏物体301周围高达360度。在一个实施例中，行导体以距彼此在2mm与5mm之间的距离间隔开。在一个实施例中，每个螺旋缠绕的行与每个纵向取向的列导体的路径相交不超过一次。在螺旋取向的行导体环绕在触敏物体301周围超过360度的情况下，由此螺旋缠绕的行可能与纵向取向的列导体的路径相交超过一次——与纵向取向的列导体的路径相交超过一次使得更难以将触摸的位置与从列导体采样到的帧区分开。

[0072] 转至图3B，在说明性实施例中，触敏物体301具有：行导体303，所述行导体303布置成使得所述行导体303被取向成螺旋；和列导体302，所述列导体302布置成使得所述列导体302被取向成反螺旋(即，在相反方向上缠绕的螺旋)。在一个实施例中，列导体以距彼此在2mm与5mm之间的距离间隔开。在一个实施例中，列导体以距彼此约5mm之间的距离间隔开。在一个实施例中，行导体以距彼此在2mm与5mm之间的距离间隔开。在一个实施例中，行导体以距彼此约5mm的距离间隔开。在一个实施例中，列导体和行导体充分靠近大体上圆柱形的触敏物体301的外周放置，以允许与行导体上的信号的实质性相互作用以及触摸事件期间的该相互作用的可测量变化。在一个实施例中，螺旋取向的行导体和列导体可以是螺旋取向为使得所述行导体和列导体环绕在触敏物体301周围高达180度。在一个实施例中，每个螺旋缠绕的行与每个螺旋缠绕的列导体的路径相交不超过一次。本领域技术人员鉴于本公开内容将理解到，行导体和列导体可布置在各种位置，由此在行导体与列导体之间存在众多交叉，并且所述行导体和列导体的深度和相对于触敏物体的相对位置适于使所述行导体和列导体能够检测触摸。

[0073] 图4A示出了根据本文所公开的发明的一个实施例的触敏物体的外部部分的说明性截面。物体的外侧部分或外部部分405的至少一部分被数字皮肤所包围，所述数字皮肤由列导体402、介电间隔层404、行导体403制成。数字皮肤可以由可任选的保护表面401来保护。由介电间隔层404将列导体402与行导体403间隔开。在一个实施例中，列导体402和行导体403可以附接到介电间隔层404。尽管在图4A至图4D中，行导体403被示出为距物体的外部部分405比距介电间隔层404更远，且列导体402被示出为距物体的外部部分405比距介电间隔层404更近，但这是任意的且仅仅是为了说明性的目的，并且可在不背离本公开或本发明的精神和范围的情况下将行和列进行互换。

[0074] 在一个实施例中，保护表面401是介电的。在一个实施例中，例如通过手指或触控笔的压力，保护表面是局部机械可变形的。如本文中所使用的，局部机械可变形的(或者有时仅为机械可变形的)指的是一种材料性质，该材料性质将会响应于局部的压力(诸如由手指或触控笔施加的压力)来局部地改变形状。这样的局部机械可变形的材料的示例包括橡胶、非刚性塑料或泡沫、或者甚至是软玻璃构造(诸如可从纽约州康宁(Corning，New York)的康宁公司(Corning Incorporated)购得的Willow®玻璃)。在保护表面401是局部机械可变形的情况下，增加与来自触摸物体(例如，手指或触控笔)的触摸相关联的压力可允许触摸物体形成与行导体403或列导体402更紧密的接近。在触摸物体的接近度更接近行导体403或列导体402的情况下，触敏物体的响应通常更高。对于本领域技术人员而言鉴于本公开内容将明显的是，使用压力作为使触摸物体与行导体和列导体402、403形成更紧密的接

近的方式可以增加可从触敏物体得到的测量的灵敏度。

[0075] 在一个实施例中，介电间隔层404是局部机械可变形的。在介电间隔表面404是局部机械可变形的情况下，增加与来自触摸物体(例如，手指或触控笔)的触摸相关联的压力可允许触摸物体形成与行导体403或列导体402更紧密的接近。对于本领域技术人员而言鉴于本公开内容将明显的是，使用压力作为使行导体和列导体402、403与彼此形成更紧密的接近可以增加可从触敏物体得到的测量的灵敏度。

[0076] 在一个实施例中，物体的外部部分405是局部机械可变形的。在一个实施例中，物体的外部部分405是介电的。在一个实施例中，接地面或其他的导电材料(未示出)嵌入在物体405内或放置在局部机械可变形的物体的外部部分405下方。在物体的外部部分405是局部机械可变形的情况下，增加与来自触摸物体(例如，手指或触控笔)的触摸相关联的压力可允许行导体403和列导体402彼此共同地偏转。在一个实施例中，行导体403和列导体402的偏转可引起对触摸的信号响应的变化。对于本领域技术人员而言鉴于本公开内容将明显的是，使用压力作为使行导体和列导体402、403与接地面形成更紧密的接近可以增加可从触敏物体得到的测量的灵敏度。

[0077] 在一个实施例中，数字皮肤被整合到物体中。

[0078] 图4B示出了根据本文所公开的发明的另一个实施例的触敏物体的外部部分的说明性截面。除图4A中所示的之外，图4B包括可任选的附加层406、407、408。在所采用的范围内，可任选的附加层406、407、408中的每一个附加层可以是局部机械可变形的。在一个实施例中，保护表面401和最外侧的附加层406都是机械可变形的。在一个实施例中，介电间隔层404和附加层406、407、408的可变形性(即，变形所需的压力)可以是相同的，或者可以是彼此不同的。对于本领域技术人员而言鉴于本公开内容将明显的是，改变介电间隔层404和附加层406、407、408间的可变形性可以增加可从触敏物体得到的测量的灵敏度。

[0079] 图4C示出了根据本文所公开的发明的又另一个实施例的触敏物体的外部部分的说明性截面。在一个实施例中，物体自身是中空的且在数字皮肤的外部(例如，橄榄球或者篮球)而不是在数字皮肤下方，或数字皮肤是物体的一部分或被整合到物体内(例如，保龄球)。在一个实施例中，物体409的外部可能邻近数字皮肤，所述数字皮肤包括在介电间隔层404的相对侧上的行导体和列导体402、403。在一个实施例中，可任选的保护表面401可以保护更往内的导体(如所示的402)免受损伤。一些物体(例如，橄榄球或者篮球)的性质是这些物体自身是局部机械可变形的，而总的来说其他的物体不是局部机械可变形的(例如，保龄球)。图4D示出了附加的可任选的局部机械可变形的层406、407、408，当由数字皮肤自身来致使触敏的对象是局部机械可变形时，可以采用所述层406、407、408。

[0080] 除图4C中所示的之外，图4D包括可任选的附加层406、407、410以及可任选的刚性接地层410。附加层406、407中的任一个或全部如果被采用的话则可以是局部机械可变形的。对于本领域技术人员而言鉴于本公开内容将明显的是，若使用可任选的刚性层401的话则改变层404、附加层406、附加层407间的可变形性可以增加可从触敏物体得到的测量的灵敏度。

[0081] 在一个实施例中，可变形的数字皮肤具有在物体附近的内表面、远离物体的外表面、位于多个行导体与外表面之间的顶部部分、位于多个行导体与多个列导体之间的中间部分、以及位于多个列导体与内表面之间的底部部分。在一个实施例中，可变形的数字皮肤

在顶部部分、中间部分以及底部部分中的一个部分中是机械可变形的。在一个实施例中，底部部分是局部机械可变形的，并且导电层定位在底部部分的远离数字皮肤其余部分的一侧上，使得当底部部分局部机械变形时所述导体中的一些导体的至少一些部分被移动得更加靠近导电层。在一个实施例中，将可变形数字皮肤用作具有握把的物体(诸如，高尔夫球杆、网球拍、方向盘、杠杆、游戏控制器或具有握把的任何其他的物体)的握把的一部分。

[0082] 在一个实施例中，行导体以及列导体被设计成使得耦合在它们之间的信号的量随各种接触事件(从最远的悬停，到通过接触，一直到最大压力或抓握)而变化。在一个实施例中，从最远的悬停到最大压力或抓握的信号的变化包括一系列可检测的触摸状态，所述一系列可检测的触摸状态可以包括除了未接触状态之外的至少三种触摸状态(即，悬停、接触和压力)。在一个实施例中，表示悬停触摸状态的信号的变化包括多个离散的电平。在一个实施例中，表示接触触摸状态的信号的变化包括多个离散的电平。在一个实施例中，从最远悬停到最大压力或抓握的信号的变化包括一系列可检测的触摸状态。如以上所讨论的，因为触摸传感器最终由于耦合的变化而检测到触摸，所以除了对于特定实施例可能更明显的原因之外，无论触摸相关的耦合是导致列上存在的信号的量增加还是导致列上存在的信号的量减少并不特别重要。

[0083] 为了识别触摸，信号接收器接收存在于列导体上的信号，并且信号处理器分析接收到的信号，以确定耦合到每列的发射的信号的量。在一个实施例中，该识别可通过频率分析技术(例如傅立叶变换)或通过使用滤波器组来支持。在一个实施例中，接收器接收通过FFT被处理的信号的帧，并且因此至少为发射的频率确定测量。在一个实施例中，对于每一个帧，FFT至少为发射频率提供同相测量和正交测量。

[0084] 在一个实施例中，信号发射器导电耦合到行导体。信号发射器各自将相应的源信号发射到与其相关的行导体上。源信号在频率上不同，例如每一个源信号是与其他正弦波不同的正弦波或正弦波的组合。源信号还可以以其他方式不同，诸如在编码上不同(如在CDM中那样)。在一个实施例中，发射更复杂的源信号(例如，具有正弦波的组合而非单个正弦波的源信号)可以增加灵敏度。在一个实施例中，若将高频信号和低频信号相组合，则发射更复杂的源信号可以进一步地增加灵敏度。在一个实施例中，在单独的行导体上发射的源信号是频率正交的。在一个实施例中，接收器耦合至列导体，并且适配为捕捉在耦合的列导体上存在的信号的帧。在这样的实施例中，信号接收器接收存在于列导体上的信号，并且信号处理器分析接收到的信号，以确定对应于被耦合在它们之间的正交的发射的信号中的每一个信号的量。在耦合于它们之间的信号的量变化的情况下，指示触摸。

[0085] 在一个实施例中，信号接收器/信号处理器可以从接收到的信号中确定在该列导体上接收到的信号中找到的频率列表中的每一个频率的值(并且在一个实施例中是同相值和正交值)。在一个实施例中，在对应于频率的值大于或小于阈值或从现有值改变(或从大于阈值一定量的现有值改变)的情况下，该信息可以用于识别触敏物体上的触摸事件。在一个实施例中，可以使用可对应于各种物理现象(所述各种物体现象包括触摸距触敏物体的距离、触敏物体的大小、用户按压或抓握触敏物体所使用的压力、被触摸的触敏物体的任何部分等)的值信息来从可检测的触摸状态的范围中识别触摸状态。在一个实施例中，可以使用值信息的变化来从一系列可检测的触摸状态中识别触摸状态。在一个实施例中，经确定的值不是自主确定触摸状态，而是与其他值一起被进一步处理以确定触摸状态。

[0086] 在一个实施例中，信号处理器适配为从每个帧确定测量，该测量对应于列导体上存在的源信号的量。在一个实施例中，信号处理器进一步适配为至少部分地基于对应的测量从一系列触摸状态中确定触摸状态。在一个实施例中，信号处理器从所述测量中的至少一个测量来生成热图，所述热图对应于在数字皮肤和/或嵌入式触摸传感器附近发生的电磁干扰。

[0087] 在一个实施例中，该一系列的触摸状态包括无、悬停、接触、和压力或抓握。在一个实施例中，“无”意味着在行/列交叉附近没有检测到变化，例如，触控笔或用户的手指、手、或前臂不邻近于触敏物体。如这里所使用的，通常，“悬停”指的是对应于电容性物体(例如，触控笔、用户的手指、手或前臂)的可检测位置在触敏物体的检测极限内但不包括与触敏物体的实际接触的触摸状态。如这里所使用的，通常，“触摸”指的是对应于一直到最大压力或抓握的触敏物体与电容性物体之间的可检测接触的触摸状态。如鉴于本公开对于本领域技术人员而言是明显的，触摸状态的数目和这些状态与任何子状态之间的关联性是设计选择，并且可以被选择为提供针对触敏物体的所期望的粒度。此外，子状态不一定具有与其他的子状态相等的粒度。例如，在一个实施例中，在触摸状态上或在悬停状态与触摸状态之间的划分上提供更多的粒度。在一个实施例中，在悬停状态上提供附加粒度。在一个实施例中，在压力/抓握状态上提供附加粒度。在一个实施例中，使用局部机械可变形的层来增加可测量的粒度。

[0088] 在一个实施例中，触敏物体可提供关于电容性物体(诸如触控笔、用户的手指或手)相对于触敏物体的接近度的细粒度的、多层次的信息。例如，在一个实施例中，当触敏网球拍握把上的抓握变化时，触敏物体检测到物体握把的表面上的手指和手的表面积的变化。在一个实施例中，当触敏网球拍握把上的抓握变化时，握把的表面移动到导体附近，且因此电容性物体距导体的接近度导致检测到的变化。在一个实施例中，表面积的变化和电容性物体距导体的接近度的变化这两者导致检测到的变化。

[0089] 在一个实施例中，触敏物体所提供的触摸状态的范围可用于对电容性物体及其相对于触敏物体的位置和取向进行建模。在一个实施例中，可使用这样的建模来提供视觉反馈，包括在VR/AR设定中的电容性物体的视觉3D模型。例如，VR/AR设置中的2-D和3-D“全息”视觉反馈的叠加可以基于用户的手指、手、手腕和前臂在含有一个或多个检测器的物理对象上或附近的真实世界位置。进一步地，在触敏物体可以进行对电容性物体相对于触敏物体的位置的细粒度的测量的情况下，可使用测量来重新创建手指、手以及可能其他部位(包括腕部和/或前臂，因为手和前臂可以相对于手指移动的方式的数目是有限的-例如，有限的范围和自由度)的位置和取向。

[0090] 现在转至图5，示出根据本公开内容的触敏物体的计算机所生成的触摸状态信息的说明性示例。特别地，图5示出根据本公开内容的示例性触敏物体502，其中，用户的手501定位在该示例性触敏物体502的附近，并且图7示出触敏物体504的图示，其中计算机所生成的热图503被叠加在该触敏物体504上。计算机所生成的热图503示出用户的手与触敏物体之间的感测到的接触。所示的高度和颜色仅仅是说明性的。如图5中所示，本文中所公开的触敏物体502的实施例可以用于提供与用户的手关于触敏物体的触摸状态有关的信息，如所示，这可提供悬停、触摸、抓握和压力的视觉显示504。

[0091] 现在转至图6，示出根据本公开内容的示例性网球拍的计算机所生成的触摸状态

信息的说明性示例。图6示出根据本公开内容的示例性网球拍602，其中用户的手601定位在该示例性网球拍的附近，并且图7示出网球拍602的图示，其中计算机所生成的热图602被叠加在该网球拍602上。计算机所生成的热图603示出用户的手与网球拍握把之间的感测到的接触。所示的高度和颜色仅仅是说明性的。如图6中所示，本文中所公开的网球拍602的实施例可以用于提供与用户的手关于网球拍的触摸状态有关的信息，如所示，这可提供悬停、触摸、抓握和压力的视觉显示604。

[0092] 在一个实施例中，悬停、接触和压力信息的重构可以配置为显示3D模型，这允许用户在VR/AR视图中相对于触敏物体看见他或她的手指、并潜在地看见手、腕部和/或前臂。在一个实施例中，对应于悬停的触摸状态的范围可从触敏物体的表面延伸出至少5mm。在一个实施例中，对应于悬停的触摸状态的范围可从触敏物体的表面延伸出高达10mm。在一个实施例中，对应于悬停的触摸状态的范围可从触敏物体的表面延伸出超过10mm。

[0093] 在一个实施例中，可以完成运行中调节以在维持接触敏感物体和触摸敏感物体的同时准许延伸的悬停。可通过在非悬停状态对悬停状态中采用不同的信号来实现运行中调节。可通过在远悬停状态对近悬停状态中采用不同的信号来实现运行中调节。可通过当电容性物体不太接近时对当电容性物体更为接近时(例如，远悬停对近悬停，或悬停对接触)采用传感器的不同性质来实现运行中调节。在一个实施例中，传感器的这样的不同的性质可以涉及改变频率。在一个实施例中，当检测到更靠近传感器的电容性物体时使用更高的频率，而当检测到更远离传感器的电容器物体时采用更低的频率。在一个实施例中，传感器的不同的性质可以涉及改变接收器或发射器的阻抗。在一个实施例中，当检测到更靠近于传感器的电容性物体时，增加接收器的阻抗。在一个实施例中，当检测到更远离传感器的电容性物体时，增加发射器的阻抗。在一个实施例中，发射器中的一些发射器(例如每隔一个发射器)可被取为非常高的阻抗，当检测到更远离传感器的电容性物体时有效地关闭这些发射器。在一个实施例中，传感器的不同的性质可以涉及交换接收器与发射器。在一个实施例中，当检测到更远离传感器的电容性物体时，发射器的导体更接近触摸表面。在一个实施例中，当检测到更靠近传感器的电容性物体时，接收器的导体更接近触摸表面。在一个实施例中，传感器的这样的不同的性质可以涉及改变驱动电压。在一个实施例中，当检测到更靠近传感器的电容性物体时驱动电压可以利用更低的电压进行操作，而当检测到更远离传感器的电容性物体时驱动电压可以利用更高的电压进行操作。鉴于本文中的公开，对于本领域普通技术人员而言将明显的是，可以实现运行中调节以改进可被报告的触摸的粒度和范围。

[0094] 2016年3月23日提交的题为“Transmitting and Receiving System and Method for Bidirectional Orthogonal Signaling Sensors(用于双向正交信令传感器的发送和接收系统以及方法)”的美国专利申请第15/162,240号(该申请的全部公开内容通过引用被并入本文)提供了快速多点触摸传感器中的用户、手和物体辨别。在一个实施例中，双向正交信令与触敏物体相结合地使用以提供如该申请中所解释的益处。在使用双向正交信令的情况下，可将所述行和所述列中的每一个用于接收信号和发射信号这两者。

[0095] 图7至图9分别示出显示了触敏物体所检测到的交互的热图的复合示图以及显示了基于感测到的信息来计算出的手指、手和腕部的位置。如本文中所使用的，术语“无特征的触敏物体”指的是具有无特定的物理按钮、滑块和其他的可视输入控件的表面的触敏物

体。术语“特征稀少的触敏物体”包括具有对于触敏物体的按钮、滑块和其他输入控件或其他特征的一些物理特征(所述物理特征可以由触觉反馈来表示)的触敏物体,但这些物理特征旨在VR/AR体验中增强。触觉反馈可以包括但不限于移动机械部分、机器人图形、静电反馈和/或电击反馈。在一个实施例中,在VR/AR环境中,特征稀少的键盘和/或触觉触敏物体可被视为具有丰富的特征。由此,例如当特征稀少的触觉触敏物体可以在触觉上似乎具有按钮、滑块时,其他视觉输入控件可在VR/AR环境中被提供给无特征的和/或特征稀少的触敏物体。此外,可以在于此环境中使用触敏物体时呈递动态物理反馈。因此,即使用户在真实世界环境中看见有限的特征或者完全没有看见任何特征,也可在VR/AR环境中添加按钮、滑块、其他的视觉输入控件、轮廓和标签。

[0096] 在VR/AR中使用无特征的或特征稀少的触敏物体的显著限制是不能在VR/AR视野中“看见”用户的输入。在一个实施例中,使用本文中的教导,粒状低等待时间触摸信息可用于以低等待时间来计算VR/AR环境中的经重建的触控笔、手指和潜在地手和/或腕部和/或前臂。在一个实施例中,可以在3D中呈现这样的经重建的电容性物体(例如,具有阴影或不具有阴影)。经重建的电容性物体可被组合在低等待时间VR/AR系统中,由此向用户提供具有VR/AR视野控件的触敏物体——并允许用户在VR/AR视野中看见用户自己的交互。例如,在一个实施例中,除了在VR/AR视野中看见VR/AR控件之外,用户还可以看见用户自己的交互的模型。

[0097] 另外,经重建的电容性物体可被组合在提供3D触觉的低等待时间VR/AR系统中,由此向用户提供真实世界触敏物体上的物理按钮和控制器,所述物理按钮和控制器反映了软件所限定的按钮以及VR/AR触敏物体的控件——并允许用户在VR/AR视野中看见用户自己的交互。例如,在一个实施例中,3D触觉可以创建物理输入表面,该物理输入表面可灵活地对它们的物理控制进行变形以便匹配给定的VR/AR应用的VR/AR数字控制,由此例如除了在VR/AR视野中看见VR/AR控件并且感受到触觉控件这两者之外,用户还可看见用户自己的交互的模型。

[0098] 由本文中所呈现的触敏物体提供的触摸状态信息允许应用和操作系统软件得到信息,从该信息可以识别出在触敏物体上的悬停、接触、抓握和手势。在一个实施例中,使用触摸状态信息来确定特定的位置或位置的组合,在该特定的位置或位置的组合处希望有工具提示或其他反馈并且可以在VR/AR表示中呈现这样的工具提示或其他反馈。在一个实施例中,当例如用户悬停在触敏物体的特定部分之上或接触触敏物体的特定部分或者以特定方式悬停在触敏物体之上或接触触敏物体时,VR/AR视野示出了补充性显示,诸如气球。在一个实施例中,补充性显示包含例如帮助信息、或使用统计、或球压或者其他的信息。

[0099] 参考频分调制触摸系统中的对悬停、接触和压力敏感的物体的框图以及操作图,在以上对本系统进行了描述。应该理解到,可以通过模拟或数字硬件和计算机程序指令来实现框图或操作说明中的每一个框以及框图或操作说明中的方框的组合。可以将计算机程序指令提供至通用计算机、专用计算机、ASIC,或其他可编程数据处理设备的处理器,以便通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令来实现在框图或操作框所指定的功能/动作。除了上述讨论明确限制之外,在一些替代实现中,在块中指出的功能/动作可以不按照操作说明中指出的顺序发生。例如,并且通常在框图中,如果连续示出的块的执行顺序实际上可以同时或基本上同时执行,或者在可行的情况下,任何块可以相对于其他

块以不同的顺序执行,这取决于所涉及的功能/动作。

[0100] 虽然已经参照优选实施例具体示出和描述了本发明,但本领域内技术人员可以在不背离本发明的精神和范围的情况下在形式上和细节上对本发明作出多种改变。

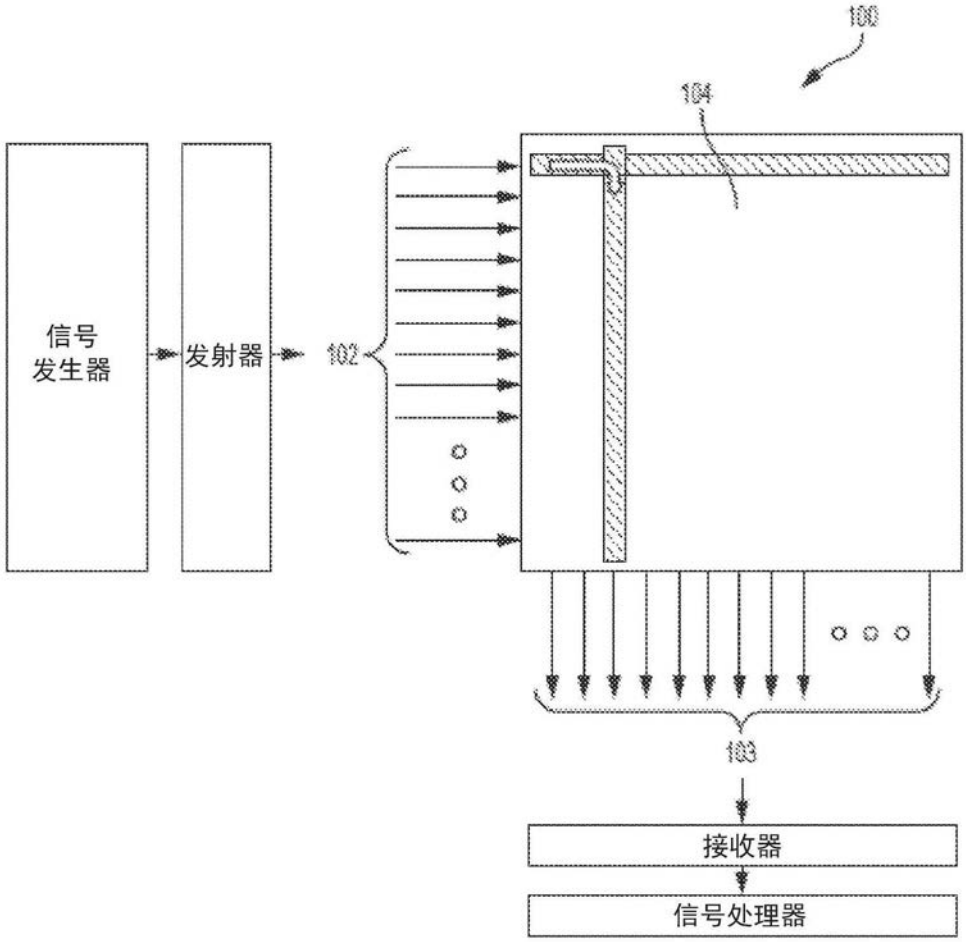


图1

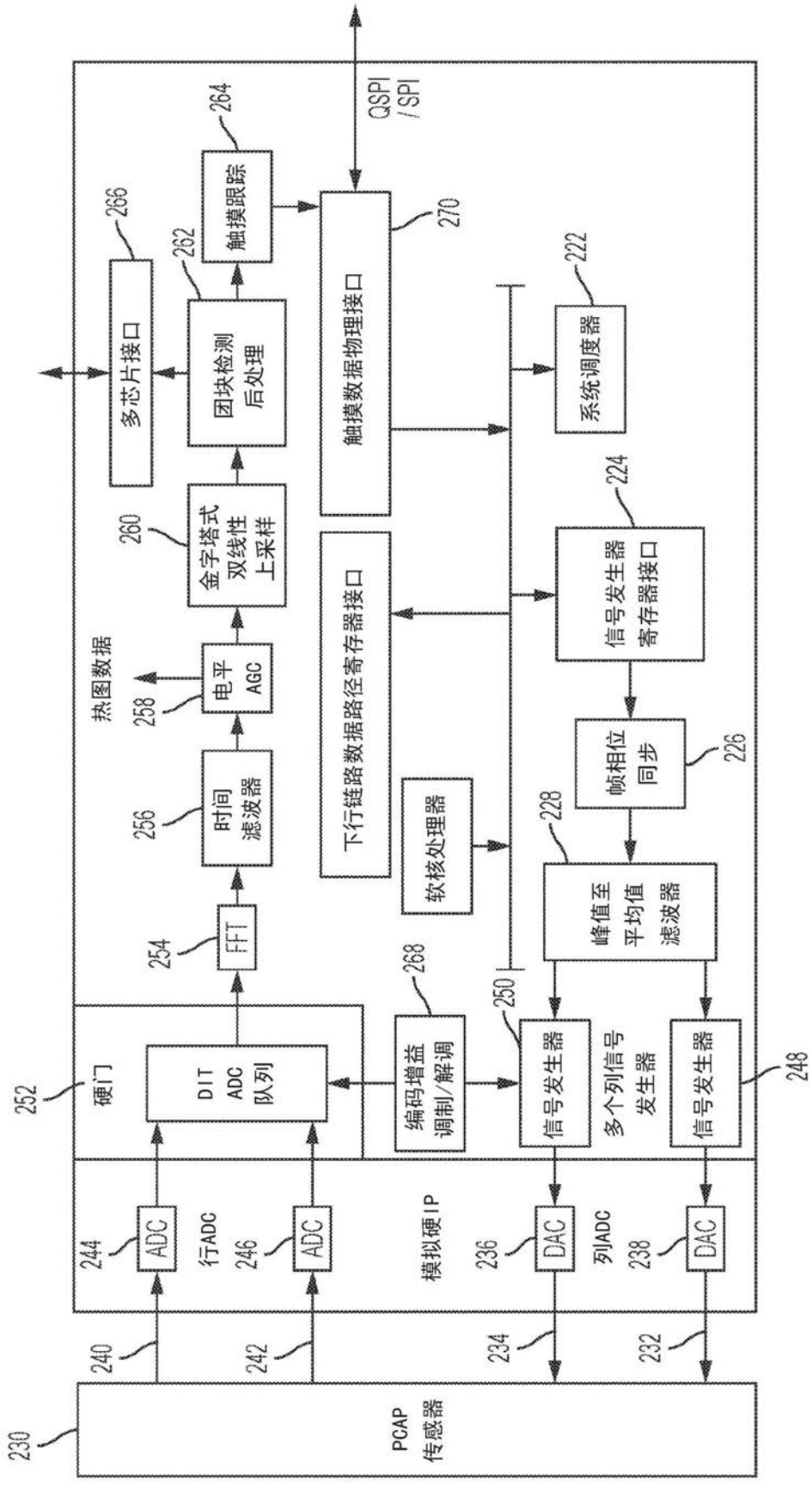

QSPI / SPI
264
触摸跟踪
266
262
多芯片接口
团块检测后处理
270
触摸数据物理接口
222
系统调度器
260
金字塔式双线性上采样
224
信号发生器寄存器接口
热图数据
258
电平AGC
256
时间滤波器
下行链路数据路径寄存器接口
帧相位同步
226
软核处理器
228
峰值至平均值滤波器
254
FFT
268
250
252
硬门
DIT ADC 队列
编码增益调制/解调
信号发生器
多个列信号发生器
信号发生器
248
244
ADC
行ADC
246
ADC
模拟硬IP
236
DAC
列ADC
238
DAC
240
242
234
232
230
PCAP 传感器

图2

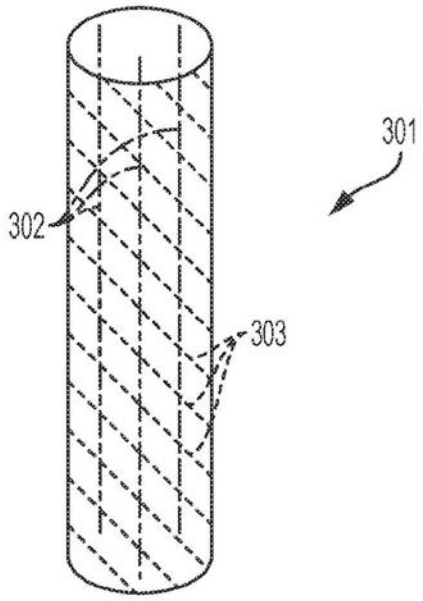


图3A

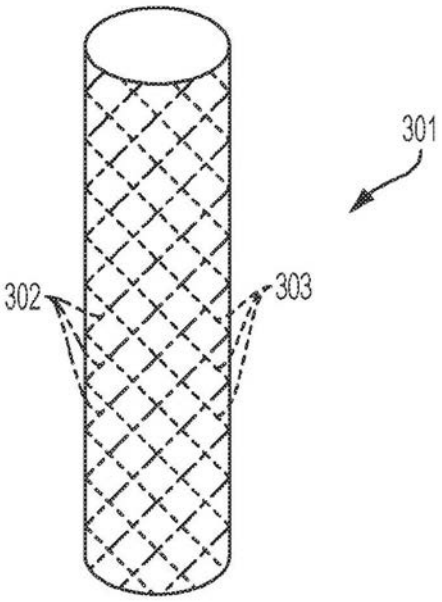


图3B



图4A



图4B



图4C



图4D

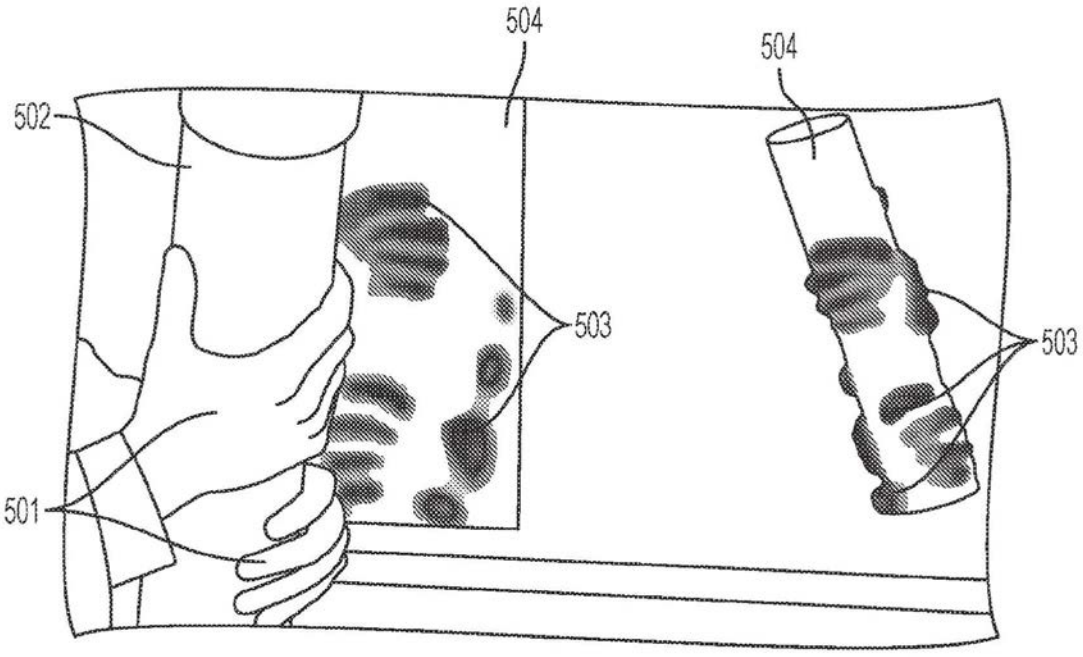


图5

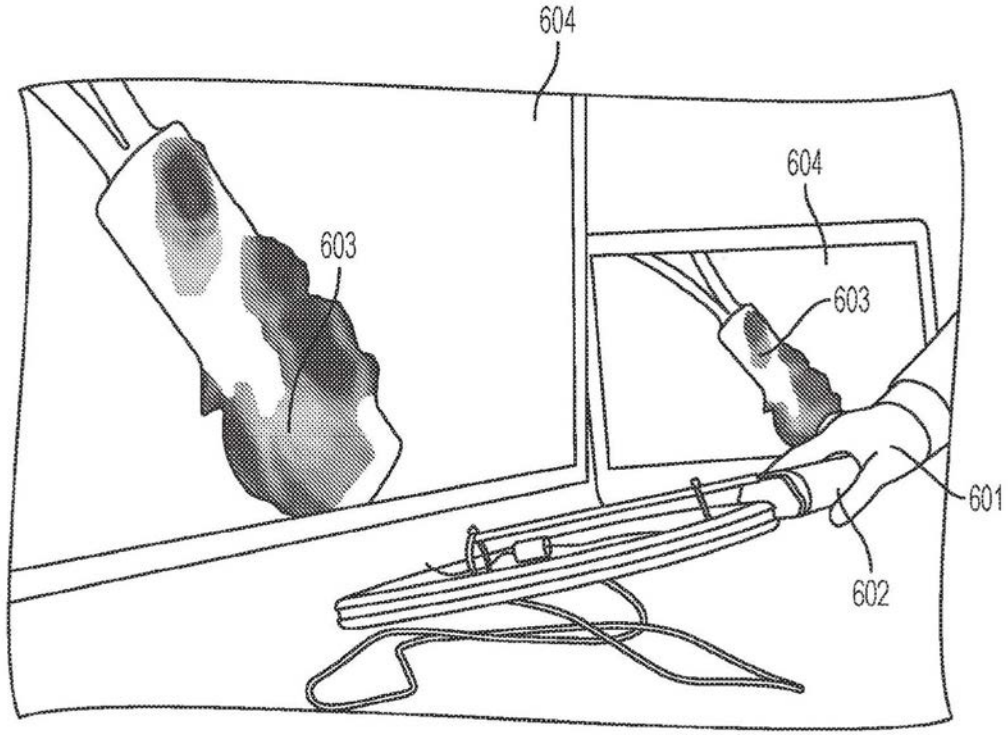


图6

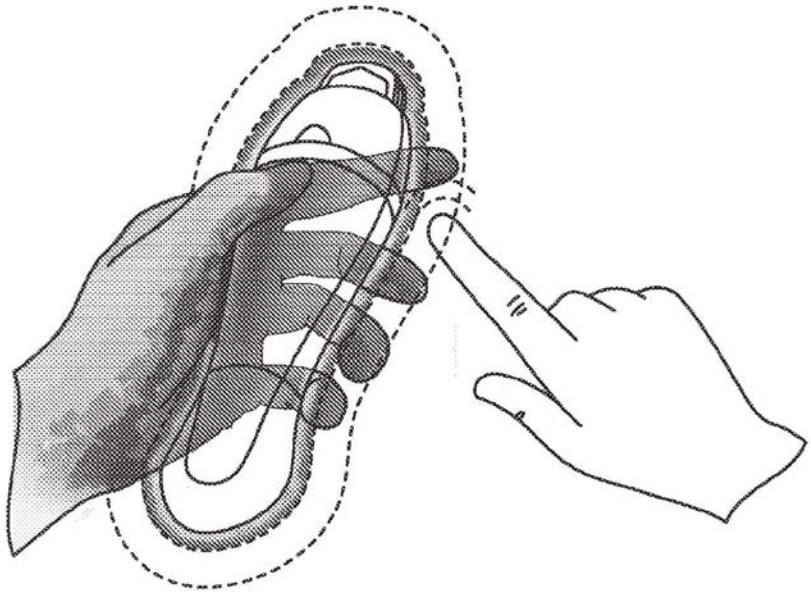


图7

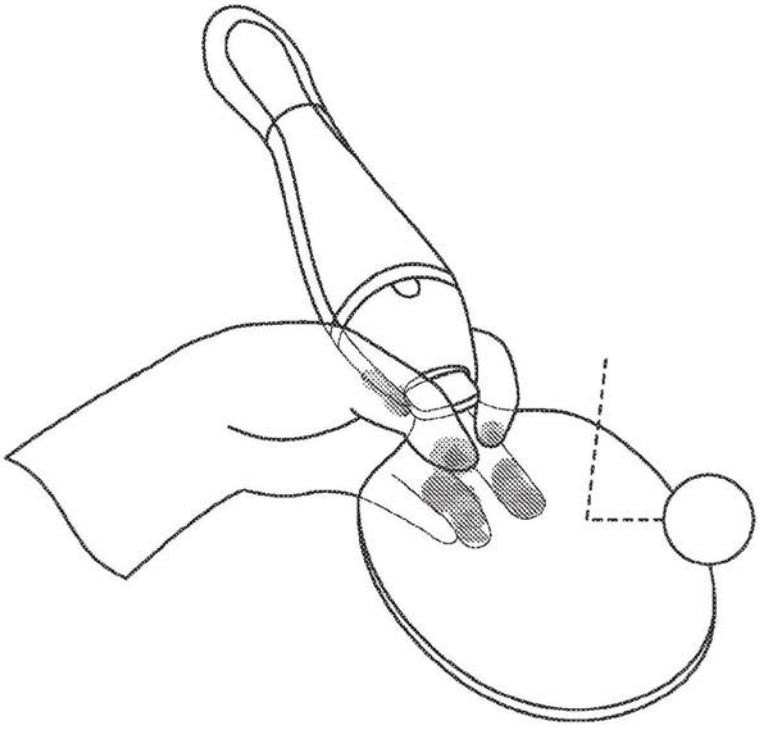


图8

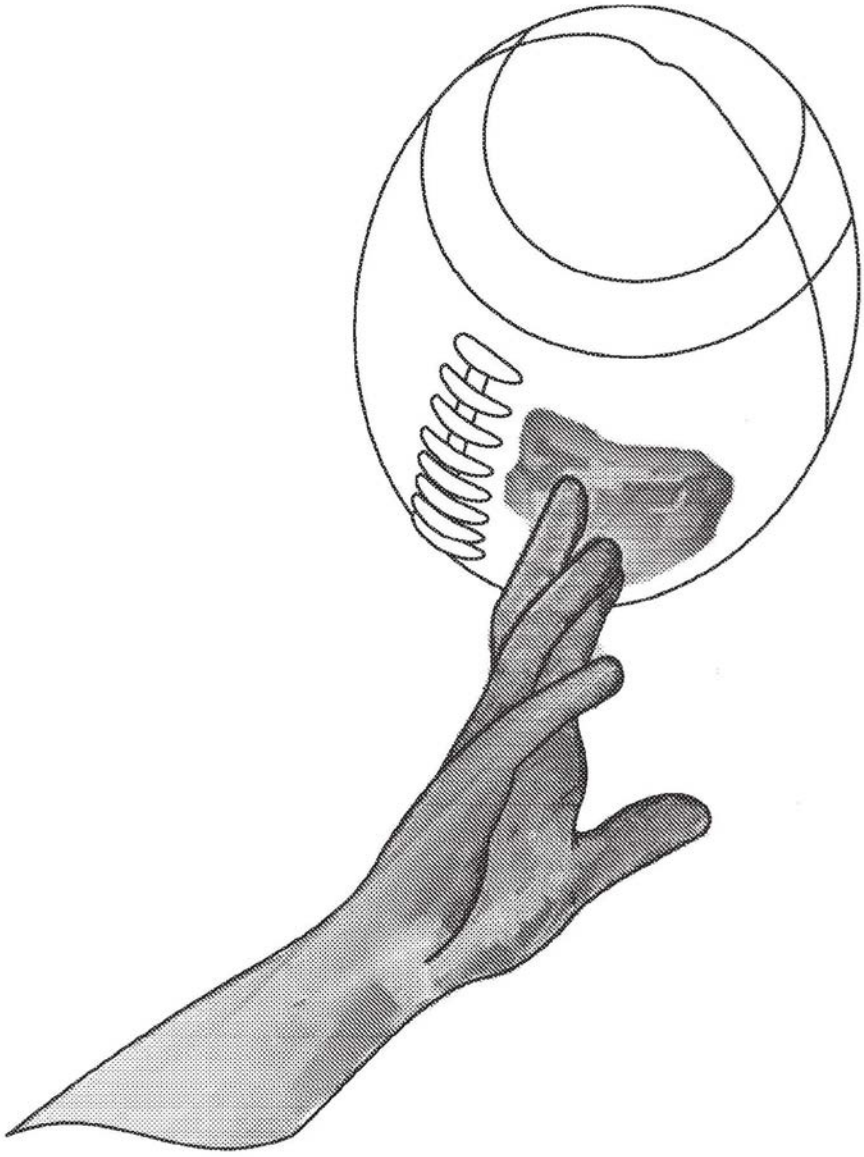


图9