(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106164827 B
(45)授权公告日 2019.07.16

(21)申请号 201580016037.6
(22)申请日 2015.01.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106164827 A
(43)申请公布日 2016.11.23
(30)优先权数据
61/932,047 2014.01.27 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.09.23
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/013131 2015.01.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/113061 EN 2015.07.30
(73)专利权人 触觉实验室股份有限公司
地址 美国纽约州
(72)发明人 R·J·J·柯斯塔 C·福林斯 D·威格多 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
(51)Int.Cl.
G06F 3/041(2006.01)
G06F 3/0488(2006.01)
(56)对比文件
US 2013176271 A1,2013.07.11,
US 2013176271 A1,2013.07.11,
US 2009112957 A1,2009.04.30,
US 2013120280 A1,2013.05.16,
CN 102460364 A,2012.05.16,
审查员 张雨微

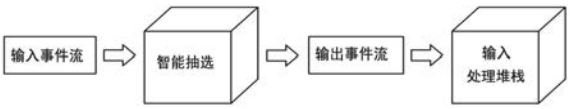
权利要求书11页 说明书48页 附图20页

(54)发明名称

用于输入事件处理的抽选策略

(57)摘要

在实施例中,触摸敏感设备包括具有行和列的触摸界面以及用于分别在多行上生成独特正交信号的信号发生器。触摸处理器通过处理存在于列上的触摸信号来标识所述触摸界面上的触摸并且输出触摸事件流。抽选器接收所述触摸事件流,选择性地标识所述流中的触摸事件中的一个或多个,以及输出经修改的触摸事件流以供触摸敏感设备使用。



CN 106164827 B

1.一种触摸敏感设备,包括:

a.触摸界面,包括行和列;

b.信号发生器,用于分别在至少多行上生成多个信号;

c.触摸处理器,用于通过处理存在于所述列上的触摸信号来标识所述触摸界面上的触摸并且输出可用触摸事件的事件流;以及

d.抽选器,其用于:

i.接收所述可用触摸事件的事件流,

ii.选择性地标识所述事件流中的可用触摸事件中的一个或多个,并且

iii.输出经修改的可用触摸事件的事件流以供所述触摸敏感设备使用,其中所述经修改的可用触摸事件的事件流不包括选择性地标识的可用触摸事件。

2.如权利要求1所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述多个信号包括多个独特的正交信号。

3.如权利要求1所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选器配置为从运行在所述触摸敏感设备上的软件接收GUI元件边界信息并且使用所述GUI元件边界信息来改变抽选方案。

4.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述GUI元件边界信息包括GUI元件边界过渡信息。

5.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选方案包括所述抽选器确定传递所述事件流中的哪些可用触摸事件所用的方案。

6.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选方案包括所述抽选器确定丢弃所述事件流中的哪些可用触摸事件所用的方案。

7.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选方案包括所述抽选器确定是否生成可用触摸事件并将所生成的可用触摸事件添加到所述事件流中所用的方案。

8.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,运行在所述触摸敏感设备上的所述软件包括应用程序软件。

9.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将GUI元件内的第一事件包含在经修改的流中。

10.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将GUI元件外的第一可用触摸事件包含在经修改的事件流中。

11.如权利要求1所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选器配置为对模糊的输入进行抽选。

12.如权利要求11所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述模糊的输入是在GUI元件边界上直接进行的输入。

13.如权利要求3所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将多个不同的抽选方案应用于多个不同的GUI元件内的可用触摸事件,以使得与发生在第二GUI元件内的第二可用触摸事件相比,发生在第一GUI元件内的第一可用触摸事件具有不同的方案应用于它。

14.如权利要求1所述的触摸敏感设备,其特征在于,所述抽选器配置为基于正被使用的输入设备的类型的确定来选择抽选方案。

15.如权利要求14所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为确定是否正在使用笔或手指。

16.如权利要求1所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为基于与所述事件流中的可用触摸事件相关联的用户的标识来选择抽选方案。

17.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为以每N次输入事件来对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括来自所述事件流的每第N次可用触摸事件。

18.如权利要求17所述的设备，其特征在于，配置为使得N为可调参数。

19.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为以每X微秒对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括来自所述事件流的每X微秒发生的可用触摸事件。

20.如权利要求19所述的设备，其特征在于，配置为使得X为可调参数。

21.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的第一可用触摸事件包含在经修改的事件流中。

22.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的最后可用触摸事件包含在经修改的事件流中。

23.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的第一可用触摸事件和最后可用触摸事件包含在经修改的事件流中。

24.如权利要求23所述的设备，其特征在于，所述第一可用触摸事件在所述事件流中是在时间上的第一个。

25.如权利要求23所述的设备，其特征在于，所述第一可用触摸事件在所述事件流中是在顺序上的第一个。

26.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的运动曲率中的有意义的变化的可用触摸事件。

27.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的运动速度中的有意义的变化的可用触摸事件。

28.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的压力中的有意义的变化的可用触摸事件。

29.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的可用触摸事件的数量中的有意义的变化的可用触摸事件。

30.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用增加的抽选量。

31.如权利要求30所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由运行在所述设备上的应用程序来控制所指定的输入模式。

32.如权利要求30所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由用户界面来控制所指定的输入模式。

33.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活

时使用减少的抽选量。

34.如权利要求33所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由运行在所述设备上的应用程序来控制所指定的输入模式。

35.如权利要求33所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由用户界面来控制所指定的输入模式。

36.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时不使用抽选。

37.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用不同的抽选方案。

38.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用至少一个输入硬件特性来确定是否对至少一个可用触摸事件进行抽选。

39.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用输入的至少一个特性来确定是否对至少一个可用触摸事件进行抽选。

40.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述触摸处理器包括所述触摸敏感设备中的处理器。

41.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述触摸处理器包括计算设备中的处理器。

42.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器和所述触摸处理器是单一硬件处理器。

43.如权利要求1所述的设备，其特征在于，所述抽选器是与所述触摸处理器分开的硬件处理器。

44.一种触摸敏感设备，包括：

a.

触摸界面，包括行和列；

b.信号发生器，用于分别在至少多行上生成多个信号；

c.触摸处理器，用于通过处理存在于所述列上的触摸信号来标识所述触摸界面上的触摸并且输出可用触摸事件的事件流；以及

d.抽选器，其用于：

i.接收所述可用触摸事件的事件流，

ii.选择性地标识所述事件流中的可用触摸事件中的一个或多个以供所述触摸敏感设备使用，并且

iii.输出可用触摸事件的输出事件流以供所述触摸敏感设备使用，所述可用触摸事件的输出事件流包括选择性地标识的一个或多个可用触摸事件。

45.如权利要求44所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述多个信号包括多个独特的正交信号。

46.如权利要求44所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为从运行在所述触摸敏感设备上的软件接收GUI元件边界信息并且使用所述GUI元件边界信息来改变抽选方案。

47.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述GUI元件边界信息包括GUI元件边界过渡信息。

48.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选方案包括所述抽选器确定传递所述事件流中的哪些可用触摸事件所用的方案。

49.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选方案包括所述抽选器确定丢弃所述事件流中的哪些可用触摸事件所用的方案。

50.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选方案包括所述抽选器确定是否生成可用触摸事件并将所生成的可用触摸事件添加到所述事件流中所用的方案。

51.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，运行在所述触摸敏感设备上的所述软件包括应用程序软件。

52.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将GUI元件内的第一可用触摸事件包含在所述输出事件流中。

53.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将GUI元件外的第一可用触摸事件包含在所述输出事件流中。

54.如权利要求44所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为对模糊的输入进行抽选。

55.如权利要求54所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述模糊的输入是在GUI元件边界上直接进行的输入。

56.如权利要求46所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将多个不同的抽选方案应用于多个不同的GUI元件内的可用触摸事件，以使得与发生在第二GUI元件内的第二可用触摸事件相比，发生在第一GUI元件内的第一可用触摸事件具有不同的方案应用于它。

57.如权利要求44所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为基于正被使用的输入设备的类型的确定来选择抽选方案。

58.如权利要求57所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为确定是否正在使用笔或手指。

59.如权利要求44所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为基于与所述事件流中的可用触摸事件相关联的用户的标识来选择抽选方案。

60.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为以每N次输入事件来对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括来自所述事件流的每第N次可用触摸事件。

61.如权利要求60所述的设备，其特征在于，配置为使得N为可调参数。

62.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为以每X微秒对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括来自所述事件流的每X微秒发生的可用触摸事件。

63.如权利要求62所述的设备，其特征在于，配置为使得X为可调参数。

64.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的第一可用触摸事件包含在经修改的事件流中。

65.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的最后可用触摸事件包含在经修改的事件流中。

66.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的第一可用触摸事件和最后可用触摸事件包含在经修改的事件流中。

67.如权利要求66所述的设备，其特征在于，所述第一可用触摸事件在所述事件流中是在时间上的第一个。

68.如权利要求67所述的设备，其特征在于，所述第一可用触摸事件在所述事件流中是在顺序上的第一个。

69.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的运动曲率中的有意义的变化的可用触摸事件。

70.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的运动速度中的有意义的变化的可用触摸事件。

71.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的压力中的有意义的变化的可用触摸事件。

72.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得经修改的事件流包括表示由所述事件流所表示的可用触摸事件的数量中的有意义的变化的可用触摸事件。

73.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用增加的抽选量。

74.如权利要求73所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由运行在所述设备上的应用程序来控制所指定的输入模式。

75.如权利要求73所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由用户界面来控制所指定的输入模式。

76.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用减少的抽选量。

77.如权利要求76所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由运行在所述设备上的应用程序来控制所指定的输入模式。

78.如权利要求76所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由用户界面来控制所指定的输入模式。

79.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时不使用抽选。

80.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用不同的抽选方案。

81.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用至少一个输入硬件特性来确定是否对至少一个可用触摸事件进行抽选。

82.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用输入的至少一个特性来确定是否对至少一个可用触摸事件进行抽选。

83.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述触摸处理器包括所述触摸敏感设备中的处理器。

84.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述触摸处理器包括计算设备中的处理

器。

85.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器和所述触摸处理器是单一硬件处理器。

86.如权利要求44所述的设备，其特征在于，所述抽选器是与所述触摸处理器分开的硬件处理器。

87.一种用于输入事件处理的方法，包括：

接收可用触摸事件的事件流，所述事件流反映触摸设备的触摸界面上的可用触摸事件，所述触摸界面包括行和列，所述触摸设备包括用于分别在至少多行上生成多个信号的信号发生器以及用于处理存在于所述列上的触摸信号以产生所述触摸事件流的触摸处理器；

选择性地标识所述事件流中的可用触摸事件中的一个或多个以供触摸敏感设备使用，并且

输出可用触摸事件的输出流以供所述触摸敏感设备使用，所述可用触摸事件的输出流包括选择性地标识的一个或多个可用触摸事件。

88.如权利要求87所述的方法，其特征在于，所述多个信号包括多个独特的正交信号。

89.如权利要求88所述的方法，其特征在于，以供所述触摸敏感设备使用的所述可用触摸事件的输出流包含选择性地标识的一个或多个可用触摸事件。

90.如权利要求88所述的方法，进一步包括：

选择性地标识所述事件流中的可用触摸事件中的不同的一个或多个；

输出可用触摸事件的另一个输出流以供所述触摸敏感设备使用，所述可用触摸事件的另一个输出流包括选择性地标识的不同的一个或多个可用触摸事件。

91.如权利要求90所述的方法，其特征在于，进一步包括输出多于两个的可用触摸事件的输出流以供所述触摸敏感设备使用。

92.如权利要求90所述的方法，其特征在于，包含所述事件流中的一个或多个可用触摸事件的第一触摸事件组不同于包含所述事件流中的不同的一个或多个可用触摸事件的第二触摸事件组。

93.如权利要求92所述的方法，其特征在于，所述第一触摸事件组和所述第二触摸事件组含有共有的元素。

94.如权利要求92所述的方法，其特征在于，所述第一触摸事件组与所述第二触摸事件组互相排斥。

95.如权利要求90所述的方法，进一步包括：

选择性地标识所述事件流中的可用触摸事件中的不同的一个或多个;以及

输出触摸事件的另一个输出流以供所述触摸敏感设备使用，所述触摸事件的另一个输出流包括选择性地标识的不同的一个或多个可用触摸事件。

96.如权利要求95所述的方法，其特征在于，包含所述事件流中的一个或多个可用触摸事件的第一触摸事件组不同于包含所述事件流中的不同的一个或多个可用触摸事件的第二触摸事件组。

97.如权利要求96所述的方法，其特征在于，所述第一触摸事件组和所述第二触摸事件组含有共有的元素。

98.如权利要求96所述的方法，其特征在于，所述第一触摸事件组与所述第二触摸事件组互相排斥。

99.如权利要求90所述的方法，其特征在于，用于供所述触摸敏感设备使用的所述触摸事件的事件流流向所述触摸敏感设备内的处理堆栈，并且所述另一个可用触摸事件的输出流流向所述触摸敏感设备内的不同处理堆栈。

100.如权利要求95所述的方法，其特征在于，用于供所述触摸敏感设备使用的所述触摸事件的事件流流向所述触摸敏感设备内的处理堆栈，并且所述另一个触摸事件的输出流流向所述触摸敏感设备内的不同处理堆栈。

101.一种触摸敏感设备，包括：

a.触摸界面，包括行和列；

b.信号发生器，用于分别在至少多行上生成多个信号；

c.触摸处理器，用于通过处理存在于所述列上的触摸信号来标识所述触摸界面上的触摸并且输出可用触摸事件的事件流；以及

d.抽选器，其用于：

i.接收所述事件流，

选择性地组合所述事件流中的可用触摸事件中的两个或两个以上，并且

iii.输出经修改的流以供所述触摸敏感设备使用，所述经修改的流包括选择性地组合的两个或两个以上的可用触摸事件。

102.如权利要求101所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述多个信号包括多个独特的正交信号。

103.一种触摸敏感设备，包括：

a.触摸界面，包括行和列；

b.信号发生器，用于分别在至少多行上生成多个信号；

c.触摸处理器，用于通过处理存在于所述列上的触摸信号来标识所述触摸界面上的触摸并且输出可用触摸事件的事件流；以及

d.抽选器，其用于：

i.接收所述可用触摸事件的流，

ii.至少部分地基于所述流生成一个或多个估计的触摸事件，并且

iii.输出经修改的可用触摸事件的流以供所述触摸敏感设备使用，其中经修改的可用触摸事件的流包括所述一个或多个估计的触摸事件。

104.如权利要求103所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述多个信号包括多个独特的正交信号。

105.如权利要求103所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为基于时间来估计所述估计的触摸事件。

106.如权利要求103所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为基于由多个所述可用触摸事件表示的运动来估计所述估计的触摸事件。

107.一种触摸敏感设备，包括：

a.触摸界面，包括行和列；

b.信号发生器，用于分别在至少多行上生成多个信号；

c.触摸处理器，用于通过处理存在于所述列上的触摸信号来标识所述触摸界面上的触摸并且输出可用触摸事件的事件流；以及

d.抽选器，其用于：

i.接收所述可用触摸事件的事件流，

iii.生成经修改的可用触摸事件的流以供所述触摸敏感设备使用，经修改的可用触摸事件的流与所述触摸界面上的触摸有关。

108.如权利要求107所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述多个信号包括多个独特的正交信号。

109.如权利要求107所述的触摸敏感设备，其特征在于，经修改的流是所述可用触摸事件的事件流的压缩形式。

110.如权利要求109所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述可用触摸事件的事件流的压缩形式是在二维中压缩的空间压缩。

111.如权利要求109所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述可用触摸事件的事件流的压缩形式是在三维中压缩的空间压缩。

112.一种触摸敏感设备，包括：

第一多个导体和第二多个导体，被布置成使得：

所述第一多个导体的导体路径中的每一个与所述第二多个导体的导体路径中的每一个交叉，并且其中

当所述触摸敏感设备不被触摸时，第一量的信号被耦合在它们之间，以及

当所述触摸敏感设备被触摸时，不同量的信号被耦合在它们之间；

信号发生器，其适于生成多个独特的正交信号，每一个独特的正交信号与其它独特的正交信号中的每一个正交；

信号处理器，其适于在多个连续测量周期的每一个周期期间对所述第二多个导体中的每一个上存在的信号进行解码，并且对于所述多个连续测量周期的每一个周期，对于所述第二多个导体中的每一个上存在的信号中的每一个，确定哪些独特的正交信号形成其不可忽略的部分，所述信号处理器输出包括可用触摸事件的事件流，所述事件流基于在多个连续测量周期的每一个周期期间存在于所述第二多个导体的每一个上的信号；

抽选器，可操作地连接至所述事件流，所述抽选器适于对所述事件流进行抽选并且产生至少一个包括可用触摸事件的输出流，所述输出流用于供所述触摸敏感设备使用。

113.如权利要求112所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为从运行在所述触摸敏感设备上的软件接收GUI元件边界信息并且使用所述GUI元件边界信息来改变抽选方案。

114.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述GUI元件边界信息包括GUI元件边界过渡信息。

115.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选方案包括所述抽选器确定传递所述事件流中的哪些可用触摸事件所用的方案。

116.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选方案包括所述抽选器确定丢弃所述事件流中的哪些可用触摸事件所用的方案。

117.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选方案包括所述抽选器

确定是否生成可用触摸事件并将所生成的可用触摸事件添加到所述至少一个输出流的至少一个中所用的方案。

118.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，运行在所述触摸敏感设备上的所述软件包括应用程序软件。

119.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将GUI元件内的第一可用触摸事件包含在所述至少一个输出流中。

120.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将GUI元件外的第一可用触摸事件包含在所述至少一个输出流中。

121.如权利要求112所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为对模糊的输入进行抽选。

122.如权利要求121所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述模糊的输入是在GUI元件边界上直接进行的输入。

123.如权利要求113所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用所述GUI元件边界信息以将多个不同的抽选方案应用于多个不同的GUI元件内的事件，以使得与发生在第二GUI元件内的另一个可用触摸事件相比，发生在第一GUI元件内的可用触摸事件具有不同的方案应用于它。

124.如权利要求112所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为基于正被使用的输入设备的类型的确定来选择抽选方案。

125.如权利要求124所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为确定是否正在使用笔或手指。

126.如权利要求112所述的触摸敏感设备，其特征在于，所述抽选器配置为基于与所述事件流中的可用触摸事件相关联的用户的标识来选择抽选方案。

127.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为以每N次输入事件来对所述事件流进行采样，以使得所述至少一个输出流的至少一个包括来自所述事件流的每第N次可用触摸事件。

128.如权利要求127所述的设备，其特征在于，配置为使得N为可调参数。

129.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为以每X微秒对所述事件流进行采样，以使得所述至少一个输出流的至少一个包括来自所述事件流的每X微秒发生的可用触摸事件。

130.如权利要求129所述的设备，其特征在于，配置为使得X为可调参数。

131.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的第一可用触摸事件包含在所述至少一个输出流的至少一个中。

132.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的最后可用触摸事件包含在所述至少一个输出流的至少一个中。

133.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为将所述事件流的第一可用触摸事件和最后可用触摸事件包含在所述至少一个输出流的至少一个中。

134.如权利要求133所述的设备，其特征在于，所述第一可用触摸事件在所述事件流中是在时间上的第一个。

135.如权利要求133所述的设备，其特征在于，所述第一可用触摸事件在所述事件流中

是在顺序上的第一个。

136.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得所述至少一个输出流的至少一个包括表示由所述事件流所表示的运动曲率中的有意义的变化的事件。

137.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得所述至少一个输出流的至少一个包括表示由所述事件流所表示的运动速度中的有意义的变化的事件。

138.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得所述至少一个输出流的至少一个包括表示由所述事件流所表示的压力中的有意义的变化的事件。

139.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为对所述事件流进行采样，以使得所述至少一个输出流的至少一个包括表示由所述事件流所表示的可用触摸事件的数量中的有意义的变化的事件。

140.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用增加的抽选量。

141.如权利要求140所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由运行在所述设备上的应用程序来控制所指定的输入模式。

142.如权利要求140所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由用户界面来控制所指定的输入模式。

143.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用减少的抽选量。

144.如权利要求143所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由运行在所述设备上的应用程序来控制所指定的输入模式。

145.如权利要求143所述的设备，其特征在于，所述设备配置为经由用户界面来控制所指定的输入模式。

146.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时不使用抽选。

147.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为在指定的输入模式激活时使用不同的抽选方案。

148.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用至少一个输入硬件特性来确定是否对至少一个可用触摸事件进行抽选。

149.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器配置为使用输入的至少一个特性来确定是否对至少一个可用触摸事件进行抽选。

150.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述触摸处理器包括所述触摸敏感设备中的处理器。

151.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述触摸处理器包括计算设备中的处理器。

152.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器和所述触摸处理器是单一硬件处理器。

153.如权利要求112所述的设备，其特征在于，所述抽选器是与所述触摸处理器分开的硬件处理器。

用于输入事件处理的抽选策略

[0001] 本申请是2014年1月27日提交的美国临时专利申请No.61/932,047的非临时申请，其全部公开通过引用纳入本申请。

技术领域

[0002] 所披露的系统和方法总体涉及用户输入领域，更具体地涉及提供快速多触摸传感器中的更新速率限制(throttling)的用户输入系统。

[0003] 附图简述

[0004] 下列对如附图所示的各实施例的更加较具体的描述，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，而是着重于所公开实施例的原理。

[0005] 图1提供了示出低等待时间触摸传感器设备的实施例的高级方框图。

[0006] 图2示出可用于低等待时间触摸传感器设备的实施例中的交叉的导电路径的布局的实施例。

[0007] 图3示出展示场平坦化过程的方框图。

[0008] 图4示出展示在局部最大值周围的四个相连的邻近点的图。

[0009] 图5示出展示在局部最大值周围的八个相连的邻近点的图。

[0010] 图6示出展示对非对称触摸点的椭圆拟合的几何图。

[0011] 图7给出展示被配置成减噪的低等待时间触摸传感器设备的实施例的高级方框图。

[0012] 图8-11、12A和12B是信号产生和发送机制的简化图示。

[0013] 图13示出展示根据所披露的系统和方法的实施例的用户识别技术的侧视图。

[0014] 图14和图15示出展示根据所披露的系统和方法的实施例的快速多触摸笔(styli)的立体图。

[0015] 图16示出展示传感器板和有源光笔的俯视图。

[0016] 图17示出展示传感器板和有源光笔的侧视图。

[0017] 图18示出根据所披露的有源光笔的实施例的传感器板内的内反射的侧视图。

[0018] 图19示出根据所披露的有源光笔的实施例的角滤波器的使用的侧视图。

[0019] 图20示出展示由有源光笔发射到传感器板上的图案的侧视图。

[0020] 图21-23示出沿传感器板的边缘由有源光笔发射出的光斑的几何投影。

[0021] 图24示出展示投影到传感器板上的多个图案的俯视图。

[0022] 图25示出展示由同一人的两只手触摸时正交信号传感器中的串扰的示意性俯视图。

[0023] 图26示出展示由不同人的两只手触摸时正交信号传感器中没有串扰的示意性俯视图。

[0024] 图27示出展示当两个触摸共享一行或一列时产生的问题的传感器的示意性俯视图。

[0025] 图28示出展示本文公开的用户、手和物体鉴别系统的实施例的示意性俯视图，其中触摸屏和/或处理器被修改以便在每行和每列上生成正交的信号，并且在每行和每列上感测所有信号。

[0026] 图29示出展示其中单个用户在显示屏上做出两个触摸并且来自一行的信号通过他的身体到达另一行的实例的传感器的示意性俯视图。

[0027] 图30示出展示其中信号通过用户的手耦合的实例的传感器的示意性俯视图。

[0028] 图31示出展示一实例的传感器的示意性俯视图，在该实例中，由两个不同的用户做出两个触摸，并且由于在用户之间没有信号行进的路径而没有行到行的耦合或列到列的耦合。

[0029] 图32示出展示搁置在传感器的上部上的物体的示意性俯视图。

[0030] 图33a至33c示出展示抽选过程的示意图。

[0031] 图34示出展示通过“每N帧”进行的智能抽选的示例的示意图。

[0032] 图35示出展示通过“每X微秒”进行的智能抽选的示例的示意图。

[0033] 图36-39示出在其上进行输入的显示器或显示器的部分的图示。

具体实施方式

[0034] 本申请涉及2013年10月4日提交的题为“Hybrid Systems And Methods For Low-Latency User Input Processing And Feedback(对于低等待时间用户输入处理和反馈的系统和方法)”的美国专利申请No.14/046,819、2013年3月15日提交的题为“Low-Latency Touch Sensitive Device(低等待时间触摸敏感设备)”的美国专利申请No.13/841,436、2013年3月15日提交的题为“Fast Multi-Touch Stylus(快速多触摸笔)”的美国专利申请No.61/798,948、2013年3月15日提交的题为“Fast Multi-Touch Sensor With User-Identification Techniques(具有用户识别技术的快速多触摸传感器)”的美国专利申请No.61/799,035、2013年3月15日提交的题为“Fast Multi-Touch Noise Reduction(快速多触摸减噪)”的美国专利申请No.61/798,828、2013年3月15日提交的题为“Active Optical Stylus(有源光笔)”的美国专利申请No.61/798,708、2012年10月5日提交题为“Hybrid Systems And Methods For Low-Latency User Input Processing And Feedback(低等待时间用户输入处理和反馈的混合式系统和方法)”的美国专利申请No.61/710,256、2013年7月12日提交的题为“Fast Multi-Touch Post Processing(快速多触摸后处理)”的美国专利申请No.61/845,892、2013年7月12日提交的题为“Reducing Control Response Latency With Defined Cross-Control Behavior(通过定义的交叉控制行为减少控制响应等待时间)”的美国专利申请No.61/845,879、2013年9月18日提交的题为“Systems And Methods For Providing Response To User Input Using Information About State Changes And Predicting Future User Input(使用关于状态改变为用户输入提供响应并预测未来用户输入的系统和方法)”的美国专利申请No.61/879,245、2013年9月21体提交的题为“Systems And Methods For Providing Response To User Input Using Information About State Changes And Predicting Future User Input(使用关于状态改变为用户输入提供响应并预测未来用户输入的系统和方法)”的美国专利申请No.61/880,887、2013年10月4日提交的题为“Hybrid Systems And Methods For Low-Latency User Input

Processing And Feedback(对于低等待时间用户处理和反馈的混合式系统和方法)”的美国专利申请No.14/046,823、2013年11月1日提交的题为“Fast Multi-Touch Post Processing(快速多触摸后处理)”的美国专利申请No.14/069,609、2013年10月7日提交的题为“Touch And Stylus Latency Testing Apparatus(触摸和笔等待时间测试装置)”的美国专利申请No.61/887,615中披露的诸如快速多触摸传感器的用户接口和其它接口。那些申请的完整公开内容以引用的方式并入本文中。

[0035] 在不同实施例中,本公开涉及用于鉴别在触摸表面上的触摸点的源的系统和方法,其集中在使设备能够在由不同的手、用户或物体,例如,指示笔,生成的触摸点之间进行鉴别。公开的技术也可以用于识别物体、手或用户。

[0036] 贯穿本公开中,可以使用术语“触摸”、“接触”或其他描述符来描述由传感器检测到用户的手指、指示笔、物体或身体部位的事件或时间段。在一些实施例中,这些检测仅当用户与传感器或传感器具体化在其中的设备物理地接触时才发生。在其他实施例中,可以调谐传感器以允许检测悬停(hover)在触摸表面上方的一距离或以其他方式与触摸敏感设备分离的“触摸”或“接触”。因此,在本说明书中使用暗示对感测的物理接触的依赖性的语言不应该意味着所描述的技术仅应用于那些实施例;事实上,几乎全部的(若不是全部的话)本文描述的内容将同等地应用于“触摸”和“悬停”传感器。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、力传感器、电容性触摸传感器、功率管理集成电路读取、键盘、鼠标、运动传感器等等。

[0037] 当前公开的正交信号触摸用户、手和物体鉴别系统和方法与电容性触摸传感器联结是有益的,并且尤其对于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。由此,本申请纳入申请者的2013年3月15日提交的题为“Low-Latency Touch Sensitive Device(低等待时间触摸敏感设备)”的先在美国专利申请No.13/841,436和2013年11月1日提交的题为“Fast Multi-Touch Post Processing(快速触摸后处理)”的先在美国专利申请No.14/069,609作为引用。这些申请考虑了电容性FDM、CDM或FDM/CDM混合触摸传感器,其可以与本公开的正交信号触摸用户、手和物体鉴别系统和方法联结地使用。在这种传感器中,当来自行的信号耦合到列并且在该列上被接收时,触摸被感测。

[0038] 本公开将首先描述快速多触摸传感器的操作,对于所述快速多触摸传感器可以应用本系统和方法以用于鉴别事件数据。接着在标题“鉴别策略”下将进一步描述用于动态分配可能的信道的本公开的方法的细节。

[0039] 如本文中使用的,词语“触摸事件”和词“触摸”当用作名词时包括接近触摸和接近触摸事件,或者可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。

[0040] 在一个实施例中,所披露的快速触摸传感器利用一种投射电容性方法,该方法对于触摸事件的高更新率和低等待时间测量已有改善。该技术可使用并行硬件和较高频率波形以获得前述优势。另外披露了作出灵敏和稳固测量的方法,该方法可用在透明显示表面

上并允许运用这项技术的产品的廉价制造。在这一点，本文中使用的“电容性物体”可以是手指、人体的其它部分、指示笔或传感器对其敏感的其它物体。本文披露的传感器和方法不需要依赖于电容。对于下面披露的光传感器实施例，这些实施例利用光子隧穿和泄漏以感测触摸事件，并且本文描述的“电容性物体”包括可与这种感测相容的任何物体，例如指示笔或手指。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。

[0041] 图1示出根据一个实施例的快速多触摸传感器100的某些原理。在附图标记200，不同的信号被发送到该表面的行的每一行内。信号被设计成“正交的”，即可彼此隔开并可区别。在附图标记300，接收器附连至每一列。接收器被设计成接收所发送的信号中的任何一个、或者这些信号的任意组合，并且单独地测量出现在该列上的正交发送信号的每一个的量。传感器的触摸表面400包括一系列行和列(未全部示出)，沿这些行和列能够传播数个正交信号。在一个实施例中，行和列被设计成：当它们不受触摸事件作用时，较低量或可忽略量的信号被耦合在它们之间，相反，当它们受触摸事件作用时，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)如前面讨论的那样，触摸或触摸事件不需要物理接触，而是影响耦合信号的电平的事件。

[0042] 继续参见图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不可忽略的量的信号耦合至该列。更一般地说，触摸事件可造成并由此对应于列上接收的信号。由于行上的信号是正交的，因此多个行信号可能被耦合至一列并通过接收器加以区别。同样，每个行上的信号可耦合至多个列。对于耦合至给定行的每个列，该列上发现的信号包含将指示哪些行正与该列同时地被触摸的信息。所接收的每个信号的量总体关联于携带对应信号的列和行之间的耦合的量，并由此可指示由触摸物体与该表面的距离、触摸所覆盖的表面积和/或触摸压力。

[0043] 当同时触摸行和列时，出现在行上的一些信号被耦合到相应的列内。(如前所述，术语“触摸”或“被触摸”不一定指实际的物理接触，而可以是相对接近)。事实上，在触摸设备的各种实施方式中，与行和/或列的物理接触是不可能的，因为在行和/或列与手指或其它触摸物体之间可以具有保护性阻挡层。此外，一般来说，行和列本身不彼此接触，相反被布置在接近位置，这防止可忽略的量以上的信号被耦合在它们之间。一般来说，行-列耦合不起因于它们之间的实际接触，也不来自手指或其它接触物体的实际接触，而是起因于使手指(或其它物体)贴近的电容性效应——导致电容性效应的贴近在本文中被称为触摸)。

[0044] 行和列的本性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一信号的一组导体(行)以及在其上可耦合一信号的一组导体(列)。行和列甚至根本不一定是方格形的。其它形状是可能的，只要触摸事件将触摸部分“行”和部分“列”，并造成某种形式的耦合。例如，“行”可以是同心圆，而“列”可以是从中心向外辐射的轮辐。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”，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，有时支持发送器，有时支持接收器。可以使用三个或更多种类型的天线导体而不只是“行”和“列”。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。

[0045] 如前面提到的，在一实施例中，触摸表面400由一系列行和列构成，信号可沿其传播。如前面讨论的，以下列方式设计这些行和列：当它们不被触摸时，可忽略的量的信号被耦合在它们之间。此外，不同的信号被发送到每个行内。在一个实施例中，这些不同信号中的每一个是彼此正交的(即可隔开和可区别的)。当同时触摸行和列时，出现在行上的不可忽略的量的信号被耦合到相应的列内。被耦合到列上的信号的量可关联于触摸的压力或面积。

[0046] 接收器300被附连至每个列。接收器被设计成接收不可忽略的量的任何正交信号、或者正交信号的任意组合，并识别提供不可忽略的量的信号的列。在一个实施例中，接收器可测量出现在该列上的正交发送信号中的每一个的量。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，触摸事件可对应于在列上接收的信号。对于每个列，在其上接收的不同信号指示哪些对应行正与该列同时被触摸。在一个实施例中，所接收的每个信号的不可忽略的量可关联于相应行和列之间的耦合的量并可指示由该触摸覆盖的表面积、触摸压力等等。

[0047] 简单正弦波实施例

[0048] 在一个实施例中，被发送到行中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容易地彼此区别。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容易地彼此区别。在一个实施例中，所选择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造成一个信号模仿另一个的非线性伪像。

[0049] 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，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“梳”一般能满足这些标准。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，对于具有仅十行的示例情况，可以使用下列频率：

[0050]

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

[0051] 本领域内技术人员将明白，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触摸表面将需要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可能只需要1KHz间隔，然而为了更稳固的实现方式而利用任意更大的间隔。任意更大的间隔受制于如下约束条件：最大频率不应当大于最低频率的两倍(即$f_{max}<2(f_{min})$)。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。

[0052] 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发送器在独立的行上发送。为了识别被同时触摸的行和列，接收器接收出现在列上的任何信号并且信

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,上述识别可通过频率分析技术(例如傅立叶变换)或通过使用滤波器排予以支持。

[0053] 在一个实施例中,接收器可从每个列的信号确定来自该列上的信号中所发现的频率列表中的每个频率的强度。在一个实施例中,在频率强度大于某一阈值的情况下,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,所述物理现象包括离行/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、被触摸的行/列交叉点的部分等等。

[0054] 一旦对至少两个频率(对应于行)或对于至少两个列已计算出信号强度,则可创建二维映射,其中信号强度是在该行/列交叉点处的映射值。在一个实施例中,对于每列上的每个频率,计算信号的强度。一旦计算出信号强度,则可创建二维映射。在一个实施例中,信号强度是在该行/列交叉点处的映射值。在一个实施例中,由于触摸表面在不同频率下的物理差异,信号强度对于给定的触摸需要被归一化或被校准。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,信号强度对于给定的触摸需要被归一化或被校准。

[0055] 在一个实施例中,二维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,可使用二维映射数据来推导关于触摸该表面的物体的形状、取向等信息。

[0056] 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,可彼此区别的任何组的信号都将行得通。尽管如此,正弦波可能具有一些优势性质,能够给予这项技术中使用的设备更简单的设计和更高节约成本的制造。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。

[0057] 在一个实施例中,可通过滤波器排来检测正弦波。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)予以检测。频率分析技术可以相对高效的方式实现并容易具有良好的动态范围特性,由此允许它们在大量同时的正弦波之间作出检测和区别。在宽信号处理方面,接收器对多个正弦波的解码可被认为是某种形式的频分复用。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,但一般需要延长有限的时间从而发送到触摸表面中(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别。

[0058] 经调制的正弦波实施例

[0059] 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。未调制正弦波的使用可能造成与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法规测试(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,不管是来自蓄意发送器的正弦波还是来自其它干扰设备(甚至可能是另一相似的触摸表面)。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。

[0060] 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送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，以使该变换可被补偿并且当信号到达接收器时基本恢复。如本领域内技术人员将同样理解的是，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很少的相关性，并因此更像单纯的噪声，而不是看上去类似于和/或受制于来自环境中出现的其它信号的干扰。

[0061] 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。

[0062] 频率调制

[0063] 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，因此被调频的发射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，若非如此对于传感器可能造成的干扰通过利用调频被减轻，所述调频例如是对频率梳，所述频率梳在一个实施例中被用于触摸传感器中。

[0064] 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，具有100Khz间距的一组正弦波可通过将相同的100kHz基准频率乘以不同的整数来产生。在一个实施例中，这项技术可使用锁相环来达成。为了产生首个5.0MHz正弦波，人们可将基准乘以50，为了产生5.1MHz正弦波，人们可将基准乘以51，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。

[0065] 直接序列扩频调制

[0066] 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)计划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，所述逆变器电路的输出是输入信号乘以+1或-1，这依赖于“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，使得它们看上去就像随机噪声，因此它们与可能形成接触的任何设备的干扰都是可忽略的。

[0067] 在接收器侧，来自列的信号可传过可选择的逆变器电路，这些逆变器电路通过与行上的伪随机信号相同的伪随机信号被驱动。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频，因为它们已经被乘以+1或-1两次，由此将它们保持在、或使它们返回到其未改变状态。运用直接序列扩频调制可扩展列上出现的任何干扰信号，由此它们仅作为噪声并且不模仿任何组的有意正弦波。

[0068] 在一个实施例中，可选择的反转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。

[0069] 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，但多种调制的实施方式可取得更好的抗干扰性。

[0070] 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。一种例外是当具有相同实施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方案。由此,在一个实施例中,注意设计不大可能形成冲突的伪随机方案。在一个实施例中,一些真随机性可被引入到调制方案中。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)具有足够长的输出时长来引入随机性。这一实施例很可能使得两个触摸表面在同一时间永远使用相同的序列部分。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,由此其输出的熵永不小于任一输入。

[0071] 一种低成本实现的实施例

[0072] 使用之前描述技术的触摸表面相比其它方法可能具有联系到产生和检测正弦波的相对高的成本。下面讨论产生和检测正弦波的方法,该方法可能更节约成本和/或更适于大量制造。

[0073] 正弦波检测

[0074] 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波形数字化并对其执行数字信号处理。可对表面上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形成接触。在前面提到的例子中,具有四十行和四十列的触摸表面将需要这种信号链的四十个副本。今日,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,尤其是能被容易地再现并且需要非常少的功率的方法。

[0075] 在一个实施例中,可使用滤波器排检测正弦波。滤波器排包括一阵列的带通滤波器,所述带通滤波器可取输入信号并将其分解成与每个滤波器关联的频率分量。离散傅立叶变换(DFT,它是FFT的一种高效实施方式)是一种形式的滤波器排,它具有均匀间隔的带通滤波器,通常用于频率分析。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排,例如无源LC(电感和电容)或RC有源滤波器。电感器难以很好地实现在VLSI处理上,并且分立的电感器大而且昂贵,因此在滤波器排中使用电感器可能不是成本节约的。

[0076] 在较低频率(大约10MHz和10MHz以下),可将多排RC有源滤波器构筑在VLSI上。这些有源滤波器可能表现良好,但也会占据很多管芯空间并且需要比预期更多的功率。

[0077] 在较高频率下,可通过表面声波(SAW)滤波器技术来构筑滤波器排。这允许几乎任意的FIR滤波器几何形状。SAW滤波器需要比直接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(simultaneous)抽头以将足够多的滤波器整合到单个封装件内,由此增加了制造成本。

[0078] 在一个实施例中,可使用模拟滤波器排检测正弦波,该模拟滤波器排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。这种实施方式所需的管芯面积典型地是信道数平方的函数,这意味着使用相同技术的64信道滤波器排只需要1024信道版本的管芯面积的1/256。在一个实施例中,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,所述多个VLSI管芯包括适当组的滤波器排和适当的放大器、开关、能量检测器等等。在一个实施例中,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，所述单个VLSI管芯包括适当组的滤波器排和适当的放大器、开关、能量检测器等等。在一个实施例中，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，其包含n个实例的n沟道滤波器排并为适当的放大器、开关、能量检测器等留出空间。

[0079] 正弦波生成

[0080] 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别。在一个实施例中，可用一系列锁相环(PLL)来产生正弦波，每个锁相环将常用基准频率乘以一不同的乘数。

[0081] 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产生大量频率并随后采用相对粗略的模数转换处理。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。

[0082] 在一个实施例中，可通过使一串窄脉冲由滤波器排滤波而产生频率梳，滤波器排中的每个滤波器输出信号以在行上发送。频率“梳”是通过一滤波器排产生的，该滤波器排可类似于由接收器使用的滤波器排。作为一个例子，在一实施例中，以100kHz的速率重复的10纳秒脉冲被传入滤波器排，该滤波器排被设计成将开始在5MHz的频率梳分量隔开，并隔开100kHz。如定义那样的脉冲串可具有从100kHz至几十MHz的频率分量，并因此对发送器中的每个行都具有信号。由此，如果脉冲串被传过与前述滤波器排相似的滤波器排以检测所接收的列信号中的正弦波，则滤波器排输出将各自包含能够在行上发送的单个正弦波。

[0083] 透明显示器表面

[0084] 理想的是，使触摸表面与计算机显示器集成以使人能够与计算机产生的图形和图像交互。尽管可将前投影用于不透明的触摸表面并将后投影用于半透明的触摸表面，但现代平板显示器(LCD、等离子、OLED等)一般要求触摸表面是透明的。在一个实施例中，允许信号沿其传播的当前技术的行和列需要对这些信号具有传导性。在一个实施例中，允许射频信号沿其传播的当前技术的行和列需要是导电的。

[0085] 如果行和列不充分导电，则沿行/列的每单位长度的电阻将与每单位长度的电容结合以形成低通滤波器：被施加在一端的任何高频信号在沿不良导体传播时将被大量衰减。

[0086] 视觉上透明的导体是市场上有售的(例如氧化铟锡或ITO)，但透明度和传导性之间的权衡在对本文描述的低等待时间触摸传感器的某些实施例而言理想的频率下是成问题的：如果ITO足够厚以支持某些长度上的某些理想频率，它对于某些应用场合来说又不够透明。在一个实施例中，可完全地或至少部分地由石墨和/或碳纳米管形成行和/或列，石墨和/或碳纳米管都是高传导和透光的。

[0087] 在一个实施例中，行和/或列可由一条或多条细线形成，这些细线将可忽略的量的显示挡在后面。在一个实施例中，当观察其后面的显示时，细线过小而无法看见，或者至少过小而不至于形成视觉阻碍。在一个实施例中，可使用被布图在透明玻璃或塑料上的细银线来构成行和/或列。这些细线需要具有足够的横截面以沿行/列形成良好的导体，但期望

(对于后部显示器而言)这些线足够小并且足够分散以根据应用场合尽可能少地挡住下面的显示。在一个实施例中,基于下面的显示的像素尺寸和/或节距来选择细线尺寸。

[0088] 作为示例,新的Apple公司的Retina(视网膜)显示器包括大约300个像素/英寸,这导致一侧上大约80微米的像素尺寸。在一个实施例中,20厘米长(iPad显示器的长度)的20微米直径银线(其具有大约10欧姆的电阻)被用作如本文描述的低等待时间触摸传感器中的行和/或列和/或用作行和/或列的一部分。然而,这种20微米直径银线如果在视网膜显示器上伸长,则可能阻挡多达整个像素线的25%。因此,在一个实施例中,可将多个较细直径的银线用作列或行,它们可维持适当的电阻并相对于射频透入深度课题提供可接受的响应。这种多个较细直径的银线可敷设成一图案,该图案不是直的而是某种程度上不规则的。较薄的线的随机或不规则图案可能视觉侵入性较低。在一个实施例中,使用薄线网眼,网眼的使用将提高稳固性,包括对抗布图中的制造瑕疵。在一个实施例中,可将单个较薄直径的线用作行或列,假设该较薄线具有足够导电性以维持适当程度的电阻以及相对于射频透入深度课题的可接受的响应。

[0089] 图2示出具有菱形行/列网眼的行/列触摸表面的实施例。这种网眼图案被设计成为行和列提供最大和相等的表面积,同时允许两者之间的最小重叠。

[0090] 具有大于菱形之一的面积的触摸事件将覆盖行和列的至少一部分,这将允许行信号的一部分耦合到重叠的列中。在一个实施例中,菱形尺寸被设计成小于触摸工具(手指、笔等等)。在一个实施例中,行和列之间0.5cm间距对人的手指表现良好。

[0091] 在一个实施例中,将简单的方格线用作行和列。这样的方格将为行和列提供较少的表面积,但对于射频信号来说可能足够了,并提供可由接收器检测到的充分的不可忽略的耦合。

[0092] 在一个实施例中,如图2所示,可通过使用填满所指示形状的空间的随机细线连接网眼或通过将线网眼和另一透明导体(例如ITO)结合来形成行和列的“菱形图案”。在一个实施例中,可为长跨距导电性使用细线,例如跨过整个屏幕,并可为局部区域的导电性使用ITO,例如菱形区域。

[0093] 光学实施例

[0094] 尽管前面已讨论了实现所描述的快速多触摸技术的射频和电气方法,但也可采用其它介质。例如,信号可以是光信号(例如光),其具有针对行和列的波导或其它手段。在一个实施例中,用于光信号的光可以在可见区域、红外区域和/或紫外区域。

[0095] 在一个实施例中,行和列不包括携带射频信号的导电行和列,而是包括例如光纤的光波导,所述光波导由一个或多个光源给予,所述一个或多个光源产生正交信号并通过光耦合器耦合至波导。例如,光的不同且独特的波长可被注入到每个行光纤内。当人的手指触摸行光纤时,由于全内反射受阻,其中的一些光将泄漏(即耦合)到手指中。由于互逆的过程,来自手指的光可能随后进入列光纤之一,并传播至位于光纤端部处的检测器。

[0096] 在一个实施例中,光信号可通过不同波长的LED产生,或通过使用光滤波器产生。在一个实施例中,可采用定制的干扰滤波器。在一个实施例中,可使用光滤波器排检测出现在光纤列上的不同波长的光。在一个实施例中,可使用定制的干涉滤波器来实现这类光滤波器排。在一个实施例中,可使用落在可见光谱之外的波长的光(例如红外和/或紫外光)来避免将额外的可见光加至显示器。

[0097] 在一个实施例中，行和列光纤可被编织在一起以使手指能够同时地触摸它们。在一个实施例中，这种编织构造可做得如要求那样视觉透明的，以避免使显示器变得昏暗。

[0098] 快速多触摸后处理

[0099] 在已使用例如前述过程计算来自每列中的每行的信号强度之后，执行后处理以将作为结果的2-D“热图”转换成可用的触摸事件。在一个实施例中，该后处理包括下面四个过程中的至少一些：场平坦化、触摸点检测、插值和帧之间的触摸点匹配。场平坦化过程减去一偏移电平以去除行和列之间的串扰，并补偿特定行/列组合之间由于衰减造成的振幅差。触摸点检测过程通过寻找平坦化的信号中的局部最大值来计算粗略触摸点。插值过程通过将与粗略触摸点关联的数据拟合到抛物面来计算精细触摸点。帧匹配过程跨帧地将计算出的触摸点彼此匹配。下面，将依次描述四个过程中的每一个。另外披露了对每个处理步骤的一些实施方式的例子、可能的故障模式和结果。由于对非常低的等待时间的需求，这些处理步骤应当被优化和并行化。

[0100] 我们首先描述场平坦化过程。由于触摸表面和传感器电子器件的设计造成的系统性问题可能导致每个列接收的信号强度中的伪像。这些伪像可如下地进行补偿。首先，由于行和列之间的串扰，对每个行/列组合接收的信号强度将经历一偏移电平。为了良好的近似，该偏移电平将是恒定的并可被减去。

[0101] 其次，由于在给定行和列交叉点经校准的触摸造成的在一个列接收的信号的振幅将依赖于该特定的行和列，主要是由于信号沿行和列传播时的衰减。信号走得越远，就会有越多衰减，因此更远离发送器的列和更远离接收器的行在“热图”中比其对应物具有更低的信号强度。如果行和列的RF衰减低，则信号强度差可以是可忽略的和小的，或者不需要补偿。如果衰减高，则补偿可能是需要的或者可提高触摸检测的灵敏性或质量。一般来说，期望在接收器处测得的信号强度与在列中发送的信号量成线性关系。因此，在一个实施例中，补偿将涉及用对该特定行/列组合的校准常数乘以热图中的每个位置。在一个实施例中，可使用测量或估计以确定热图补偿表，该表同样可用来提供通过乘法的补偿。在一个实施例中，使用校准操作来创建热图补偿表。本文中使用的术语“热图”不需要实际的热图，相反，该术语可意指包含与这些位置对应的数据的至少二维阵列。

[0102] 在一示例性实施例中，整个场的平坦化过程如下。没有任何东西触摸该表面的话，首先在每个列接收器处测量每个行信号的信号强度。由于不存在触摸，所接收的整个信号基本上是由串扰造成的。测得的值(例如每个列上发现的每个行的信号的量)是需要从热图中的该位置被减去的偏移电平。然后，随着恒定的偏移被减去，在每个行/列交叉点放置一校准的触摸物体并在列接收器处测量该行的信号的信号强度。信号处理器可被配置成将触摸事件归一化至触摸表面上的一个位置的值。我们能任意地选择可能具有最强信号(由于其经历最少衰减)的位置，即最接近发送器和接收器的行/列交叉点。如果在该位置处的经校准触摸信号强度是S_N而对于每列和每行的经校准触摸信号强度为$S_{R,C}$，则如果我们将热图中的每个位置乘以$(S_N/S_{R,C})$，则所有触摸值将被归一化。对于经校正的触摸，热图中的任意行/列的归一化信号强度将等于1。

[0103] 场平坦化过程很好地并行化。一旦偏移值和归一化参数被测量和存储——这应当只需要做一次(或在维护间隔内再做一次)——每个信号强度一测量就可施加校正。图3示出场平坦化过程的一个实施例。

[0104] 在一个实施例中，可能需要定期地或在选择的维护间隔内校准每个行/列交叉点。在一个实施例中，可能对每个单元需要校准每行/列交叉点一次。在一个实施例中，可能对每个设计需要校准每行/列交叉点一次。在一个实施例中，尤其是在例如行和列的RF衰减很低的情形下，可能根本不需要校准每个行/列交叉点。此外，在沿行和列的信号衰减相当可预见的实施例中，可以仅从几个交叉点测量值来校准整个表面。

[0105] 如果触摸表面不经历许多衰减，则场平坦化过程将至少某种程度地对测量值进行归一化，但这可能具有一些副作用。例如，每个测量值上的噪声将随着其归一化恒定的变大而增加。本领域内技术人员将能理解，对于较低的信号强度和较高的衰减，这可能造成触摸点检测和插值处理的错误和不稳定。因此，在一个实施例中，要注意为最大的衰减(例如最远的行/列交叉点)提供足够的信号强度。

[0106] 我们现在转向触摸点检测。一旦热图被产生并且场被平坦化，可识别一个或多个粗略的触摸点。识别一个或多个粗略的触摸点是通过寻找归一化(平坦化)信号强度中的局部最大值来完成的。用于寻找一个或多个触摸点的快速和可并行方法牵涉到将归一化热图的每个要素与其邻近点作比较并且如果该要素完全大于所有邻近点则将其标记为局部最大值。在一个实施例中，如果一个点完全地大于其所有邻近点并高于一给定阈值，则将其识别为局部最大值。

[0107] 以多种方式限定这组邻近点落在本公开的范围内。在一个实施例中，最近的邻近点是通过冯诺依曼邻近法定义的。在一个实施例中，最近的邻近点是通过摩尔邻近法定义的。冯诺依曼邻近法可包括与中心处的该要素垂直地和水平地相邻的四个要素(即该要素东南西北四个位置的要素)。这也被称为“四-相连”邻近法。更复杂的(即更大的)冯诺依曼邻近法也是可行的并且可被使用。摩尔邻近法可包括与中心处的该要素垂直地、水平地和对角地相邻的八个要素(即该要素东、南、西、北、东北、西北、东南和西南位置的要素)。这也被称为“八-相连”邻近法。

[0108] 所选择的邻近法将依赖于用来计算精细触摸点的插值方案。这在下面更详细地予以解说。

[0109] 在给定的邻近点比较中，可能存在特殊情形，其中要素的归一化信号强度严格地等于其一个或多个邻近点，或在噪声电平所允许的容限内。在一个实施例中，这些对中没有一个点被认为是触摸点，即便它们具有高于阈值的值。在一个实施例中，这些对中的两个点被认为是触摸点。在一个实施例中，其中两个或更多个邻近点具有大致相同值的区域被视为一个触摸事件。在一个实施例中，其中两个或更多个邻近点具有大致相同值的区域被视为与其中可找到单个局部最大值的区域不同类型的触摸事件(例如可能某人用手腕接触触摸表面)。

[0110] 现在转向插值过程。一旦已确定(即识别)粗略触摸点，则可使用插值来计算精细触摸点。在一个实施例中，分布式触摸的电容性接触被拟合到具有最大值的模型函数。在一个实施例中，模型函数是在二维或更多维上的二次函数。在一个实施例中，该二次函数是抛物面。在一个实施例中，抛物面模型是对于可用于接触触摸表面的多种物体(例如手指或笔)的可接受的近似。此外，如下所述，抛物面模型是相对非计算密集的。在一个实施例中，可使用更复杂或更计算密集的模型以从平坦化的热图中提供对触摸的更准确估计。为了下面的解释，以抛物面作为解说性示例，但本领域内技术人员将能理解，为了插值可采用其它

模型，包括具有更大或更小复杂度的模型。

[0111] 图4示出在示例性局部最大值周围的冯诺依曼邻近点。对于四相连的或冯诺依曼邻近点，相关点将看上去像图示那些点，中心要素是局部最大值而下标是相对于它的特定要素的坐标。五个要素的信号强度的位置使我们能将它们运用到定义抛物面的下列方程：

[0112] $Ax^2+Cy^2+Dx+Ey+F=z$

[0113] 其中x和y是要素的位置，z是要素的信号强度，而A、C、D、E和F是二次多项式的系数。相对于中心点，所有要素x、y位置是恒定的。z值是在每个要素测得的信号强度，并因此是已知的。在一个实施例中，可使用五个联立方程来求解五个未知的多项式系数。每个方程代表五个点中的一个，其包括中心点及其四个邻近点。

[0114] 在一个实施例中，可采用冯诺依曼式矩阵来求解多项式系数，如下：

[0115] $$\begin{bmatrix} x_{0,1}^2 & y_{0,1}^2 & x_{0,1} & y_{0,1} & 1 \\ x_{-1,0}^2 & y_{-1,0}^2 & x_{-1,0} & y_{-1,0} & 1 \\ x_{0,0}^2 & y_{0,0}^2 & x_{0,0} & y_{0,0} & 1 \\ x_{1,0}^2 & y_{1,0}^2 & x_{1,0} & y_{1,0} & 1 \\ x_{0,-1}^2 & y_{0,-1}^2 & x_{0,-1} & y_{0,-1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{0,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{0,-1} \end{bmatrix}$$

[0116] 用值代入要素位置，我们得到：

[0117] $$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{0,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{0,-1} \end{bmatrix}$$

[0118] 然后通过对恒定冯诺依曼式矩阵作逆变换来求解多项式系数：

[0119] $$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & -2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -2 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0120] 这得到：

[0121] $$\begin{bmatrix} A \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & -2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -2 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_{0,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{0,-1} \end{bmatrix}$$

[0122] 在一个实施例中，这些多项式系数是信号强度的线性组合并且是牵涉到负和单偏移的唯一简单乘数，需要计算这些多项式系数；因此，它们可在FPGA或ASIC中高效地计算出。

[0123] 在抛物面的最大值处，下面两个偏导数均为零：

[0124] $\frac{\partial x}{\partial z} = 2Ax + D = 0$ 和 $\frac{\partial y}{\partial z} = 2Cy + E = 0$

[0125] 这将发生在点x_f、y_f，其中：

[0126] $x_f = -\frac{D}{2A}$和$y_f = -\frac{E}{2C}$

[0127] 由此，在一个实施例中，将邻近点数据拟合到抛物面，并因为抛物面具有一个最大值，因此该最大值被用作精细触摸点的位置。在利用四相连邻近点的实施例中，值x_f和y_f是彼此独立的，其中x_f仅依赖于中心点左侧和右侧的要素的信号强度，而y_f仅依赖于在其上方和下方的要素的信号强度。

[0128] 图5示出展示在局部最大值周围的摩尔或八相连的邻近点。对于这种四相连的或摩尔邻近点，相关点将看上去像图示那样，中心要素是局部最大值而下标是相对于它的特定要素的坐标。九个要素的位置和信号强度可被拟合至抛物面方程。由于本例中相比之前的例子更多输入数据可用，因此可部署某种程度上更复杂的抛物面方程：

[0129] $Ax^2+Bxy+Cy^2+Dx+Ey+F=z$

[0130] 该方程具有增加的xy交叉项和新的B系数，它允许模型沿着x、y以外的方向上的延长线进行补偿。同样，相对于中心点，所有要素x、y位置是恒定的并且z值是已知的。九个联立方程(每个要素一个)可用来确定(即超额确定)六个未知的多项式系数。九个联立方程(每个要素一个)可用来确定(即超额确定)六个未知的多项式系数。可使用最小二乘技术来求解六个未知的多项式系数。

[0131] 可使用冯诺依曼式矩阵来拟合多项式。不同于前面描述的实施例，阵列是非正方形的，它具有九个行和六个列。

[0132]
$$\begin{bmatrix} x_{-1,1}^2 & xy_{-1,1} & y_{-1,1}^2 & x_{-1,1} & y_{-1,1} & 1 \\ x_{0,1}^2 & xy_{0,1} & y_{0,1}^2 & x_{0,1} & y_{0,1} & 1 \\ x_{1,1}^2 & xy_{1,1} & y_{1,1}^2 & x_{1,1} & y_{1,1} & 1 \\ x_{-1,0}^2 & xy_{-1,0} & y_{-1,0}^2 & x_{-1,0} & y_{-1,0} & 1 \\ x_{0,0}^2 & xy_{0,0} & y_{0,0}^2 & x_{0,0} & y_{0,0} & 1 \\ x_{1,0}^2 & xy_{1,0} & y_{1,0}^2 & x_{1,0} & y_{1,0} & 1 \\ x_{-1,-1}^2 & xy_{-1,-1} & y_{-1,-1}^2 & x_{-1,-1} & y_{-1,-1} & 1 \\ x_{0,-1}^2 & xy_{0,-1} & y_{0,-1}^2 & x_{0,-1} & y_{0,-1} & 1 \\ x_{1,-1}^2 & xy_{1,-1} & y_{1,-1}^2 & x_{1,-1} & y_{1,-1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{-1,1} \\ z_{0,1} \\ z_{1,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{-1,-1} \\ z_{0,-1} \\ z_{1,-1} \end{bmatrix}$$

[0133] 冯诺依曼式矩阵的所有条目是恒定的，并且这些值是已知的，因此代入到恒定的值，得到：

[0134] $$\begin{bmatrix}1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 1\\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1\\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1\\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}A\\ B\\ C\\ D\\ E\\ F\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}z_{-1,1}\\ z_{0,1}\\ z_{1,1}\\ z_{-1,0}\\ z_{0,0}\\ z_{1,0}\\ z_{-1,-1}\\ z_{0,-1}\\ z_{1,-1}\end{bmatrix}$$

[0135] 由于冯诺依曼式矩阵是非正方形的，因此它无法被逆变换以求解多项式系数。然而，它可使用其摩尔-彭罗斯伪逆变换并对多项式系数执行最小二乘拟合来求解。在一个实施例中，伪逆变换被定义为：

[0136] $\mathrm{pinv}(X)=(XTX)^{-1}X^{T}$

[0137] $$\mathrm{pinv}\begin{bmatrix}1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 1\\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1\\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1\\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1\\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1\\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1\end{bmatrix}=\frac{1}{36}\begin{bmatrix}6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6\\ -9 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & -9\\ 6 & 6 & 6 & -12 & -12 & -12 & 6 & 6 & 6\\ -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6\\ 6 & 6 & 6 & 0 & 0 & 0 & -6 & -6 & -6\\ -4 & 8 & -4 & 8 & 20 & 8 & -4 & 8 & -4\end{bmatrix}$$

[0138] 给出：

[0139] $$\begin{bmatrix}A\\ B\\ C\\ D\\ E\\ F\end{bmatrix}=\frac{1}{36}\begin{bmatrix}6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6\\ -9 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & -9\\ 6 & 6 & 6 & -12 & -12 & -12 & 6 & 6 & 6\\ -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6\\ 6 & 6 & 6 & 0 & 0 & 0 & -6 & -6 & -6\\ -4 & 8 & -4 & 8 & 20 & 8 & -4 & 8 & -4\end{bmatrix}\begin{bmatrix}z_{-1,1}\\ z_{0,1}\\ z_{1,1}\\ z_{-1,0}\\ z_{0,0}\\ z_{1,0}\\ z_{-1,-1}\\ z_{0,-1}\\ z_{1,-1}\end{bmatrix}$$

[0140] 这些多项式系数是信号强度的线性组合。乘法运算稍微更复杂些，但许多乘数可作为因数取出并在快要计算结束时施加一次。这个步骤的目的是寻找抛物面的最大值。因此，所有的比例因数是不相关的，并且只需要将注意力放在使函数最大化的相对值和变量上，在一个实施例中，许多操作能够消除，由此提高实施效率。

[0141] 如前所述，精细触摸点被假设在抛物面的最大值处，在那里两个偏导数为零；

[0142] $$\frac{\partial x}{\partial z}=2Ax+By+D=0\text{和}\frac{\partial y}{\partial z}=Bx+2Cy+E=0$$

[0143] 这将发生在点x_f、y_f，其中：

[0144] $x_f=(BE-2CD)/(4AC-B^2)$和$y_f=(DB-2AE)/(4AC-B^2)$

[0145] 对于八相连邻近点，值x_f、y_f不彼此独立。两者均依赖于所有八个邻近点的信号强度。由此，该方法可能具有增加的计算负担，并可能使某些信号强度组合产生对于精细触摸

点的奇异值。在对八个摩尔邻近点使用最小二乘法的实施例中，这种实施方式对于噪声信号强度值更为稳固。换句话说，在一个实施例中，一个信号强度的小误差将通过计算中使用的数据增加量和该数据的自一致性(self-consistency)而被补偿。

[0146] 此外，八相连的邻近点提供B系数——一段额外的信息——它作为用户接口的一部分可能证明是有益的。可使用xy交叉项的B系数以表征所拟合的抛物面的非对称性，连同A和B系数中相干的纵横比信息，这将允许软件来确定触摸发生在角度。

[0147] 图6示出具有椭圆形截面的示例性触摸点，它可通过在特定z值处截短该抛物面来获得。a和b的值可从多项式的A和C系数获得，并且它们可提供关于触摸表面的物体的纵横比的信息。例如，手指或笔不一定是圆对称的，并且a和b的比值将提供关于其形状的信息。

[0148] 知晓角度φ能提供关于椭圆方位的信息，并例如可指示手指或笔指向的方式。φ可从通过下式给出的2×2矩阵M的本征值和本征向量中计算出：

[0149] $$M = \begin{bmatrix} A & B/2 \\ B/2 & C \end{bmatrix}$$

[0150] 该矩阵将具有两个本征值和两个本征向量。与最大本征值关联的本征向量将沿椭圆的长轴方向指向。另一本征向量将沿短轴方向指向。本征值λ_1和λ_2可如下地计算出：

[0151] $$\lambda_i = \frac{\mathrm{tr}(M) \pm \sqrt{\mathrm{tr}(M)^2 - 4\det(M)}}{2}$$

[0152] 其中tr(M)是矩阵M的迹，它等于AC，而det(M)是矩阵M的行列式，它等于$AC-B^2/4$。

[0153] 一旦获得本征值，我们可使用凯莱-哈密顿定理来计算本征向量。与λ_1关联的本征向量是矩阵$M-\lambda_2 I$的列中的任一个，而与λ_2关联的本征向量是矩阵$M-\lambda_1 I$的列中的任一个。注意本征值下标的颠倒。椭圆的长轴相对于我们的坐标系的x轴成的角度φ是本征向量的斜率的反正切。本征向量的斜率只是Δy/Δx。

[0154] 如前面讨论的那样，插值步骤需要例如使用从平坦化的热图获得的数据来确定精细触摸点，但不仅限于前面讨论的解说性抛物面模型。确定精细触摸点的目的在于允许后处理器提供触摸点的更好粒度，并尤其提供超出传感器的交叉点的粒度。换句话说，经建模和插值的精细触摸点可直接地坐落在行/列交叉点上，或座落在这些交叉点之间的任何位置。在模型的准确性及其计算要求之间可能存在权衡，同样地，在模型的准确性及其提供与实际触摸对应的经插值的精细触摸点的能力之间也可能存在权衡。因此，在一个实施例中，在提供经插值的触摸点和实际触摸之间的充分对应的同时选择需要最小计算负载的模型。在一个实施例中，选择在经插值的触摸点和实际触摸之间需要充分对应的模型，并选择处理硬件以适应模型的计算负载。在一个实施例中，选择不超出预选择的硬件和/或触摸接口上运行的其它软件的计算能力的模型。

[0155] 转向帧匹配过程，为了随着时间流逝正确地跟踪在触摸表面上移动的物体，重要的是，使计算出的触摸点跨帧边界地彼此匹配并由此随着物体在触摸表面上移动而跟踪它。换句话说，一个帧中每个计算出的触摸点应当在后一帧中被识别，或者具有另一配置(例如被移除)。尽管存在一般情形下可能无法解决的根本上困难的问题，一个实施例可使用几何和物理定律两种方式来实现。由于与触摸表面接触的这些项具有有限尺寸并根据某些物理原理移动，某些情形因为落在似合理的范围内而可被忽略。此外，在一个实施例中，

帧速率应当足以允许具有合理确定性的物体跟踪(即帧-帧触摸点跟踪)。因此,例如在拟被跟踪的物体或者已知在最大速率下移动跨过触摸表面或者跟踪被设计成仅跟踪物体高至最大速率的情形下,可选择允许用合理的确定性跟踪的帧速率。例如,如果跨触摸表面的多个行或列的移动的最大速率为例如每秒1000行或列,则1000Hz的帧速率将"看到"不超过1行或列/帧的物体移动。在一个实施例中,触摸点插值(如前面讨论的)可提供触摸点位置的更精确测量,并因此内行和内列位置容易识别,如本文中更详细描述的那样。

[0156] 手指和笔具有最小尺寸并且不大可能彼此足够地接近以造成不清楚的情形。它们也可以人的手臂或其身体部分(例如手腕、手肘、手指等)的运动的速度特征行进,这限制了问题。由于当前披露的传感器的触摸表面具有相对高的更新率,该更新率在一个实施例中可以大约为一千赫或更高,因此在从一帧至下一帧的更新周期内触摸表面的手指和笔无法移动到非常远或在极端角度下移动。由于有限的距离和角度,根据当前实施例跟踪可某种程度地被简化。

[0157] 在一个实施例中,随时间地跟踪在触摸表面上移动的物体是通过将来自一个帧的数据与一个或多个过往帧进行比较而实现的。在一个实施例中,关于过往帧的数据(例如热图)可被保持在临时缓存内。在一个实施例中,关于过往帧的经处理数据(例如场平坦化的热图或拟合的多项式系数)可被保持在临时缓存内。在一个实施例中,被保存在临时缓存内的关于过往帧的数据可包括或构成由在之前帧内对每个精细触摸点的经插值的精细触摸点坐标以及关于这些精细触摸点的之前运动的向量(在这些精细触摸点存在的情况下)。临时缓存可保存关于一个或多个过往帧的数据,并且当其不再与之后的计算有关时可停止保存数据。

[0158] 在一个实施例中,帧匹配处理一开始假设当前帧i内的物体触摸点可能是几何上最接近该帧的之前帧(例如i-1)内的触摸点。

[0159] 在一个实施例中,关于触摸点运动的数据(例如速度和方向)联系一个或多个帧被确定并存储。在一个实施例中,关于触摸点运动的数据被用来预测该触摸点在下一帧的可能位置。关于触摸点运动的数据可包括例如速度或位置变化,并可来自一个或多个之前的帧。在一个实施例中,预测帧内可能的位置是通过考虑两个帧之间的运动来完成的——由此得出每个帧的位移及其方向。在一个实施例中,预测帧内的可能位置是通过考虑三个或更多个帧内的运动来完成的。使用来自三个或更多个帧的精细触摸点位置信息可得到更精确的预测,因为它除了考虑每帧的位移和方向外也把加速度和方向变化考虑在内。在一个实施例中,更多权重相比较老的帧数据被分配给更新近的帧数据。帧匹配过程则可一开始假设物体在当前帧i内的触摸点对应于之前帧(即i-1)内的触摸点,该触摸点关联于最接近当前帧的触摸点的预测的可能位置。

[0160] 在一个实施例中,关于触摸点尺寸(大小)的数据(例如抛物面的A和C系数)联系一个或多个帧被确定并存储。帧匹配过程可一开始假设当前帧i内的给定物体的尺寸对应于之前帧(即i-1)内的该物体的尺寸。

[0161] 在一个实施例中,关于触摸点随时间的尺寸(大小)变化的数据联系一个或多个帧被确定并存储。在一个实施例中,关于帧内触摸点尺寸变化的数据(例如从最后一个帧算起,或在多个帧内)被用来预测触摸点在下一帧内的可能尺寸。帧匹配过程则可一开始假设物体在当前帧i内的物体可能对应于之前帧(即i-1)内的物体,该物体关联于最接近当前帧

内的触摸点的尺寸的预测的最可能的尺寸。

[0162] 在一个实施例中，关于触摸点随时间的旋转取向变化的数据(例如抛物面的B系数)联系一个或多个帧被确定并存储。在一个实施例中，关于帧内触摸点旋转取向的数据(例如从最后一个帧算起，或在多个帧内)被用来预测该触摸点在下一帧内的旋转取向。帧匹配过程则可一开始假设物体在当前帧i内的物体可能对应于之前帧(即i-1)内的物体，该物体关联于最接近当前帧内的触摸点的尺寸的预测的最可能的尺寸。在一个实施例中，触摸点的旋转取向可允许旋转的单触摸点控制(例如单指控制)，因此例如一个手指在屏幕上的旋转可提供充分的信息以例如旋转视图——这个功能一般需要与触摸表面接触的两个旋转点。使用表述随时间的旋转取向的数据，可计算出旋转速度。类似地，关于旋转取向或旋转速度的数据可用来计算旋转加速度。由此，旋转速度和旋转加速度均利用旋转取向。可对一触摸点计算旋转取向、旋转速度和/或旋转加速度并通过或使用帧匹配处理予以输出。

[0163] 在一个实施例中，帧匹配的启发包括改变触摸点的距离和速度向量。在一个实施例中，帧匹配的启发(heuristics)包括下面一个或多个：

[0164] 帧i+1内的物体触摸点可能是几何上最接近它的帧i内的触摸点；

[0165] 物体在帧i+1内的触摸点可能是帧i内最接近该点的触摸点，在那里它将被预测为给定的物体的速度历史；以及

[0166] 物体在帧i+1内的触摸点将与其在帧i内的触摸点具有相同尺寸。

[0167] 可使用历史数据的其它组合而不脱离本公开的范围。在一个实施例中，之前位置和速度历史两者均可用于启发帧匹配过程。在一个实施例中，之前位置、速度历史和尺寸历史可用于启发帧匹配过程。在一个实施例中，之前位置和另一历史信息可用于启发帧匹配过程。在一个实施例中，多个帧上的历史信息被用于启发帧匹配过程。鉴于前面的公开内容，本领域内技术人员将清楚知道其它组合方式。

[0168] 快速多触摸减噪

[0169] 在一个实施例中，提供了方法和系统以克服其中噪声造成与快速多触摸(FMT)传感器干涉或幽灵接触(phantom touch)的某些状况。在前述传感器的实施例中，行具有在其上发送的信号并且发送的信号被耦合至在一个或多个触摸附近的列，当一个或多个触摸被施加至传感器表面或其附近时。(在某些情形下，一个或多个触摸可造成列中的行信号减少。)触摸位置是通过从列读取信号并确定其中产生信号的行而予以确定的。

[0170] 当如前所述的传感器被用于存在某些状况(例如电磁噪声)的情形时，可使列从另一源接收信号，该信号可能与由设备的其中一个行产生的已知信号混淆。在这种情形下，设备可报告幽灵接触，由此确定列中接收的信号不是来自一个行，事实上也不是来自这个行。当前实施例提供用于减少或消除这些幽灵接触发生的方法和设备。

[0171] 由此，在传感器的实施例中，设备的行和列两者均被配置成既发送独特信号又接收分别来自设备的列或行的信号。在一个实施例中，来自给定列中的行N的检测信号可被认为是触摸，如果该列的发送信号在行N中被同时检测到的话。换句话说，行和列两者必须顺序地接收对方的发送信号以使设备报告在行和列的交叉点的触摸。在不以如此方式匹配的行或列中接收的信号可以作为例如来自外部源的噪声而被拒绝。在一替代实施例中，给定列中从行N检测出的信号和行N中从给定列检测出的信号均可被认为是触摸，不管是否发现匹配。尽管这种配置可能无法提供前述匹配的益处，但它可为传感器提供增加的灵敏性。

[0172] 在一个实施例中，可在所有行和列上发送独特的信号。在一个实施例中，可在多个行的一个或多个子集中的每个行上发送独特的信号。在一个实施例中，可在多个列的一个或多个子集中的每个列上发送独特的信号。在一个实施例中，所有行和列被配置成检测独特的信号。在一个实施例中，多个行的一个或多个子集中的每个行被配置成检测独特的信号。在一个实施例中，多个列的一个或多个子集中的每个列被配置成检测独特的信号。

[0173] 图7示出根据触摸传感器的一个实施例的快速多触摸传感器700的某些原理。发送器和接收器702被附连至每个行，而发送器和接收器703被附连至每个列。如702所示的发送器可分立于如703所示的发送器或者作为与如703所示的发送器相同的部件的一部分。同样，如702所示的接收器可分立于如703所示的接收器或者作为与如703所示的接收器相同的部件的一部分。在702、703的发送器本身可以是分立部件或可仅包括与诸如信号发生器的信号源的连线，或者可以是信号发生器的一部分。同样，如702和703所示的接收器可以是分立部件或者仅包括与信号处理器的连线，或者是信号处理器的一部分。附图标记704表示发送的行信号和接收的行信号两者，而标号705表示发送的列信号和接收的列信号两者。发送的行信号的至少一个子集被设计成正交的，即彼此可分隔和可区别的。同样，所发送的列信号的至少一个子集被设计成相对于彼此正交的。接收器被设计成接收发送信号中的任何一个、或者发送信号的任意组合，而信号处理器被配置成个别地测量列或行上出现的至少一些正交信号的量。在一个实施例中，在行上发送的每个正交信号可由列的接收器/信号处理器接收和测量，而在列上发送的每个正交信号可由行的接收器/信号处理器接收和测量。如前所述，图中示出接收器和信号处理器之间的区别是为了方便读者理解，就像信号发生器和接收器之间的区别一样。例如，行或列可直接地连接至信号处理器，并因此信号处理器也充当接收器，类似地，行或列可连接至信号发生器并因此信号发生器可充当发送器。在一个实施例中，所有信号发生器和接收器/信号处理器可被集成在同一混合信号ASIC内。

[0174] 一般来说，在当前传感器中，当行和列不经受触摸事件时相对于当它们受到触摸事件时，耦合在行和列之间的信号改变。在一个实施例中，行和列被配置成：当它们不受触摸事件作用时，较低的量或可忽略的量的信号被耦合在它们之间，相反，当它们受触摸事件作用时，较高的量或不可忽略的量的信号被耦合在它们之间。在一个实施例中，行和列被配置成：当它们受触摸事件作用时，较低的量或可忽略的量的信号被耦合在它们之间，相反，当它们不受触摸事件作用时，较高的量或不可忽略的量的信号被耦合在它们之间。在一个实施例中，当行和列不经受触摸事件时相对于当它们经受触摸事件时，耦合在行和列之间的信号改变了。如前面讨论的那样，术语“触摸”或“触摸事件”不需要物理接触，而是对传感器产生影响的事件(但不是噪声)和耦合信号电平产生影响的事件。在这个方面，悬置被认为是触摸事件。此外，本文中使用的信号的“电平”或“量”不仅包括离散的预定电平，还包括相对的信号量、信号量的一定范围、在一时间间隔或在作出触摸事件确定时动态地确定的信号量，或其任意组合。由此，在一个实施例中，当前传感器和配置能够识别起因于耦合在一个或多个行和一个或多个列之间的信号变化的触摸事件。

[0175] 下文中，为便于说明书的理解，将使用术语“发送导体”和“接收导体”。发送导体可以是携带例如来自信号发生器的信号的行或列。在这一点上，本文中使用的“导体”不仅包括电导体而且包括信号在其上流动的其它路径。接收导体可以是这样的行或列：它们携带当触摸事件发生在接收导体附近时起因于触摸事件耦合的信号，但不携带当没有触摸事件

发生在接收导体附近时起因于触摸事件的信号。在一个实施例中，接收器/信号处理器测量在接收导体上正交发送的信号的每一个的量，这些信号起因于触摸事件的耦合。测量该量允许识别一触摸事件。接收器/信号处理器可包括DSP、滤波器排或其组合。在一个实施例中，接收器/信号处理器是提供与正交信号对应的频带的梳状滤波器。

[0176] 由于在行-列交叉点附近的任何触摸事件可能改变列上出现的行信号和行上出现的列信号两者，因此在一个实施例中，不具有相应行或列对应物的列或行上的任何信号可以被拒绝。在一个实施例中，如果在相应的行接收器/信号处理器接收到相应的列信号，则在列接收器/信号处理器接收的行信号被用于定位或识别触摸事件。例如，如果列C的发送信号在行R中也被检测到，列C中来自行R的检测信号仅被认为由触摸事件造成。在一个实施例中，列C和行R同时发送信号，该信号与其它行和列信号正交并且彼此正交。在一个实施例中，列C和行R不同时发送信号，相反，列C和行R中的每一个在分配的时间段内发送其信号。在该实施例中，这些信号只需要与在同一时间段内发送的其它信号正交。

[0177] 如图所示，可使用单个信号发生器来产生行和列两者的正交信号，并可使用单个信号处理器处理从行和列两者接收的信号。在一个实施例中，一个信号发生器专门产生行信号，而一个分开的信号发生器专门产生列信号。在一个实施例中，多个信号发生器专门产生行信号，同样，不同的多个信号发生器专门产生列信号。同样，在一个实施例中，一个信号发生器专门处理行信号而一个不同的信号发生器专门处理列信号。在一个实施例中，多个信号发生器专门处理行信号，同样，不同的多个信号发生器专门处理列信号。

[0178] 在一个实施例中，每个接收导体关联于一滤波器排，该滤波器排充当其接收器和信号处理器，该滤波器排适于在多个正交信号之间作出区别。在一个实施例中，与接收导体行关联的滤波器排适于在所有正交信号之间作出区别，这些正交信号可能起因于与接收导体行关联的触摸事件；同样，与接收导体列关联的滤波器排适于在所有正交信号之间作出区别，这些正交信号可能起因于与接收导体列关联的触摸事件。

[0179] 在一个实施例中，每行和每列可关联于一个信号，并且与每行或每列关联的信号相对于其它每行或每列的信号是独特的和正交的。在这一实施例中，可同时地“发送”所有行和列信号。在要求设计或其它约束条件的情形下，或者在希望使用比每行和每列一个信号更少的信号的情形下，可采用时分复用。

[0180] 图8示出具有三个行和四个列的发送方案的简化例。在该图示实施例中，每行和每列可关联于一个信号，并且与每行或每列关联的信号相对于其它每行或每列的信号是独特的和正交的。具体地说，信号A、B和C与行1、2和3关联，而信号D、E、F和G与列1、2、3和4关联。在该实施例中，可同时地“发送”所有行和列信号，每个行和列充当发送导体，并同时使每个行和列充当接收导体，并因此能够同时处理起因于触摸事件的所有信号。

[0181] 图9示出具有三个行和四个列的另一发送方案的简化例。在该解说性实施例中，每个行关联于一信号，并且与每个行关联的信号相对于每个其它行的信号是独特的和正交的，并且每个列关联于一信号，并且与每个列关联的信号相对于每个其它列的信号是独特的和正交的。然而，在图示实施例中，关联于行的信号与关联于列的信号不全部正交，例如信号A用于行和列两者。这里，在第一时间段T1，信号在行上被发送并在列上被接收，而在第二时间段T2，在列上被发送并在行上被接收。如此，对于这种实施方式只需要四个正交信号，而不是七个。

[0182] 图10示出具有三个行和四个列的又一发送方案的简化例。在该图示实施例中，每行和每列关联于一个信号，并且与每行和每列关联的信号相对于其它每行和每列的信号是独特的和正交的。然而，在图示实施例中，即使关联于行的信号全部与关联于列的信号正交，约束条件或其它设计考虑因素可能希望对信号的发送作时分复用。这里同样，在第一时间段T1，信号在行上被发送并在列上被接收，而在第二时间段T2，在列上被发送并在行上被接收。这一实施例可能是有用的，例如在可供发送的频率范围可能受到限制并且分离对接收而言是重要的情形下。因此，可如下地作出分配，由此对同时发送的信号实现更好的分离：

[0183]

行 A：	5.001 MHz
行 B：	5.003 MHz
行 C：	5.005 MHz
列 D：	5.000 MHz
列 E：	5.002 MHz
列 F：	5.004 MHz
列 G：	5.006 MHz

[0184] 图11示出具有三个行和八个列的发送方案的简化例。在该图示实施例中，每个行关联于一信号，并且与每个行关联的信号相对于每个其它行的信号是独特的和正交的，但这些列共享与行信号重叠的独特正交信号，如图所示。在图示实施例中，采用三个时间段来确保只有独特的正交信号被同时发送，并因此，滤波器排或其它信号处理器可根据这些教义定位触摸事件。

[0185] 图12A示出在具有四个行和八个列的传感器内的多组列内和同样多组行内运用的时分复用的例子。在该例中，在时间段T1，正交频率A、B在第一组行上发送而正交频率C、D在第一组列上发送。在时间段T2，正交频率A、B在第二组行上发送而正交频率C、D在第二组列上发送。正交频率C、D在后继的时间段T3内在第三组列上发送，而正交信号C、D在后继的时间段T4内在第四组列上发送。可选择地，正交频率A、B可在时间段T3和/或T4内在第一组或第二组行上发送，以例如及时地提供触摸事件的更大分辨率。

[0186] 图12B示出具有四个行和八个列的另一发送方案的简化例。在该图示实施例中，仅使用两个正交信号A、B。在图示实施例中，采用六个时间段来确保尽管可通过发送两个独特的正交信号，但没有一个无法一次地在一个以上的发送导体上发送。如图所示，A和B在第一时间段内在行1、2上发送，在第二时间段内在列1、2上发送，在第三时间段内在列3、4上发送，以此类推。

[0187] 影响正交信号发生和发送方案的选择的因素例如不构成限制地包括：传感器内的行数和列数、传感器的要求分辨率、行和列的材料和尺寸、可用的信号处理功率以及系统的最小可接受等待时间。可作出许多其它变型，并且它们落在本公开和所附权利要求书的范围和精神内。例如，本领域内技术人员将理解在独特正交信号数和由给定触摸检测系统采用的时间段数量之间选择可能作出的各种权衡，然而假设多个信号在同一时间段内发送并且这些多个信号的每一个与在该时间段内发送的所有其它信号正交。

[0188] 如前面提到的，特定列上的列接收器Rx可接收在一个或多个行导体上发送的正交信号，并且该信号可由信号处理器使用以确定对触摸事件耦合作出响应的行导体，由此得到行-列坐标。除了在一个或多个行上发送的正交信号，列接收器Rx可以“看到”源自列发送器Tx的信号，并且其振幅可能相当大，并因此可与较低振幅信号的处理形成干涉，所述较低振幅信号具有行和列的横越部分。在一个实施例中，当前披露的系统和方法允许从通过列接收器Rx处理的信号中去除列发送器Tx信号。由此，在一个实施例中，由列发送器Tx送出的正交信号可从在列接收器Rx接收的信号中被减去。这种减法可通过下列电路电气地提供：该电路包括逆变器，该逆变器被配置成使由列发送器Tx发送的信号的逆变换加至由列接收器Rx接收的信号，由此从接收的列信号中减去所发送的列信号。可替代地在信号处理器中提供这种减法函数(图7)。

[0189] 可能的信道的动态分配

[0190] 计算机系统中的触摸传感器的感知质量依赖于高的信噪比，其中用户输入信号很好地从环境电磁噪声中被分辨出来。这种电磁噪声可源自触摸传感器是其一部分的计算机系统中的其它组件(例如LCD信息显示器)或源自用户外部环境中的伪像或天然信号(例如来自设备的外部AC充电器的不想要信号)。这些不想要的电磁信号可能由触摸传感器错误地检测成用户输入，并由此产生错误或带噪声的用户命令。

[0191] 在一个实施例中，系统和方法使得触摸传感器能够减小或消除这些错误或带噪声的读数并维持高信噪比，即使它接近于来自其它计算机系统的干扰电磁噪声或不想要的外部信号。该方法也可用来动态地重新配置信号调制方案，由此在给定时间点驾驭触摸传感器的选择部分或整个表面积，从而降低传感器的总功耗，同时仍然就并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面优化传感器的总体性能。

[0192] 当运用到其性能依赖于电磁信号的准确读数的电容性触摸传感器时，尤其对于利用频分复用(FDM)以增加扫描速率和降低对计算机系统的报告触摸输入事件的等待时间的电容性触摸传感器，本系统和方法的实施例尤为有利。在这个方面，本实施例可被运用至申请人于2013年3月15日提交的题为“Low-Latency Touch Sensitive Device(低等待时间触敏设备)”的美国专利申请No.13/841,436和2013年11月1日提交的题为“Fast Multi-Touch Post Processing(快速多触摸后处理)”的美国专利申请No.14/069,609所披露的那些传感器，它们将电容性频分复用触摸传感器考虑作为一个实施例。

[0193] 动态分配过程的实施例

[0194] 步骤1：合理地识别触摸信号和噪声

[0195] 当已知没有用户正在触摸传感器时，或者如果实际触摸信号是合理地已知的(即如果已知触摸表面的一些部分正被触摸而其它部分未被触摸)，触摸传感器可分析其接收的所有信号。

[0196] 可通过分析来自传感器本身、比如加速度计的其它常见计算机输入传感器的读数、计算机系统的功率状态(例如计算机是否处于“休眠状态”等)、来自当前在计算机系统上运动的软件应用的事件流等的组合来形成和加强触摸传感器是否正被触摸或者哪里正被触摸的这些判断。这种分析过程依赖于来自计算机系统中的一个以上传感器的数据以得出关于系统状态、系统组件的状态或在本领域内用户通常叫作“传感器融合”的状态的结论。

[0197] 通过关于已知手部触摸的分析判断，传感器接收的所有信号可随后与对这些已知触摸接收的信号进行比较。在传感器已测量的信号与应当已经被测量的那些信号(假设关于当前或之前触摸事件是已知的)之间作为结果的差异则可用来减轻噪声和干扰。

[0198] 在该方法的实施例中，对干扰信号的这种测量的一些可发生在设计时间，至少对在设计时间将可是预测的其干扰部分而言。在该方法的另一实施例中，一些测量可发生在制造或测试时间。在另一实施例中，当合理地已知用户没有接触触摸传感器时，一些测量可发生在使用前阶段。在另一实施例中，当用户正在已知位置接触传感器时，一些测量可能发生。在另一实施例中，当由其它传感器或以算法方式预测出用户未接触触摸表面时，一些测量可能发生在用户触摸之间的时间。

[0199] 在另一实施例中，一些测量可通过软件统计地发生，该软件可计量一用户的触摸的统计图案和可能性。例如，用户接口(UI)可具有被布置在触摸表面上仅某些位置处的按钮，由此这些位置是在给定时间用户可能接触的仅有位置。当在这些已知位置之一作接触时，触摸/无触摸状态之间的差异可能非常明显，即使存在噪声也好。在一个实施例中，可设计UI以使按钮必须被按下某一定义的时间段(可能由显示器指示)，由此得到预先确定的时间段，在该时间段上即使存在噪声也可检测到触摸。在另一实施例中，可取代按钮使用滑块或二维“指示器”，因为这些UI控制件要求用户遵循UI事先已知的或可由设备上的其它传感器通过传感器融合(某种程度上)动态地确定的任意路径。在一个实施例中，这种UI滑块可以是“锁屏”或触摸友好操作系统上常见的单个“滑动-打开”滑块控制件，所述触摸友好操作系统例如但不限于iOS、Android、其它Linux变例或Windows。在相关实施例中，可使用任何这种非锁定姿态控制。在一个实施例中，虚拟键盘提供已知的触摸位置。因为单词中的字母可通过观察邻近字母容易地和准确地预测出。

[0200] 在一个实施例中，这种分析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，这种分析可在其它计算机系统组件上执行，例如但不限于ASIC、MCU、FPGA、CPU、GPU或SoC。

[0201] 步骤2:避免干扰

[0202] 一旦如步骤1中详细叙述地基于已知的触摸信号和/或经由统计推断将带噪声的读数识别为“干扰”，对电磁干扰的这种认识可用来避免频率、时间或码空间的某些部分之间的冲突，在这些空间内噪声可以或将可能由触摸传感器感测到。已知的触摸信号和所识别的电磁干扰之间的冲突可通过多种技术或技术组合来避免，所述多种技术或技术组合例如是，但不限于：

[0203] 如果识别出无干扰或很少干扰的信号频率，则触摸传感器应当被配置成使用这些信号频率。如果存在很少干扰或无干扰的时隙，则触摸传感器应当被配置成使用这些时隙。如果存在很少干扰或无干扰的码，则触摸传感器应当被配置成使用这些码。如果存在很少干扰或无干扰的频率、时间和码的组合，则触摸传感器应当被配置成使用它们。

[0204] 对于利用频分复用(FDM)的触摸传感器，触摸传感器利用的信号频率不是必须邻接的。如果频带的一些部分由干扰占据，则触摸传感器可被配置成避免那些频率。如果频带的一些部分在某些已知的时间由干扰占据，则触摸传感器可被配置成在那些已知的时间避免使用那些信号频率。如果频带的一些部分在某些已知的时间由相对静态的干扰占据，则由触摸传感器发送的信号可在那些时间以一种方式被调制，以这种方式调制的话，解调将

抵消或消除已知的干扰。例如，在该调制技术的实施例中，如果干扰在某些感兴趣频率下是稳定的正弦波，则可使用二进制相移键控(BPSK)来调制由触摸传感器发出的频率，由此当使用相反的BPSK来解调从触摸传感器接收的信号与干扰信号作为结果的和时，干扰的一个相等部分已被乘以正相位并且一相等部分已被乘以负相位，由此当信号在全部接收周期上被积分时，干扰信号已求和至可忽略的某种信号。具有相同效果的其它形式的调制也是可能的。

[0205] 如果使用FDM的触摸传感器利用快速傅立叶变换或者相似的快速算法(其中频隙数受算法或算法性质的约束)来执行频率分析，则传感器可使用具有更大频隙数的更大变换(可能是下一个估量)以使额外的可能接收频率存在。触摸传感器可在制造前配置有在任何这些频率下进行发送的能力。如此，如果一些频隙包含干扰，则可避免这些频率，代之以具有很少干扰或没有干扰的频率。

[0206] 步骤3:避免不想要的热点

[0207] 如果某些电磁干扰无法通过使用前面提到的技术完全消除，则触摸传感器可被配置成确保该噪声均匀地传播过传感器的表面积，以最小化由其余的干扰造成的操作性问题。

[0208] 在一个实施例中，触摸传感器可被配置并与客户应用编程接口(API)配对以针对确保良好的用户体验使更多噪声容忍的UI元件被放置在具有更多噪声的触摸表面部分上，并且由于需要精确控制而要求近乎无噪声输入命令的UI部分被关联于受很少干扰或不受干扰影响的触摸传感器表面的一些部分。在其它实施例中，本质上利用与此理念相反的理念。也就是说，可使用开发器API来标记多个UI元件，这些UI元件则规定将高性能调制方案布置在该触摸表面上。

[0209] 在另一实施例中，可通过对被分配至触摸传感器信号的时序、频率和码进行重新映射而减轻不想要的电磁噪声。与触摸传感器的行和列关联的这些信号的分割不需要具有固定关系，并且可以按照需要动态地重新映射。例如，在一个实施例中，利用FDM的触摸传感器可一直对给定行发送特定频率的正弦波，或者它可对其动态发送的频率重新映射。例如，如果触摸传感器的发射器和接收器能够工作在“n”个不同频率下，并且如果这些频率中的“m”个频率已被确定为包含充分少量的干扰，并且触摸传感器的行数(同时发送的频率)为“r”(其中“n”大于或等于“m”，“m”大于或等于“r”)，则触摸传感器可从这组“m”个频率中选取“r”个频率并以被设计成最小化用户体验降级的方式将它们映射到行。在另一实施例中，传感器选择的这组工作频率可以随机或伪随机方式每帧动态地被重新映射，使得在可察觉的时间内在触摸表面的不同部分之间具有可忽略的噪声统计相关性。更具体地，触摸传感器可在“m”个可能的频率中选取“r”个频率，如果它们具有最小噪声的话，或者，它可在可察觉的时间内以被设计成最小化触摸表面不同部分之间的噪声统计相关性的方式动态地和随机地(或伪随机地)在这些频率中进行选择。相同的方法可用于时隙、码或其它调制方案或它们的组合。

[0210] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器来说，其中已被确定为包含充分少量干扰的“m”个频率大于或等于在每个传感器行上同时发送独特频率所需的“r”个频率的数目，触摸传感器可利用动态FDM调制方案，该方案基于UI控制的已知布局和需求来优化触摸传感器表面积的特定部分的等待时间和采样率性能。这里，需要高精度、低等待时间的

用户输入的UI控制件在给定时间点的已知位置被映射到触摸传感器的表面积的相应部分上，信号调制方案已在给定时间点为了高性能对其进行了优化。计算机系统的软件定义的UI控制件的位置和性能与触摸传感器的表面积的位置和性能要求之间的这种动态映射可通过应用程序开发器在运行时间之前被明确地定义，或者在UI控制件运行时间通过运行系统逻辑和分析予以定义——通过应用程序、操作系统和触摸表面之间的通信，所述通信由应用编程接口(API)定义。同时伴随着这些高性能区，相同表面积的其它相邻区可采用较低性能的频率、时间或码调制方案。通过在并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面被优化以寻求高性能的调制方案仅仅运行触摸传感器的表面积的选择区域已增加了下列益处：潜在地降低了由触摸传感器消费的总能量以既感测又处理用户输入，因为传感器的仅特定区域工作在要求的性能水平——由此使得表面积的其余部分以相较于性能优化节能的调制方案工作。这种动态调制方案可如传感器输入的每个新帧那样快地被更新和重新优化。

[0211] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器，其中被识别为具有最小噪声的一组“m”个可能的频率的数量低于将独特频率分配给触摸传感器的每个行所需的“r”个独特传感器信号的数目，该传感器可被配置成利用一种混合式调制方法，该方法将时间、码或其它调制方案与频分方案结合在一起。在该方法的一个实施例中，可通过触摸传感器动态地选择和重新评估特定的混合式调制方法——如传感器输入的每个新帧那样快——以优化跨整个传感器的表面积的最低等待时间和最高触摸事件采样率。在该方法的另一实施例中，可通过触摸传感器动态地选择和重新评估特定混合式调制方法以基于UI控制件的已知布局和需求来优化触摸传感器的表面积的特定部分的等待时间和采样率性能。这里，需要高精度、低等待时间用户输入的UI控制件在给定时间点的已知位置被映射到触摸传感器的表面积的相应部分，对于这些相应部分已在给定时间点在并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面进行了优化以寻求高性能。计算机系统的软件定义UI控制件的位置和性能要求与触摸传感器的表面积的性能要求之间的这种动态映射可通过应用程序开发器在运行时间之前被明确地定义，或者在UI控制件运行时间通过运行系统逻辑和分析予以定义——通过应用程序、操作系统和触摸表面之间的通信，所述通信由应用编程接口(API)定义。同时伴随着这些高性能区，相同表面积的其它相邻区可采用较低性能的频率、时间或码调制方案。通过在并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面被优化以寻求高性能的调制方案仅仅运行触摸传感器的表面积的选择区域已增加了下列益处：潜在地降低了由触摸传感器消费的总能量以既感测又处理用户输入，因为传感器的仅特定区域工作在要求的性能水平——由此使得表面积的其余部分以相较于性能优化节能的调制方案工作。这种动态调制方案可如传感器输入的每个新帧那样快地被更新和重新优化。

[0212] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器，其中被识别为具有最小噪声的一组“m”个可能的频率的数量低于将独特频率分配给触摸传感器的每个行所需的“r”个独特传感器信号的数量，该传感器可被配置成在给定的时间周期进入时分复用(TDM)模式，如同在TDM方法中典型地那样选择“m”中的一个频率并顺序地对行和列进行采样。在给定的时间周期将主要FDM传感器切换至纯TDM模式确保了准确的输入，代价是传感器读数的帧速率和等待时间。

[0213] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器，其中被识别为具有最小噪声的

一组“m”个可能的频率的数量低于将独特频率分配给触摸传感器的每个行所需的“r”个独特传感器信号的数量，该传感器可被配置成在给定的时间周期内进入混合式FDM和TDM模式，选择“m”中的数个频率并由此顺序地采样并行的多个行和列以相较于单纯顺序的TDM模式的性能极限提高传感器读数的帧速率和等待时间。这种混合式FDM和TDM调制方案改善了传感器并行化和性能，同时缓解了带噪声的读数的不利影响，若非如此，带噪声的读数已因为利用“m”以外的传感器信号而产生，“m”周围的电磁噪声的实时、历史和/或统计分析被视为更有干扰倾向的。

[0214] 步骤4：使用感测的复制以增加传感器的信噪比

[0215] 触摸传感器也可利用多种技术来减少触摸传感器中的干扰和其它噪声的影响。例如，在采样FDM的触摸传感器的实施例中，触摸传感器可使用每行多个频率，由此即使传感器无法预测哪些频隙将受到干扰，它也能以多种方式测量每个行(或列)并计量最小噪声测量(或测量组合)，并随后使用它们。

[0216] 在难以决定测量是否已受干扰影响的情形下，触摸传感器可采用对多个测量投票的投票方案，或使用类似的统计方法来确定将哪些测量抛弃、将哪些测量保留以及在统计上和数学方式上将其保留的测量组合以最大化信噪比+信干比并由此增进用户体验的最佳方式。例如，在一个实施例中，受到干扰的FDM触摸传感器可在每行上发送三个不同频率(这些频率是充分相隔的以使它们之间的干扰在统计上是不可能的)并测量结果。然后使用三中取二投票系统，传感器可确定哪些频率因为干扰而降级最多，并或者在最终测量去除其测量值而不予考虑或者以统计上似合理的方式将剩下的两个组合起来(假设传感器“知道”关于干扰和噪声统计的先验)，或者包括全部三个测量值并以统计上似合理的方式将它们组合，通过其由于噪声和干扰而降级的统计可能性对每个频率测量值的影响进行加权。

[0217] 触摸传感器如此可采用的某些方法包括，但不限于：

[0218] 1.使用每行多个频率。可同时地或按顺序地采用这些频率。

[0219] 2.从行至列和从列至行地发送(或者按顺序或者同时地，如前面更详细地讨论过的那样)。这也可与前述多个频率的使用相结合，或者与另一调制方案的组合相结合。

[0220] 3.在FDM顶上使用CDMA、或者调制方案的一些组合。这里，应当注意CDMA信号，不像常见地由FDM技术采用的那些信号，是根本上“非自然的”并因此经常比FDM调制方案对计算机系统的外部环境中的多种自然发生的信号更加不受影响。

[0221] 用户识别技术

[0222] 在一个实施例中，为快速多触摸传感器提供一种能力，以识别来自相同的手、相同用户不同的手、相同用户或不同用户的触摸。在一个实施例中，为快速多触摸传感器提供一种能力以识别来自联系于触摸区域的物体部分的触摸，或者通过单个物体上的电容性触摸点以帮助确定其位置和取向或者通过由同时也在用他/她身体的一部分触摸显示器的另一区域的用户握持的笔。

[0223] 在之前一开始讨论的传感器的基础实施例中，每个行具有信号发送器。当对表面施加一次或多次触摸时，信号被耦合到附近的列。这些触摸的位置是通过从列读取信号并获知其中产生信号的行而确定的。

[0224] 当用户与传感器或者传感器集成在其中的设备形成接触或者在传感器某一距离内或如若不然会在一个以上的位置造成触摸事件时，一般会有某一量的耦合，该耦合将横

跨由同一用户作出的触摸而发生，因为信号通过用户的身体从一个触摸位置传输至另一触摸位置。参见图13，当通过用户的手指1402在行r1与列c1的交叉点施加单个触摸或接近触摸时，耦合将发生在行r1和列c1之间。如果第二、同生的触摸或接近触摸在行r2和列c2处由用户的第二手指1403作出，则在行r2和列c2之间将出现耦合。另外，较弱的耦合可能出现在行r1和列c2之间以及行r2和列c1之间。在一些实施例中，较弱的耦合可能出现在多个列之间和多个行之间。

[0225] 这些较弱的、身体传输的信号(否则可能会作为“噪声”或“串扰”被去除)也可由信号处理器(图7)用作附加“信号”以识别单个用户对这两种触摸负责。具体地说，为了扩展上述例子，行r1和列c2之间以及行r2和列c1之间的耦合一般可能被认为是“噪声”并被滤除(或者被忽略)，以确保在行r1和列c2或行r2和列c1的交叉点处不会错误地报告触摸。较弱的、身体传输的耦合可能仍然被过滤以确保仅报告准确的触摸位置，但也可被解读以允许系统识别触摸来自同一用户。传感器400可被配置成检测从用户手部的任何手指传输的较弱的、身体传输的耦合，包括但不限于，除1403外还有位置1404、1405或1406。信号处理器(图7)可被配置成使用这种检测以识别来自相同的手、相同用户不同的手、相同用户或不同用户的触摸。

[0226] 在具有用户识别功能的触摸传感器的其它实施例中，信号发生器可耦合至用户其它部位，例如手持单元、其椅子下面的衬垫或者甚至在传感器集成在其中的设备的边缘上。该发生器可用来以与前述相同的方式识别用户作出特定的触摸。在其它实施例中，信号发生器可被集成到笔、笔或其它物体以内。

[0227] 下面给出几种类型的较弱耦合的例子，这些较弱耦合可被检测和使用以识别来自相同的手、相同用户或不同用户的触摸：由用户手指中的第一手指触摸的行或列与由用户手指的第二手指触摸的行或列之间的耦合；由用户手指触摸的行或列与由用户身体的另一部分(例如他的手掌)触摸的行或列之间的耦合；由用户身体的一部分(例如他的手指或他的手掌)与由可操作地连接至用户身体的信号发生器触摸的行或列之间的耦合；以及用户身体的一部分(例如他的手指或他的手掌)和集成在笔或笔内的信号发生器触摸的行或列之间的耦合；以及通过传导性中间物体(例如笔或其它有形物)由用户身体的一部分触摸的行或列之间的耦合；以及可能通过传导性中间物体(例如笔或其它有形物)由用户身体的一部分触摸的行或列之间的耦合。本文中使用的“触摸”包括在用户和所披露的传感器之间存在物理接触的事件，也包括不存在物理接触但存在由用户作出的、发生在传感器附近的动作并且该动作由传感器检测到的事件。

[0228] 前面描述的较弱耦合可用来将触摸识别为来自相同的手、相同用户的不同手、相同用户或不同用户。例如，相对强的较弱耦合的存在可用来将两个触摸事件识别为来自相同手(比如来自相同手的两个手指(例如食指和拇指))或者来自相同手的手指和手掌。又如，相对弱(相对于前述例子)的较弱耦合的存在可用来将两个触摸事件识别为来自同一人的不同手或者来自同一人的一只手或另一身体部分。再如，较弱耦合的缺乏可用来将两个触摸事件识别为来自不同的人。此外，来自可操作地连接至用户身体的信号发生器的信号的存在可用来将触摸识别为来自特定用户，而这种信号的缺乏可用来将触摸识别为不是来自一特定用户。

[0229] 快速多触摸笔(stylus)

[0230] 在快速多触摸传感器的某些实施例中，传感器被配置成检测笔的位置，并可选择地也检测其绕其纵轴线的倾角和转角。这些实施例用基本如前面一开始描述的传感器硬件开始，并进一步利用在其尖端附近具有信号发送器的笔，信号从所述信号发送器被发送，该信号与可在行或列上传输的正交信号相容(相同或相似的调制方案、相同的频率等)但与之正交。开关可用于控制发送器何时导通或断开，所述开关可以是任何类型开关，包括例如在笔尖端的接近检测器或压力传感器。笔可以被配置成：在正常工作状态下，当笔与快速多触摸传感器表面接触或与之接近时使开关导通发送器。在一替代实施例中，笔被配置成使其恒定地发送信号，并且开关的状态可改变信号的一种或多种特性，例如其频率、振幅等等。这允许笔不仅当与触敏设备的表面接触时工作，同样当其稍稍在表面之上时也工作，从而提供“悬置”能力。

[0231] 在一个实施例中，由笔发出的信号类似于如前所述的可在行上发送的正交信号，并且笔本质上可被视为额外的行。由笔发出的信号被耦合到附近的列中并且在列上接收的信号量可用来确定笔相对于列的位置。

[0232] 为了提供在二维上测量笔的位置的能力，可将接收器布置在FMT传感器的行上以及列上。行上的接收器不需要像列上的接收器那样复杂：列接收器应当被配置成拾取在行上传输的任何信号并在这些信号之间作出区别。然而，行接收器只需要能够拾取由笔或在一些实施例中由多个笔发出的任何信号并在这些信号之间作出区别。

[0233] 在一个实施例中，由笔发出的信号与行上传输的那些信号是不同的，由此它们之间不存在混淆。如果行信号被调制，则笔信号应当被类似地调制成与其它接收器可相容。在一个实施例中，该调制需要一个时间基准，多触摸传感器可被配置成经由通信信道将该时间基准提供给笔。这种信道可以是无线电链路、光学链路、声音或超声链路等等。在一个实施例中，笔接收行信号并同步对它们的调制，没有其它的通信信道被卷入。

[0234] 当笔发送其信号时，它们由列和行接收器接收。行和列上的信号强度被用来确定笔在二维上相对于行和列的位置。较强的信号强度指示笔相对接近于传感器而较弱的信号强度指示笔远离传感器。可使用插值法来确定笔的位置，这具有比行和列的物理粒度精细地多的分辨率。

[0235] 笔倾斜和旋转

[0236] 更为复杂的实施例允许我们同时测量笔在由用户握持时的倾斜和旋转，以及测量笔的位置。

[0237] 本实施例中的笔能发出多个信号而不是发出单个信号，多个信号中的每一个从笔的尖端附近射出，但从绕其圆周扩大的多个点射出。尽管相隔180°的两个这样的信号将提供所需的某些信息，然而需要至少三个信号(理想地相隔120°)以无疑义地测量笔的倾斜和旋转，而四个信号(理想地相隔90°)将使数学和信号处理不那么麻烦。四个信号的情形被用在下面的例子中。

[0238] 测量笔倾斜

[0239] 图14和图15示出在其尖端1505具有发送器1502的快速多触摸笔1501的两个实施例。在图14的实施例中，发送器1502在尖端1505外部，而在图15的实施例中，发送器1502在尖端1505的内部。四个发送器1502被设置在笔1501的周缘周围并沿快速多触摸传感器400的平坦表面分别朝向东、南、西、北取向。想象一下，笔的始端位置平行于传感器平坦表面的

z轴并垂直于x轴和y轴。当笔如图所示向东倾斜时，由此相对于传感器400的平面沿x轴或y轴转过角度α，面向东面的发送器1503相比北和南发送器沿三维空间更靠近传感器400的表面地移动，而面向西面的发送器相比北和南发送器更远离传感器地移动。这使得由东发射器发出的正交信号更强烈地与附近的行和列耦合，这可通过快速多触摸传感器内的它们的接收器测得。由西面发射器发出的正交信号较弱地与附近的行和列耦合，由此使其信号在那些附近的行和列的接收器内表现出较低的强度。通过比较东面信号和西面信号的相对强度，我们能确定笔的倾角α。沿北-南方向的倾斜可通过与北和南正交信号相同的处理予以确定。在一个实施例中，笔1501的尖端1505中的开关或压力传感器1504被用来控制发送器何时导通或断开。笔可以被配置成：在正常工作状态下，当笔与快速多触摸传感器400的表面接触或与之接近时使开关1504导通发送器。

[0240] 测量笔旋转

[0241] 可以相同方式检测笔旋转。随着笔的四个发送器1502中的每一个的x位置和y位置平行于z轴转动，笔上的四个发送器将直线地更接近或更远离触摸表面的各个行和列。在笔发送器的x位置和y位置之间相对于FMT的各个行和列的这些不同直线距离导致由FMT的接收器拾取的不同信号强度。与z轴平行地旋转笔将改变这些直线距离，并因此改变关联的信号强度。笔的x和y转角可从信号强度中的这些差异中推得。

[0242] 有源光笔

[0243] 本发明的实施例包括能够用于在计算机显示器或触摸传感器上手写输入的快速、准确、低等待时间的笔和传感器系统。在一个实施例中，笔提供流畅和自然的输入，由此模仿笔或铅笔的手感。在这个方面，可将系统的更新率提高至一千赫以上，并将来自笔运动至测量位置的等待时间及其它参数降低至低于1毫秒。连同测量笔的位置，其倾角和旋转也可被测量。要注意，本文描述的有源光笔可相容于事实上所有设计的计算机显示器和触摸传感器，并且不限于用在前述的快速多触摸传感器。

[0244] 所披露的技术包括使用诱导全内反射(ITIR)的光学方法。该技术允许多个笔同时地用于输入目的。传感器系统可被放置在计算机显示器(例如LCD或OLED监视器)的顶部，并且推断出的传感器位置和随时间变化的其它参数被用来在计算机显示器上画出线、曲线、文本等。

[0245] 在有源光笔的一个实施例中，笔以多种不同图案将光射入到传感器表面内。传感器表面是薄平板(或某些二维流形)材料，所述材料在从笔射出的光的波长下是透明的或半透明的。

[0246] 图16整体地示出传感器板和系统的俯视图。笔(由字母S表示)以多个不同的图案将光射入到传感器板(由字母A表示)。通过可包括悬浮在透明介质中的微粒的方向改变装置，板使得在各图案位置的光变得陷入到传感器板内，光在传感器板内通过全内反射沿全部水平方向传播。角滤波器(由字母B指示)仅允许光围绕与传感器板边缘的垂直线以小角度(即受约束的角度)经过滤波器。线性光传感器(由字母C表示)检测光在哪里沿其长度撞击到线性光传感器上。在一个实施例中，为了检测单个简单笔的X、Y位置，只需要寻找线性传感器上最大量的光撞击的位置。沿着被标记为“V”的箭头的光提供笔的垂直位置。沿着被标记为“H”的箭头的光提供水平位置。沿其它方向的光被滤除并被忽略。

[0247] 图17示出传感器板的侧视图。一般，进入折射率高于周围介质的折射率的透明材

料的光将传过另一侧并以较浅的角度折射。从外侧发射的光不大可能陷入到内部，除非类似散射介质的某物与不可忽略面积的半透明材料直接接触(正如可能发生在受阻的全内反射情况那样)。然而，由于接触材料经历的拖曳和构建可能倾斜并仍然维持接触的笔的困难性，所需的不可忽略的接触面积容易造成糟糕的笔。一个优选实施例使用在透明材料内的方向改变装置。

[0248] 在板内侧，由笔射出的一些光与方向改变装置相互作用，这使得一些光变得陷入到传感器板并背离笔在该位置射入到板内的独特光图案地向外传播。传播的光行进至板的边缘，在那里光到达角滤波器。垂直于滤波器(以及板边缘)的光被允许传至线性光传感器。

[0249] 图18示出传感器板的侧视图。在透明材料内的方向改变装置允许从笔射出的光最终成为被陷入到板内的光，其经历全内反射并沿板的全部方向传播。进入该板的光(实线箭头)进入方向改变装置(云形状)。光沿着许多方向离开方向改变装置，其中一些光落在全内反射可能发生的角度内(虚线箭头)。一些光落在全内反射可能发生的角度外(点线)。这种光无法被陷入，并且离开传感器板。方向改变装置可源自散射，但在该优选实施例中，它是一种荧光或磷光材料，这种材料吸收由笔发射的光并射出不同波长的光，该不同波长的光沿所有方向向外传播。

[0250] 线性光传感器测量沿其长度撞击到其上的光的量，这允许我们推断出笔的位置。沿着线性光传感器接收最大量光的位置对应于笔位置沿该维度的投影。

[0251] 如果笔射出一条以上的光线，则系统不仅能测量笔在传感器板上的位置，而且能推断其倾斜和旋转。如果笔发射出多条光线或者可能是光锥或其它形状，则它们沿天线板各侧的投影可由系统测得，并且该数据同时用于推断笔的位置、倾斜和旋转。

[0252] 材料的光方向改变特性

[0253] 一般来说，进入薄透明介质(比如传感器表面)的光将从另一侧离开，没有任何光将陷入在其中并通过全内反射传播。为了使进入的光陷入并在其中传播，需要一些装置需要改变其方向。在一个实施例中，传感器表面使不同方向上进入的光的一些散射。这些方向中的一些落在全内反射可能发生的角度内。散射不是优选的方法，因为没有办法防止散射进一步改变光的方向，这将降低由线性光传感器接收的光的量并又使得光通过非直线路径行进，即使在方向的第一次改变已发生之后。非直线路径将使得光看上去来自不正确的方向并将使得系统得出错误的位置读数。

[0254] 优选的方向改变装置是一次波长改变装置，例如荧光或磷光材料。由笔在波长W1下射出的光进入传感器板，光在传感器板内与一次波长改变装置相互作用。所述装置吸收光的一部分并沿多个方向在波长W2下射出光。波长W1可在电磁谱的紫外部分内。波长W2可在谱的可见部分或红外部分内。在波长W2下的光的一部分现在经由全内反射沿传感器板传播，并且没有任何东西对其形成阻碍，因为一次波长改变装置不会明显地影响波长W2。

[0255] 角滤波器

[0256] 通过传感器表面传播的光从许多角度到达边缘。为了推断笔的光图案在传感器表面内的位置，我们希望将线性光传感器的视场限制在特定方向上。在一个实施例中，角滤波器提供这种功能。在该优选实施例中，其具有矩形传感器板和在两侧上的线性光传感器，我们希望将光传感器的视场限制在与传感器板的边缘垂直的方向上。这可通过一组微小的“软百叶帘(venetian blinds)”来达成，类似于计算机监视器的隐私屏幕在直接在监视器

前面的位置将视野限制在窄角度的方式。

[0257] 从意图视场外的方向撞击到角滤波器的光应当优选地由滤波器吸收，或者以一种方式反射以使被拒绝的光不进入系统中的任一线性光传感器或由线性光传感器检测到。

[0258] 图19示出在线性光传感器(由字母C表示)前面的角滤波器(由字母B表示)，从系统顶部观察的话。角滤波器仅允许垂直于滤波器(和线性光传感器)的光进入。滤波器可以与软百叶帘相似的方式实现，其具有遮蔽在其它角度进入的光的多个垂直叶片。在该情形下，沿箭头1901的光被允许进入和传过滤波器。沿箭头1902的光不允许进入滤波器，并(优选地)由滤波器吸收，或可能只是偏离其反射。线性光传感器可测量沿其长度在多个点撞击到其上的光的量。最大量的光撞击在的点可能是笔沿线性光传感器的方向f的位置投影。

[0259] 线性光传感器

[0260] 线性光传感器可测量沿其长度在多个点撞击到其上的光的量。它们可通过位置敏感检测器、线性CCD阵列、线性CMOS成像器阵列、光电倍增管阵列、单独光电二极管阵列、光电晶体管、光电池或检测光的任何其它装置来实现。

[0261] 笔

[0262] 参照图20，笔2001是笔状设备，当用户像笔或铅笔那样握持它并在传感器板2002的表面上画图时，它可以多种不同图案将光射入到传感器板2002内。图案沿传感器板边缘的投影可用来推断笔的位置、倾斜和旋转。如果需要多个笔，这些笔可以时分复用的形式一次一束地射出它们的光。这将需要在笔之间某些形式的同步，这可通过多种简单通信信道来实现，包括但不限于无线电链路、超声或光信号。光信号可通过位于传感器板下面的计算机显示器产生，这使得笔几乎无需使用额外的硬件就能被同步。

[0263] 笔可使用光源被构造，所述光源例如是发光二极管，当接触开关或压力传感器检测到笔与传感器板接触时它发光。诸如透镜、衍射光栅、光导管、分束器等的光学元件可从多个光源取光并形成可投射到传感器板内的不同多个迥异的光图案。在一个实施例中，笔也可以是诸如激光器的非接触光源。

[0264] 单光点实施例

[0265] 在这项技术的基础实施例中，笔射出单个光线或光锥，它们相对于笔体可能是同轴的。单个光束将造成该图案沿传感器板侧的简单的、点状投影，这允许我们推断出笔的位置。图21示出由简单的笔沿传感器板的边缘射出的光点的几何投影。由线性光传感器沿其长度检测到的光的最大值给了我们发光的光点在传感器板上的几何投影由此我们能推断出传感器位置。

[0266] 如果笔射出锥形光束，它将与传感器板相交成圆形(如果笔被保持在与表面垂直的位置)或相交成椭圆形(如果笔偏离垂直线地倾斜)。这些相交位置的投影将具有不同的形状和宽度，以使我们能够推断出倾角以及相对于笔被保持的传感器板边缘的角度。图22示出由简单的笔沿传感器板的边缘射出的光点的几何投影。由线性光传感器沿其长度检测到的光的最大值给了我们发光的光点在传感器板上的几何投影由此我们能推断出传感器位置。

[0267] 如图23所示，如果笔射出光锥而不是光线，在光锥与传感器板相交的位置将形成椭圆。椭圆的投影在一个方向上可能不同于另一个方向上的，这允许我们推断出笔的倾斜。

[0268] 多光点实施例

[0269] 如果笔在传感器板上投射多个图案，则这些图案沿传感器板侧面的投影可用来推断笔的位置、倾斜和转角。如图24所示，如果两个投影都比在笔垂直于传感器板保持的情形下我们预期的宽度更宽并且尺寸仍然近乎相等，则笔可能相对于传感器板边缘的方向以45°角倾斜。投影的宽度可用来推断与垂直方向的倾角。投影越宽，倾斜越大。

[0270] 参见图25，如果笔绕其圆周射出多个图案的光，则它们沿传感器板的边缘的投影能允许我们推断出传感器倾斜以及绕其轴线的旋转，还有笔接触传感器板的位置。必须仔细地选择由笔投影的图案的数目和排列。例如，图案不应当在笔的圆周周围均匀地间隔，因为这可能使笔的多个转角沿传感器板的边缘具有相同投影的光图案。即便如此，尽管笔的绝对旋转可能无法一直被测量，但能够测量小的相对旋转，这仍然能向用户接口提供有用的信息。从其射出的图案的几何投影推断笔位置、倾斜和转动的最直接方式可以是：测量很多的笔位置、倾斜和旋转的投影，并随后将它们投影并在这些投影之间进行插值以从这些投影回推得到笔参数。在A和B示出的两个笔图案是相同的，除了笔已经更远地移动至右下方并顺时笔地转过45°。

[0271] 太阳盲(solar blind)UV

[0272] 太阳光包含许多光波长，并且这些光波长可能与笔系统的操作形成干扰，如果笔系统用于太阳光下。较为有利的是，笔在一波长射出光，该波长或者在地表经历的太阳光谱中不存在或者非常弱。一种可能性是笔射出紫外太阳盲区中的光，其中地球大气中的氧吸收绝大部分或全部的这些波长。在UV谱的太阳盲区部分中发光的LED在市场上有售。

[0273] 可对来自可能撞击到笔系统并阻止其使用的其它源(自然的或人造的)的光波长作出相同的论证。

[0274] 多笔实施例

[0275] 如果希望同时地使用多个笔，则必须使用一种方法来消除这些信号彼此之间的岐义。例如，可使用时分复用技术，在这种情形下，每个笔取一轮射出的图案(例如图20所示)到传感器板内。

[0276] 多个笔也可使用不同的方向改变装置，以使每个方向改变装置在不同波长下射出并且这些不同的波长在方向改变装置之后能够由线性光传感器作出区别。

[0277] 在某些实施例中，所有笔在同一时间以相同波长发光，并在它们被使用时使用对笔可能和大概的轨迹的知晓在软件或固件中消除它们对沿传感器板侧面的几何投影的贡献的岐义。

[0278] 用户、手和物体鉴别

[0279] 上文描述的是电容性FDM、CDM或FDM/CDM混合触摸传感器的各种实施例，其可以与本公开的正交信令触摸用户、手和物体辨别系统和方法关联使用。在此传感器中，当来自排的信号耦合到列并且在该列上被接收时，触摸被感测。

[0280] 参考图25，在上文描述的正交信令触摸传感器中，当用户用多个手指触摸时，由于来自一行的信号不仅与触摸发生的列耦合，也同时和同一用户的另一个触摸的列耦合，串扰发生。图25示出从一个手指通过用户的身体到另一个手指的串扰的路径。在同一图中，箭头示出信号的路径，白色圆圈示出被感测的触摸的位置，一级黑色圆圈示出触摸之间串扰的位置，即，串扰将在触摸屏上被感测的位置。此串扰信号比“真实”信号更弱，因为来自行的信号当穿过用户的身体时衰减。

[0281] 穿过用户的身体耦合的信号随着其通过身体衰减。由此，在已经通过此路径的每个列上被感测的信号比从触摸本身的每个列上感测的信号显著地更弱。此区别在从由于此跨越身体的耦合引起的串扰“幻象”触摸中区分真实触摸方面是有用的。一般来说，简单阈值处理接收的信号电平可以区分这些两个信号强度。

[0282] 在上面题为“用户识别技术”的部分中提出的基本方法寻找由单独用户的手指之间的信号跳变引起的串扰。如果串扰出现，触摸认为是来自同一人。如果不是，其被认为是来自多个人。参照图25，此方法在确定在白色区域中有两个触摸后，徐兆黑色圆圈区域中的串扰。当此串扰出现，两个触摸被认为是来自同一人。图26示出由两个用户做出的相同的两个触摸，每个手指来自一个触摸触摸屏的用户。因为来自每行的信号没有耦合到全部两个列，所以触摸之间将没有串扰，并且因此在黑色圆圈表示的区域内将没有串扰出现。相应地，这些两个点可以识别为来自两个用户。

[0283] 另一个在上面题为“用户识别技术”的部分中提出的基本方法扫过用于接收的信号的传感器，并且将信号电平识别为“背景噪声”、“触摸”或“串扰”。如果有包括全部两个触摸频率的所识别的串扰信号，两个触摸被认为是来自同一用户。此基本方法忽略了触摸和串扰位置，并且依赖横越所识别的触摸和串扰信号来用串扰频率匹配触摸频率。当与上一段落相比，此基本方法的好处是此方法缓解了识别图26中描绘的黑色区域的需求。每当对于进一步消除歧义的需求产生，串扰和手指位置可以被考虑。

[0284] 然而，问题随着某些触摸配置产生，在这些配置中串扰可能是不明确的。简单的示例是两个手指共享X或Y，如图27所示。这两个触摸难以识别，因为发生在点之间的串扰被触摸自身所掩藏。即，在此配置中，无法说出这些触摸是来自同一人还是多个人。如果触摸来自同一人，任何串扰将产生与相对的触摸点产生的信号一致的信号——因此不能直接地判定信号是由串扰产生而不是实际的触摸事件。

[0285] 对应上面刚刚描述的问题的可能的解决方案是对每个触摸检查多个频率。当两个或更多个频率被测量时，触摸是通过更大量值的频率被识别并且与基于在触摸信号中出现的次级、更小强度的频率的其他触摸相关。

[0286] 参考图28，在本文公开的辨别技术的实施例中，触摸屏和/或处理器被修改以便在每行和每列上产生正交信号，并且来感测在每行和每列上的全部信号。通过将信号从一行耦合到一列或从一列耦合到一行的用户的手指，触摸感测以如上文描述的相同的方式发生。然而，从耦合行到列的串扰和耦合列到行的串扰二者，该系统现在可以将触摸分组。

[0287] 为了判定触摸位置，除了感测从行到列和列到行的耦合之外，在实施例中该公开的系统能够感测行到行的耦合和列到列的耦合。根据上文在标题用户“识别技术”之下所描述的之前的系统和方法，在一个手指触摸中，没有由其他行感测的来自行的信号。类似地，没有由其他列感测的来自列的信号。考虑到每行和每列将不得不忽略其产生的信号，由于它将呈现得非常“响亮”，例如，强。同时考虑到当有触摸时行可能见到其相邻行，由于手指大到足以跨越多行。

[0288] 当用户用两个或更多手指触摸触摸屏时，他没有将信号从一行耦合到其他行，以及信号从一列耦合到其他列。此行之间和列之间的串扰类似于行/列对之间的串扰，并且可以用来判定多个触摸是由同一用户产生。图29示出从一行到另一行的一个此类路径。在此情况中，单一用户在显示器上做出两个触摸，并且该信号从一行通过他们的身体到达另一

行。

[0289] 根据图29，在一列上产生的信号通过用户的身体耦合到其被感测的另一列。当信号从行到行或列到列的耦合，可以判定两个触摸来自同一用户。为了清晰，此图仅示出一条信号路径，但对于从相反方向传输的信号相同的路径出现，同样对于行到行串扰，同样之前描述的行到列以及列到行的耦合。

[0290] 图30是图29的变型，其中信号通过用户的手而不是手之间耦合。根据图30，在一列上产生的信号通过用户的身体耦合到其被感测的另一列。

[0291] 图31示出两个不同用户做出的两个接触。在此情况中，由于没有用于信号在用户之间传输的路径，没有行到行的耦合或列到列的耦合。没有耦合，这些两个点可以被认为是来自两个独立的个体。

[0292] 在实施例中，处理器、电路或其他硬件用来判定多个点是否来自同一人的一只手、两只手，或来自多个人的触摸。信号通过身体的衰减因使用的手的数量和信号必须传输的距离而不同。受启发地，一只手上的从指头到指头的衰减将小于同一人的两只不同手的从指头到指头的衰减，其将小于从一个人的指头到不同人的指头的衰减。处理器、电路或其他硬件可以用串扰的强度来区分两个或更多个触摸事件，诸如通过区分将两手手势与一手手势，区分由不同用户创建的两个触摸事件，区分被动物体与手，识别被动物体是否被用户触摸、改善手掌排除以及改善意外触摸排除。

[0293] 通过拥有多个阈值，可以判定例如是否两个触摸来自一只手、同一人的两只手、或不同人的手。在实施例中，当使用触敏设备时，此阈值被适应性地设置。

[0294] 应该注意的是判定触摸的物理源(手、用户等)不需要在输入的每帧上发生。事实上，可以随着在设备上做出的特定的触摸每隔一段时间地不频繁地发生。在某些实施例中，可能从性能、功率或其他出发点来期望恰当地限制此检查。例如，当用户第一次做出接触，可以通过有意地检查仅一次来完成。可替代地，用户区别检查可以在比传感器更慢的周期上检查(例如，每n帧检查一次，或每m毫秒检查一次)。相反地，用户区别可以与其余的感测过程脱离周期地被检查。

[0295] 在一个此类实施例中，系统的复杂性通过将来自行到列和列到行，以及可能地行到行和列到列的发送和接收的时分复用而降低。在此实施例中，相同的正交信号产生硬件和信号接收硬件可以被时分复用，通过高速开关的使用，来在行并且然后列上产生，以及在列并且然后行上接收等等。以此方式，所要求的信号发生器和接收器的数目被显著减少。

[0296] 标记

[0297] 如我们已经描述的，期望能够以用户将触摸接触“分组”——理想地，识别来自同一手的接触，还同时识别同一用户的接触。将被本领域技术人员理解的是跨越传感器设备的扫描周期的触摸接触的标记人工地完成。在本发明的实施例中，没有“扫描”本身，但尽管如此可能被认为是每次输入帧的阵列被采样，其可能被认为是用户与显示器连续的接触的区分。从一帧到下一帧的此区分意味着设备必须判定哪个接触已经保持，以及哪个已经被新的接触替代。在不同实施例中，本文公开的用户、手和物体辨别的系统和方法至少有与标记区域的三个相交：需要提供跨帧的标记，改善传统的接触的唯一标记，传统标记的使用来改善用户的识别。

[0298] 跨越输入帧的接触的标记对于传统的为触摸(和非触摸)输入建立的用户接口是

严格的。例如，如果用户保持按钮下按，不应该被激活。两个连续的输入帧可以示出在按钮上的接触；但其是否是同一个，或者用户是否提起他们的手指并且将手指放回该设备?如果是前者，按钮不应该被激活。如果是后者，应该。这个也延伸到连续的手势：项目的拖拉可能当手指从其抬起时终止；对于拖拉期间的每一帧，系统必须判定：离开之前帧的接触几毫米的接触是在帧之间移动的同一手指吗，或用户抬起其手指、终止拖拉、并且现在示图点击新项目。

[0299] 用于接触的标记的传统技术包括诸如检查描述接触(例如，信号强度)、其形状、其方向和其与之前接触的邻近的信号特征的启发。虽然本发明实施例可以采用这些传统方法中的某些或全部，接触的标记可以通过本文描述的用户区别技术进一步增强：如果两个接触，每个在不同帧中被看到，由不同用户做出，问题得到解决：这不是相同的接触。

[0300] 正如在传统设备中的用于接触而产生的一贯的标记，采用本发明的设备将通过属于同一用户跨帧的接触的标记而被增强。这个可以称为用于接触的“用户ID”(UID)。要注意的是UID可以进一步识别手，并且在本文件中“UID”用来指代手被区别的实施例，以及手没有被区别的实施例。在手被区别的实施例中，一般地UID将识别用户和手二者。属于相同用户的跨帧的接触的标记将一般地，虽然不是一贯地，附加于传统触摸ID之上。在本发明的多数实施例中，接触的UID被连续地刷新。然而，在某些实施例中，采取步骤来确保UID的持续。

[0301] 例如，两个用户每个将一个手指放下到设备上，两个唯一的UID将被分配给这些接触。随着用户的手指移动穿过显示器，这些ID将持续。当每个用户加入第二个手指，本发明将给这些检测到的接触配对，并且给来自每个用户的新的接触施加相同的UID。如果一个用户之后提起其原来的手指，第二手指的UID将持续，而不是产生新的。进一步，如果该用户做出向该设备的额外的接触，该UID将持续。一般地，目标不仅是区别用户之间的触摸，还尽可能多地将用户内的触摸分组。

[0302] 如上文讨论的，在本文公开的鉴别系统和方法的某些实施例中，‘掩藏’可以发生，其中两个接触(或大约手指检测)对于同一感测部分(行或列)做出，这阻碍了串扰以及因此用户ID的检测。在此实施例中，施加到每个接触的标记将用来提供UID，通过使用上文描述的技术该接触跨帧被保持。例如，如果两个手指触摸显示器，并且穿过其表面滑动，输入的每帧感测该接触并产生UID。正如跨帧的接触的标记被如上文描述的UID增强，在此特殊情况中UID的产生也被标记辅助。

[0303] 当触摸首先被做出，如在传统输入设备中一样，接触以使用例如上文所列的技术的跨帧保持的方式被标记。当两个手指滑过该设备，它们可能同时地与相同的感测行/列接触。对于用户与该行接触期间所产生的输入帧，没有UID可以被产生(在没有采用上文描述的技术的实施例中)。利用本文公开的辨别技术的设备可以产生UID，然而，已知接触没有改变(即，接触“1”仍然是接触“1”，并且接触“2”仍然标记为接触“2”)，并且将UID从早前的帧复制。

[0304] 应用区域

[0305] 当前的在移动和固定计算中的多触摸软件界面通常不能辨别不同的手是否来自不同用户或同一用户。结果是，当解释接收的用户输入的真实意图时，单用户和独显群件应用程序必须减轻显著地手势的不明确性，其不利地限制了应用程序的设计、特征和功能性。本文公开的技术将消除许多对于触摸和指示笔计算系统的这些限制，这些系统依赖容性感

测来检测触觉输入。对于独显群件应用程序，其中多个用户共用同一触摸输入表面，计算系统将能可靠地辨别所感测的多个触摸输入是否来自同一用户或不同用户。此新水平的理解解决了手势输入混淆的常见的来源，诸如来自两个不同用户的两个不连续的单个触摸拖拉事件以及由来自同一用户的两个手指所触发的捏拉缩放事件。在移动分开的任何两个接触之前可能已经“缩放”UI的地方，当识别来自不同用户的两个接触时，采用本发明的系统可以替代将物体“撕”成两半或进行复制。

[0306] 物体

[0307] 用户手以外的物体可以被识别。被动物体可以通过由描述的技术所识别的多个触摸被识别。这些多个触摸可以处于有特征的相对位置，其能够消除物体彼此间的不确定。在实施例中，一个物体的触摸点的位置可以处于等边三角形，而另外的一些形成非等边三角形、矩形、或可以通过它们的相对位置而被区分的某些其他组的触摸点。以此方式，物体可以彼此区分，并且它们的相对于触摸表面的平移和旋转可以被确定。

[0308] 在实施例中，触摸点的间隔不是行或列间隔的简单的比例，与是简单的比例相比，其允许物体的平移或旋转被更精确地测量。

[0309] 图32示出物体静止于传感器顶部。在实施例中，该物体是被动物体而没有信号发生器SG。此类物体可以有多个叉齿(prong)，该叉齿触摸或非常接近屏幕并且它们之间电连接。当与用户一起的情况时，这允许行到行或列到列的耦合以及识别什么触摸属于同一物体的能力。物体的识别可以通过识别连接在一起并形成特定图案的多个叉齿，或通过切换到触摸表面可以辨认的图案中的触摸之间的电连接来实现。因此，当信号从行到行或列到列的耦合，可以判定两个触摸来自同一物体。

[0310] 在实施例中，图32中示出的物体是配备有信号发生器SG的主动物体，其发射可以在列、行或二者上被检测。这些信号识别从特定主动设备始发的任何接触。

[0311] 在实施例中，主动物体可以通过拥有多个接触点来实现，这些接触点根据一个或多个开关连接或非连接。这些开关可以当闭合时候将一个或多个触摸点连接到一起。开关可以按有特征的图案打开或闭合，以便将物体彼此区分。

[0312] 与物体的组合

[0313] 在某些情况中，可能期望识别当接触由用户持有的物体做出。本发明提供对于在此类情况中用户体验的进一步的增强。例如，用户可以用指示笔触摸屏幕，其可以用于书写，区别于用手指做出的输入，用于操作。本发明可以至少提供两个益处：物体的更早地识别，和由同一用户和/或握持物体的手所做出的接触的标记。

[0314] 利用本文公开的用户、手和物体辨别技术，产生信号的物体的标记被显著的减轻。采用本技术的设备可以配备信号发生器来以唯一的频率产生信号，或以多个设备或触摸表面可以除此以外唯一辨认的信号所共享的频率。在某些实施例中，设备可以通过其唯一的频率，或通过振幅、频率、或其他已知方法调制的途径被辨认。通过这么做，用户可以确保设备将从系统接收被区别开的响应。例如，在绘图应用程序中，触摸一支笔到屏幕可以产生蓝色墨水，另一个红色墨水，它们的指头画布的转化。

[0315] 另外，被区别的物体，一旦被识别，也可以标记为正在被做其他接触的同一用户握持。伴随产生被数字化设备捕捉的信号的主动设备，或伴随在上述方式中被检测的被动设备，这是可能的。在任一情况中，由握持该设备的手、或由该用户身体的其他部位做出的进

一步的接触，以之前所述的相同的方式被区分，在某些实施例中，将用相同的UID标记那些接触。这可以在许多方面增强用户体验。作为示例，该系统可以配置为选择忽略来自握持该设备的手的触摸，增强手掌排除，允许用户在书写期间安全地将其手静止于屏幕上，同时用其另一只手给出输入。

[0316] 在某些实施例中，设备可以配置为发射两个或更多个不同信号：至少一个用于设备的辨认，并且至少一个已经描述的用于耦合到用户。作为示例，指示笔可以在其尖端处产生一个信号用于定位感测，并且在笔身周围产生不同的一个信号用于用户配对。在又一其他实施例中，物体可以仅为配对的目的而产生信号(诸如本文所描述的手表、或其他被动指示笔)。

[0317] 在实施例中，设备可以配置以便物体使用户区别跨越输入帧的保持。例如，在某些实施例中，如果用户准备佩戴手表、握持笔、或携带移动电话，其产生本文所述类型的信号的，它们的到设备的触摸将携带该信号。因此，相隔数秒、数分钟、数天、或数年所做出的触摸对于来自相同用户可以是已知的(或者，对于拥有来自与该设备接触的用户的二者已知)。

[0318] 以减小的灵敏度操作

[0319] 为了降低计算机输入设备的功率消耗，我们注意到在小于100％的时间使用输入设备的事实。因此，在当输入设备未处于使用中时期间，它可改变到不同的模式中，该不同的模式消耗较少的能量或者以其他方式以减小的操作灵敏度操作。如本文所使用，“功率”和“操作灵敏度”包括但不限于：功率消耗、事件频率(即，与时间分辨率非常相关的更新速率)、触摸灵敏度、空间分辨率(例如，处理每一其他行或每一行)、触摸等待时间、信噪比(与用户界面准确度和由此的用户体验非常相关)、计算功率、帧速率、用户体验以及悬停检测的可用性。

[0320] 进一步，我们注意到，计算机系统将不会一直要求输入设备以其最高性能水平操作，因为用户正在使用系统来执行不要求输入设备全部性能水平的任务。因此，在那些时期期间，计算机系统可将输入设备置于消耗较少功率的模式中，但可能具有较低的性能。

[0321] 计算机可通过自动检测到不需要全部的性能水平来将输入设备置于功率保存模式中，或者应用程序逻辑可命令输入设备以较低的功率、较低的性能水平操作。

[0322] 在实施例中，可以有多种模式—每一种模式在操作性能与功率消耗之间具有不同的折衷。

[0323] 在实施例中，输入设备是触摸传感器。

[0324] 在实施例中，输入设备是多触摸传感器。

[0325] 在实施例中，输入设备是低等待时间触摸传感器。

[0326] 在实施例中，输入设备是如在2013年3月15日提交的题为“Low-Latency Touch Sensitive Device(低等待时间触摸敏感设备)”的美国专利申请No.13/841,436、2013年11月1日提交的题为“Fast Multi-Touch Post Processing(快速多触摸后处理)”的美国专利申请No.14/069,609以及2013年7月12日提交的题为“FastMulti-Touch Post Processing(快速多触摸后处理)”的美国专利申请No.61/845,892中公开的依赖于正交信号的低等待时间触摸传感器。那些申请的完整公开内容以引用的方式并入本文中。

[0327] 这个的一个应用将是当用户不在使用输入设备时，其中该设备将进入低功率模

式，从而可能降低性能(诸如较高的等待时间、较低更新速率等待)。一旦用户开始使用输入设备时，设备就立即置于较高性能模式，也许是全性能模式。

[0328] 甚至有可能的是：即使在用户使用输入设备之后，如果它可以在短时期内被完成，也将设备保留在较低的性能、较低的功率中，在该短时期期间，输入设备的较低性能不能被终端用户感知或者影响用户的体验或生产率。

[0329] 不同的用户行为(诸如，划墨迹(inking)、画图、滚动等)可能比其他用户行为(诸如，轻敲、菜单选取等)要求更高的性能。在要求较高的性能的情况下，输入设备可被置于可能消耗较多功率的较高性能模式。在不要求那么多性能的情况下，输入设备可被置于可能具有较低性能的较低功率模式。

[0330] 在一些实施例中，输入的特性可指示要求较高的性能率。例如，输入具有数个方向变化的笔画可能要求较高的帧速率来捕获笔画的细微差别。在检测到这种形状后，设备可置于较快速模式。反之，无细微变化的笔画可指示较低的采样速率足矣，因此帧速率可以被降低。类似的，可以以较高的速率采样手指周围的紧邻区域。

[0331] 与设备交互的一个用户可以是非接触模式，诸如用手指或笔悬停在设备上方。在可能要求较少空间分辨率、较少时间分辨率或较少输入信息(诸如与多触摸相对的单触摸)的情况下，设备可被置于较低功率模式，从而将仍然提供必要的性能水平(空间、时间等)。

[0332] 在实施例中，如果计算机预测到用户不久将要求较高的性能水平，那么输入设备的性能可被提高。例如，如果设备检测到用户的手指悬停在触摸输入设备附近但并未触摸，那么它可以使用该信息作为触发以增加触摸输入设备的性能，以使得当用户的手指最终触摸输入设备时，输入设备已经提升到良好用户体验将要求的性能水平。

[0333] 在实施例中，应用的状态可指示要求较高的帧速率。这可以通过操作系统、通过系统利用率的特性或由应用来清楚地推断，例如经由内过程通信、函数调用或其他方式。

[0334] 在实施例中，计算机系统可利用算法预测技术来创建用户下一步将如何利用该设备(包括何时以及何处用户将提供下一次输入)的时间和/或空间预测。具体地，对于触摸输入设备，何时以及何处手指或笔将接触显示器的这种时间或空间预测可用于将用户输入设备置于在更加适当的性能/功率消耗模式或折衷情况下的模式。

[0335] 在实施例中，我们可以使用传感器融合以使得包含在计算机系统中的多个传感器或用户输入设备上的预测可用于在算法上预测性能/功率消耗折衷的所需模式。例如，在实施例中，构建在智能电话中的加速度计可用于改变触摸屏的模式。电话的加速度的时间历史能够预测何时用户将要或刚好触摸了触摸输入设备，并且因此可以改变触摸输入设备的性能/功率消耗模式。在另一个实施例中，管理从一个功率/性能折衷模式到不同的模式的切换的阈值和逻辑纳入设备的电池水平以及取决于外部电源的可用性或条件。

[0336] 准确地检测这些事件的概率的统计知识可用于通过折衷错误警告和正确的检测率来优化设备的功率消耗(运行特性统计的接收器)，从而适当地使功率消耗与用户体验匹配。可以在设计的时候、制造的时候预先完成此优化，或者此优化可使用学习技术来适应于特定用户的历史和习惯。

[0337] 在实施例中，可检测区域上的触摸的触摸输入设备可被置于多种模式中，在所述多种模式中，区域的不同部分具有不同的性能/功率消耗折衷。例如，整个触摸区域可被置于它不能检测到用户在区域内的何处输入而是仅仅检测它在该区域中的某处被触摸的模

式中。同样，触摸区域的一些部分可被置于在空间分辨率、时间分辨率、等待时间或其他触摸参数之间具有折衷的模式中，同时触摸区域的其他部分具有这些参数的不同折衷。在实施例中，与触摸区域的具有按钮并且将要求较低的空间或时间分辨率并且可以在仍为用户提供满意的用户体验的同时经受得起较高等待时间交互的部分相比，触摸区域的控制滑动件UI控制的部分可以处于具有较高的空间和时间分辨率以及较低的等待时间的模式中。

[0338] 在实施例中，输入设备的功率/性能折衷模式可以由用户经由人类到计算机接口(例如，控制面板)来清楚地限定。

[0339] 在实施例中，存在多个输入设备。这些输入设备中的每一个可被置于不同的功率/性能折衷模式中以优化用户的体验。例如，单个游戏操纵器控制器可具有两个多触摸板以分别用于用户的左手和右手--每一个多触摸板都可以在游戏娱乐期间在不同的时间处于活动使用中。

[0340] 动态分配

[0341] 计算机系统中的触摸传感器的感知质量依赖于高的信噪比，其中用户输入信号很好地从环境电磁噪声中被分辨出来。这种电磁噪声可源自触摸传感器是其一部分的计算机系统中的其它组件—诸如LCD信息显示器--或源自用户外部环境中的伪像或天然信号—诸如来自设备的外部AC充电器的不想要的信号。这些不想要的电磁信号可能由触摸传感器错误地检测成用户输入，并由此产生错误或带噪声的用户命令。

[0342] 本文所公开的是一种能够使触摸传感器减低或消除这种错误或噪声读取。此方法使触摸传感器能够维持高信噪比，甚至如果它邻近来自其他计算机系统组件或不想要的外部信号的干扰的电磁噪声。该方法也可用来动态地重新配置信号调制方案，由此在给定时间点驾驭触摸传感器的选择部分或整个表面积，从而降低传感器的总功耗，同时仍然就并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面优化传感器的总体性能。

[0343] 对于其性能依赖于电磁信号的准确读数的电容性触摸传感器，尤其对于利用频分复用(FDM)以增加扫描速率和降低对计算机系统的报告触摸输入事件的等待时间的电容性触摸传感器，本创新是有价值的。如此，本文对申请人于2013年3月15日提交的题为“Low-Latency Touch Sensitive Device(低等待时间触敏设备)”的美国专利申请No.13/841,436和2013年11月1日提交的题为“Fast Multi-Touch Post Processing(快速多触摸后处理)”的美国专利申请No.14/069,609所披露的那些传感器进行引用、纳入以及扩展，这些申请将电容性频分复用触摸传感器考虑作为一个实施例。

[0344] 动态分配过程的实施例

[0345] 步骤1：合理地识别触摸信号和噪声

[0346] 当已知没有用户正在触摸传感器时，或者如果实际触摸信号是合理地已知的(即如果已知触摸表面的一些部分正被触摸而其它部分未被触摸)，触摸传感器可分析其接收的所有信号。

[0347] 可通过分析来自传感器本身、其它常见计算机输入传感器(像加速度计、陀螺仪、光学传感器)的读数、计算机系统的功率状态(例如计算机是否置于“休眠状态”等)、来自当前在计算机系统上运动的软件应用的事件流等的组合来形成和加强触摸传感器是否正被触摸或者哪里正被触摸的这些判断。这种分析过程依赖于来自计算机系统中的一个以上传感器的数据以得出关于系统状态、系统组件的状态或在本领域内用户通常叫作传感器融合

摸的状态的结论。

[0348] 通过关于已知手部触摸的分析判断,传感器接收的所有信号可随后与对这些已知触摸接收的信号进行比较。在传感器已测量的信号与应当已经被测量的那些信号(假设关于当前或之前触摸事件是已知的)之间作为结果的差异则可用来减轻噪声和干扰。

[0349] 在该方法的实施例中,对干扰信号的这种测量的一些可发生在设计时间,至少对在设计时间将可是预测的其干扰部分而言。

[0350] 在该方法的另一实施例中,一些测量可发生在制造或测试时间。

[0351] 在另一实施例中,当合理地已知用户没有接触触摸传感器时,一些测量可发生在使用前阶段。

[0352] 在另一实施例中,当用户正在已知位置接触传感器时,一些测量可能发生。

[0353] 在另一实施例中,当由其它传感器或以算法方式预测出用户未接触触摸表面时,一些测量可能发生在用户触摸之间的时间。

[0354] 在另一实施例中,一些测量可通过软件统计地发生,该软件可计量一用户的触摸的统计图案和可能性。例如,用户接口(UI)可具有被布置在触摸表面上仅某些位置处的按钮,由此这些位置是在给定时间用户可能接触的仅有位置。当在这些已知位置之一作接触时,触摸/无触摸状态之间的差异可能非常明显,即使存在噪声也好。在一个实施例中,可设计UI以使按钮必须被保持按下某一定义的时间段(可能由显示器指示),由此得到预先确定的时间段,在该时间段上即使存在噪声也可检测到触摸。在另一实施例中,可取代按钮使用滑块或二维“指示器”,因为这些UI控制件要求用户遵循UI事先已知的或可由设备上的其它传感器通过传感器融合(某种程度上)动态地确定的任意路径。在一个实施例中,这种UI滑块可以是“锁屏”或触摸友好操作系统上常见的单个“滑动-打开”滑块控制件,所述触摸友好操作系统例如但不限于iOS、Android、其它Linux变例或Windows。在相关实施例中,可使用任何这种非锁定姿态控制。在一个实施例中,虚拟键盘提供已知的触摸位置。因为单词中的字母可通过观察邻近字母容易地和准确地预测出。

[0355] 在一个实施例中,这种分析可在触摸传感器的分立式触摸控制器上执行。

[0356] 在另一实施例中,这种分析可在其它计算机系统组件上执行,例如但不限于ASIC、MCU、FPGA、CPU、GPU或SoC。

[0357] 步骤2:避免干扰

[0358] 一旦如步骤1中详细叙述地基于已知的触摸信号和/或经由统计推断将带噪声的读数识别为“干扰”,对电磁干扰的这种认识可用来避免频率、时间或码空间的某些部分之间的冲突,在这些空间内噪声可以或将可能由触摸传感器感测到。已知的触摸信号和所识别的电磁干扰之间的冲突可通过多种技术或技术组合来避免,所述多种技术或技术组合例如是,但不限于:

[0359] 1.如果识别出无干扰或很少干扰的信号频率,则触摸传感器应当被配置成使用这些信号频率。

[0360] 2.如果存在很少干扰或无干扰的时隙,则触摸传感器应当被配置成使用这些时隙。

[0361] 3.如果存在很少干扰或无干扰的码,则触摸传感器应当被配置成使用这些码。

[0362] 4.如果存在很少干扰或无干扰的频率、时间和码的组合,则触摸传感器应当被配

置成使用它们。

[0363] 5.对于利用FDM的触摸传感器，触摸传感器利用的信号频率不是必须邻接的。如果频带的一些部分由干扰占据，则触摸传感器应该被配置成避免那些频率。如果频带的一些部分在某些已知的时间由干扰占据，则触摸传感器应该被配置成在那些已知的时间避免使用那些信号频率。如果频带的一些部分在某些已知的时间由相对静态的干扰占据，则由触摸传感器发送的信号可在那些时间以一种方式被调制，以这种方式调制的话，解调将抵消或消除已知的干扰。例如，在该调制技术的实施例中，如果干扰在某些感兴趣频率下是稳定的正弦波，则可使用二进制相移键控(BPSK)来调制由触摸传感器发出的频率，由此当使用相反的BPSK来解调从触摸传感器接收的信号与干扰信号作为结果的和时，干扰的一个相等部分已被乘以正相位并且一相等部分已被乘以负相位，由此当信号在全部接收周期上被积分时，干扰信号已求和至可忽略的某种信号。具有相同效果的其它形式的调制也是可能的。

[0364] 6.如果使用FDM的触摸传感器利用快速傅立叶变换或者相似的快速算法(其中频隙数受算法或算法性质的约束)来执行频率分析，则使用具有更大频隙数的更大变换(可能是下一个估量)以使额外的可能接收频率存在。那么，触摸传感器可在制造前设计有在任何这些频率下进行发送的能力。如此，如果一些频隙包含干扰，则可避免这些频率，代之以具有很少干扰或没有干扰的频率。

[0365] 步骤3:确保无不想要的热点

[0366] 如果某些电磁干扰无法通过使用前面提到的技术完全消除，则触摸传感器可被配置成确保该噪声均匀地传播过传感器的表面积，以最小化由其余的干扰造成的操作性问题。

[0367] 在一个实施例中，触摸传感器可被配置并与客户应用编程接口(API)配对以针对确保良好的用户体验使更多噪声容忍的UI元件被放置在具有更多噪声的触摸表面部分上，并且由于需要精确控制而要求近乎无噪声输入命令的UI部分被关联于受很少干扰或不受干扰影响的触摸传感器表面的一些部分。

[0368] 在另一实施例中，可通过对被分配至触摸传感器信号的时序、频率和码进行重新映射而减轻不想要的电磁噪声。与触摸传感器的行和列关联的这些信号的分割不需要具有固定关系，并且可以按照需要动态地重新映射。例如，在一个实施例中，利用FDM的触摸传感器可一直对给定行发送特定频率的正弦波，或者它可对其动态发送的频率重新映射。例如，如果触摸传感器的发射器和接收器能够工作在“n”个不同频率下，并且如果这些频率中的“m”个频率已被确定为包含充分少量的干扰，并且触摸传感器的行数(同时发送的频率)为“r”(其中“n”大于或等于“m”，“m”大于或等于“r”)，则触摸传感器可从这组“m”个频率中选取“r”个频率并以被设计成最小化用户体验降级的方式将它们映射到行。在另一实施例中，传感器选择的这组工作频率可以随机或伪随机方式每帧动态地被重新映射，使得在可察觉的时间内在触摸表面的不同部分之间具有可忽略的噪声统计相关性。更具体地，触摸传感器可在“m”个可能的频率中选取“r”个频率，如果它们具有最小噪声的话，或者，它可在可察觉的时间内以被设计成最小化触摸表面不同部分之间的噪声统计相关性的方式动态地和随机地(或伪随机地)在这些频率中进行选择。相同的方法可用于时隙、码或其它调制方案或它们的组合。

[0369] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器来说，其中已被确定为包含充分

少量干扰的“m”个频率大于或等于在每个传感器行上同时发送独特频率所需的“r”个频率的数目，触摸传感器可利用动态FDM调制方案，该方案基于UI控制的已知布局和需求来优化触摸传感器表面积的特定部分的等待时间和采样率性能。这里，需要高精度、低等待时间的用户输入的UI控制件在给定时间点的已知位置被映射到触摸传感器的表面积的相应部分上，信号调制方案已在给定时间点为了高性能对其进行了优化。计算机系统的软件定义的UI控制件的位置和性能与触摸传感器的表面积的位置和性能要求之间的这种动态映射可通过应用程序开发器在运行时间之前被明确地定义，或者在UI控制件运行时间通过运行系统逻辑和分析予以定义——通过应用程序、操作系统和触摸表面之间的通信，所述通信由应用编程接口(API)定义。同时伴随着这些高性能区，相同表面积的其它相邻区可采用较低性能的频率、时间或码调制方案。通过在并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面被优化以寻求高性能的调制方案仅仅运行触摸传感器的表面积的选择区域已增加了下列益处：潜在地降低了由触摸传感器消费的总能量以既感测又处理用户输入，因为传感器的仅特定区域工作在要求的性能水平——由此使得表面积的其余部分以相较于性能优化节能的调制方案工作。这种动态调制方案可如传感器输入的每个新帧那样快地被更新和重新优化。

[0370] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器，其中被识别为具有最小噪声的一组“m”个可能的频率的数量低于将独特频率分配给触摸传感器的每个行所需的“r”个独特传感器信号的数目，该传感器可被配置成利用一种混合式调制方法，该方法将时间、码或其它调制方案与频分方案结合在一起。在该方法的一个实施例中，可通过触摸传感器动态地选择和重新评估特定的混合式调制方法——如传感器输入的每个新帧那样快——以优化跨整个传感器的表面积的最低等待时间和最高触摸事件采样率。在该方法的另一实施例中，可通过触摸传感器动态地选择和重新评估特定混合式调制方法以基于UI控制件的已知布局和需求来优化触摸传感器的表面积的特定部分的等待时间和采样率性能。这里，需要高精度、低等待时间用户输入的UI控制件在给定时间点的已知位置被映射到触摸传感器的表面积的相应部分，对于这些相应部分已在给定时间点在并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面进行了优化以寻求高性能。计算机系统的软件定义UI控制件的位置和性能要求与触摸传感器的表面积的性能要求之间的这种动态映射可通过应用程序开发器在运行时间之前被明确地定义，或者在UI控制件运行时间通过运行系统逻辑和分析予以定义——通过应用程序、操作系统和触摸表面之间的通信，所述通信由应用编程接口(API)定义。同时伴随着这些高性能区，相同表面积的其它相邻区可采用较低性能的频率、时间或码调制方案。通过在并行化、等待时间、采样率、动态范围、感测粒度等方面被优化以寻求高性能的调制方案仅仅运行触摸传感器的表面积的选择区域已增加了下列益处：潜在地降低了由触摸传感器消费的总能量以既感测又处理用户输入，因为传感器的仅特定区域工作在要求的性能水平——由此使得表面积的其余部分以相较于性能优化节能的调制方案工作。这种动态调制方案可如传感器输入的每个新帧那样快地被更新和重新优化。

[0371] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器，其中被识别为具有最小噪声的一组“m”个可能的频率的数量低于将独特频率分配给触摸传感器的每个行所需的“r”个独特传感器信号的数量，该传感器可被配置成在给定的时间周期进入时分复用(TDM)模式，如同在TDM方法中典型地那样选择“m”中的一个频率并顺序地对行和列进行采样。在给定的时

间周期将主要FDM传感器切换至纯TDM模式确保了准确的输入，代价是传感器读数的帧速率和等待时间。

[0372] 在另一实施例中，对于主要采用FDM的触摸传感器，其中被识别为具有最小噪声的一组“m”个可能的频率的数量低于将独特频率分配给触摸传感器的每个行所需的“r”个独特传感器信号的数量，该传感器可被配置成在给定的时间周期内进入混合式FDM和TDM模式，选择“m”中的数个频率并由此顺序地采样并行的多个行和列以相较于单纯顺序的TDM模式的性能极限提高传感器读数的帧速率和等待时间。这种混合式FDM和TDM调制方案改善了传感器并行化和性能，同时缓解了带噪声的读数的不利影响，若非如此，带噪声的读数已因为利用“m”以外的传感器信号而产生，“m”周围的电磁噪声的实时、历史和/或统计分析被视为更有干扰倾向的。

[0373] 步骤4：使用感测的复制以增加传感器的信噪比

[0374] 触摸传感器也可利用多种技术来减少触摸传感器中的干扰和其它噪声的影响。例如，在采样FDM的触摸传感器的实施例中，触摸传感器可使用每行多个频率，由此即使传感器无法预测哪些频隙将受到干扰，它也能以多种方式测量每个行(或列)并计量最小噪声测量(或测量组合)，并随后使用它们。

[0375] 在难以决定测量是否已受干扰影响的情形下，触摸传感器可采用对多个测量投票的投票方案，或使用类似的统计方法来确定将哪些测量抛弃、将哪些测量保留以及在统计上和数学方式上将其保留的测量组合以最大化信噪比+信干比并由此增进用户体验的最佳方式。例如，在一个实施例中，受到干扰的FDM触摸传感器可在每行上发送三个不同频率(这些频率是充分相隔的以使它们之间的干扰在统计上是不可能的)并测量结果。然后使用三中取二投票系统，传感器可确定哪些频率因为干扰而降级最多，并或者在最终测量去除其测量值而不予考虑或者以统计上似合理的方式将剩下的两个组合起来(假设传感器“知道”关于干扰和噪声统计的先验)，或者包括全部三个测量值并以统计上似合理的方式将它们组合，通过其由于噪声和干扰而降级的统计可能性对每个频率测量值的影响进行加权。

[0376] 触摸传感器如此可采用的某些方法可包括，但不限于：

[0377] 1.使用每行多个频率。可同时地或按顺序地采用这些频率。

[0378] 2.从行至列和从列至行地发送(或者按顺序或者同时地)。这也可与前述多个频率的使用相结合，或者与另一调制方案的组合相结合。

[0379] 3.在FDM顶上使用CDMA、或者调制方案的一些组合。这里，应当注意CDMA信号，不像常见地由FDM技术采用的那些信号，是根本上“非自然的”并因此经常比FDM调制方案对计算机系统的外部环境中的多种自然发生的信号更加不受影响。

[0380] 抽选策略

[0381] 当用户向高速输入设备(诸如，2013年3月15日提交的题为“(Low-Latency Touch Sensitive Device低等待时间触摸敏感设备)”的美国专利申请No.13/841,436中描述的设备)提供输入时，所生成的大数量的输入事件可能压垮输入堆栈的其他部分。为了解决这个问题，我们描述多种可减低事件流中事件的数量的技术，以使得输入堆栈的其他部分可及时地行动，并且不会被堆栈上的绝对数量的事件压垮。

[0382] 本文所公开的是用于“智能抽选”的系统和方法，其中输入事件被选择性地丢弃、组合、过滤、替换、或被以其他方式选择性地从输入设备(或者正在进行抽选的无论什么层)

传递到该堆栈的接下来的等级。

[0383] 应该理解的是，对输入“事件”的任何引用仅意在描述层之间的信息流动，不论这在事件驱动的计算模块中描述离散的输入事件，还是在非输入驱动的系统中描述用户给予输入的物理“事件”以及所得的信号。

[0384] 可能有如下情况：由高速传感器输出的事件的数量对于操作系统/显示器单元过高以致于不能及时处理，由此造成瓶颈或者甚至由于管线中的大量事件而溢出，从而等待被处理。

[0385] 抽选是将一个输入流转变成具有相同、较小或较大数量的事件的一个或许多分离的输出流的过程。可通过模块、算法、功能、系统(包括但不限于输入设备和用户界面)状态的了解或者仅仅以特定频率或给定的阈值对数个事件进行分割来智能地指令此抽选。

[0386] 抽选是过滤、组合、替换或以其他方式选择性地沿着描述用户输入的信息传递(如实地或者通过模块)。尽管“抽选(decimation)”字面上意味着提取10％，我们宽泛地使用此术语来描述信息流的体积中的任何种类的变化。抽选可能发生在用户的物理输入与被显示在屏幕上的结果之间处理的信息处理流中的任何步骤处。在本说明书中，任何对发生在一层处的抽选的引用应该被理解为潜在地同等地也应用在任何其他层处。

[0387] 图33a示出智能抽选过程的概览。如图所示，智能抽选采用输入事件流和过滤器、组合此数据、替换此数据中的部分、或者以其他方式将此数据传递到输入所作用的系统的其他部分。

[0388] 如图33b所示，智能抽选可产生具有相同或不同数量的事件的多个输出流。

[0389] 如图33c所示，智能抽选可产生传递到多个输入处理堆栈的事件流，每一个输入处理堆栈可接收一个或多个输出事件流。

[0390] 以下章节描述包含在本公开的系统和方法中的数个抽选策略。要理解的是，本系统和方法可使用这些策略中的任何一个，使用所描述策略的衍生物或者将这些策略组合以将输入事件流转变为去往系统的其他部分的输出事件流。

[0391] 每N个帧

[0392] 在此实施例中，每N次事件对输入事件流采样(其中N是可调参数，可调意味着它可被系统的一个或多个部件改变任意次)，以使得输出流包括来自输入事件的每第N次输入事件，从而丢弃其他N-1次事件。

[0393] 图34示出“每N个帧”进行智能抽选的示例。在此情况下，N＝4以及来自输入流(顶部行)的每第4次输入事件被包含在输出流(底部流)中。

[0394] 每X微秒

[0395] 在此实施例中，输入事件流中的每一次输入事件与时间相关联，优选为与事件相关联的用户输入发生时的时间。输入事件流被采样以使得输出事件流包括在输入事件流中每X微秒(或任何其他所需的时间单位)发生的事件，其中X是可调参数。在不存在精确地对应于时间值的事件的情况下，本公开的系统和方法可被配置为使用来自输入事件流的最近事件、下一事件、先前事件，创建假事件或根本没有事件。

[0396] 图35示出“每X微秒”进行智能抽选的示例。每X微秒对输入事件流(顶部行)采样，并且那些发生在这些时间处的事件被包含在输出事件流(底部行)中。

[0397] 第一和最后输入事件

[0398] 当考虑到输入事件流时，第一和最后输入事件是相当重要的，因为它们指示由用户作出的意图。当考虑到触摸输入时，这些第一和最后输入事件将分别对应于当用户首次激活触摸传感器时生成的事件以及当他们从触摸传感器抬起他们的手指时生成的最终事件。如此，在此实施例中，输入事件流中的第一和最后输入事件被包含在输出事件流中。

[0399] 例如，考虑图36，其包括进行输入的显示器或显示器的部分3601。此显示区域3601可包括数个图形用户界面元件3606.考虑输入事件流(虚线)起始于第一事件3604并且延伸到最后事件3065。在此实施例中，第一3604和最后3605事件将被包含在输出事件流中(替代方案可仅提供第一或最后事件中的一个)。

[0400] 曲率

[0401] 在此实施例中，输入事件流被采样以使得代表输入事件流的曲率中的有意义的变化被包含在输出事件流中。考虑图36，其包括其上进行输入事件流(虚线)的显示器或显示器的部分3601，输入事件流起始于第一事件3604并且延伸至最后事件3605。对应于曲率3602的程度或曲率3603的方向变化的事件被包含在输出事件流中。

[0402] 在相关的实施例中，输入事件曲线的其他特性可告知抽选过程。存在多种描述曲线的数学模型，并且对于任何给定模型，存在需要用来重建曲线的输入事件的最小数量。在此实施例中，来自输入事件流的仅需要用来重建输入事件流的路径的事件被包含在输出事件流中。在此实施例中，曲线重建中的容许误差是可调参数。

[0403] 输入模式

[0404] 输入模式可明确地选择抽选方案。例如，UI、应用程序或明确的用户行为可指定在给定区域或时间周期中优选较少的抽选。例如，当在帆布上制图时，一个用户可选择的‘画笔’可通过对更高度抽选的输入进行曲线拟合来提供更光滑的曲线，而另一个画笔可更加如实地跟随用户的实际输入。

[0405] 输入硬件特性

[0406] 已知输入传感器具有不均匀的感测能力。例如，电容性触摸传感器可具有将输入‘卡合(snap)’到感测轨迹的位置的趋势，而基于视觉的传感器受到环境光以及他们的传感器的光学特性的显著影响。在一些实施例中，这些输入特性被考虑在内。例如，在呈现类似于已知电容性传感器的‘卡合’的行为的设备中，与卡合到感测线的事件相比，没有卡合到感测线的事件可被选中，从而实质上平滑了用户的输入。所有的输入设备在它们报告的事件中呈现某种偏离，并且此方案考虑到并且在某种程度上补偿那些影响。

[0407] 姿态抽选

[0408] 输入的特性本身可告知方案的选择。例如，本领域技术人员已知在用户在UI元件内做出通常的1维姿态来“锁定”1维滚动动作，该“锁定”一般可被显示(pan)成2维或更多维(例如，援引苹果公司的949专利)。本公开的系统和方法的某些实施例可类似地注意根据1维运动对UI进行的“锁定”并且改变方案。在此情况下，1维滚动可能需求较少的事件，所以可采用更加积极的抽选方案。类似地，输入可指示将不发生‘锁定’，所以可在2维或更多维同时发生滚动。在这种情况下，一些实施例可减少抽选的积极性，或者切换为更加‘友好的’方案以便多维运动(例如，上述的“曲率”方案)。一些可表征输入方案的特性的检验以指示模式“姿态”；某些实施例可使用上述的姿态或者基于系统的需要而限定的任何其他形型式。

[0409] GUI元件边界过渡

[0410] 在实施例中，抽选过程考虑到用户正在交互的图形用户界面(GUI)的布局。如果将GUI中的元件考虑为存在于可被转变为平面或任何其他形状的平面、或1D、2.5D或3D空间中并且允许GUI确定指针正在触摸哪里以及输入事件被定位在此平面中，那么GUI元件的界限提供可告知智能抽选过程的重要信息。

[0411] 参见图37，许多图形元件经编程以响应于事件“(正进入)onEnter”和“(正离开)onLeave”(或它们的等同物)。当输入事件首次移动到或离开GUI元件的界限时调用这些事件。如此，在此实施例中，当输入事件流(图37，虚线)跨越了GUI元件3606(图36)的界限时，在元件外的最后输入事件3705以及在元件内的首次输入事件3706被包含在输出事件流中，边框处的事件可以是3705和3706的替换。在类似的实施例中，第一、最后的边界事件的任何组合被包含。

[0412] 注意，“在...内的最后事件”以及“在…外的第一事件”可能实际上是相同的事件例如，在图37中，最左的UI元件3606在其内具有标记为3705的一个事件以及标记为3706的另一个事件。事件3705是在最左UI元件3606内的最后事件，但它也是在中间UI元件3606外的最后事件。在一个抽选方案中，这单一事件可被复制并且被发信号至这两个UI元件。在另一个方案中，这些中的一个或两者的仅一个副本可被传递。

[0413] GUI元件界限

[0414] 在实施例中，抽选过程考虑到用户正在交互的图形用户界面(GUI)的布局。如果将GUI中的元件考虑为存在于可被转变为平面或任何其他形状的平面、或1D、2.5D或3D空间中并且允许GUI确定指针正在触摸哪里以及输入事件被定位在此平面中，那么GUI元件的边界提供可告知智能抽选过程的重要信息。

[0415] 在此实施例中，在图38中示出，针对不同区段的输入事件流3801、3802、3803、3804，智能抽选过程基于这些事件被包含在边界GUI元件3606内或外来选择不同的抽选策略。例如，与包含在GUI元件3606的边界内的那些输入事件3802、3803，那些在特定GUI元件3606的边界外的输入事件3801、3804可以以较低的频率来采样，以便包含在输出事件流中。在类似的实施例中，在一个GUI元件(最左3606)内的那些输入事件3802可以以与另一个GUI元件(中间3606)内的那些3803不同的方式来抽选。

[0416] 应用程序软件或GUI工具箱软件可告知触摸传感器关于GUI元件的尺寸/位置/形状，抽选可在选择事件来传递、丢弃或产生时将此信息考虑在内。

[0417] 抽选器可选取GUI元件内的第一事件和/或先前事件所在的GUI元件外的第一事件。在此方面，应用程序软件可告知触摸传感器什么事件最有意义并且可以帮助驱动抽选过程。

[0418] 多模态输入

[0419] 如先前所述，智能抽选引擎可组合本文献中描述的任何数量的单独抽选技术。在此实施例中，系统考虑用户用来生成输入事件而使用的输入设备。例如，在包括可在输入行为的任何时间处检测的触摸和笔输入两者的系统中，本公开的系统和方法可针对触摸输入使用一组单独的抽选技术和参数，而针对笔输入使用可能不同的一组技术和参数。在实施例中，根据正在被特定输入设备执行的动作，本公开的系统和方法可在交互期间任何点处决定切换抽选技术。在实施例中，针对给定模态采用的方案可在用户开始和/或停止做出另

一个模态情况下的输入时改变。

[0420] 多用户输入

[0421] 如先前所述，智能抽选引擎可组合本文献中描述的任何数量的单独抽选技术。在实施例中，系统考虑生成输入事件的用户。例如，在包括若干用户的系统中，本公开的系统和方法可针对第一用户使用一组单独的抽选技术和参数，而针对第二用户使用可能不同的一组技术和方法。进一步，对于区别用户之间的输入关键的事件可在抽选过程中被给予额外的权重，类似于上述UI边界上的事件。

[0422] 多点输入

[0423] 本领域技术人员已知在单模态中跟踪来自用户的多个“点”(或区域)-例如，多触摸输入提供跟踪在用户与传感器之间的多个接触点，并且近距离传感器提供在传感器附近跟踪用户的身体的多个点。在一些实施例中，不同的方案可应用到各个点。这些方案可基于若干因素来选择，包括但不限于：用户的输入、系统所识别的“姿态”、点的位置、跟踪对象(例如，指尖、笔尖)与设备指尖的实际物理接触的存在或不存在、用户的输入的速度或持续实际等中的一个或多个。

[0424] 告知应用程序

[0425] 如先前所述，智能抽选引擎可组合本文献中描述的任何数量的单独抽选技术。在此实施例中，系统考虑正在设备上运行的应用程序，并且可相应地在数种抽选技术和参数之中作出选择。

[0426] 告知等待时间

[0427] 如先前所述，基于触摸速度和系统等待时间或任何类似的算法，智能抽选引擎可知道输入堆栈等待时间，并且基于输入事件，知道一个或多个构成事件，从而指示未来触摸位置将在哪里。

[0428] 模糊输入

[0429] 在此实施例中，如果输入事件在用户意图方面是模糊的，抽选引擎可等待以将来自输入事件流的输入事件包含在输出事件流中。借助示例，考虑图39，其中由触摸3901在触摸敏感显示器上生成输入事件。这些输入事件不但具有一点，而且还具有与其相关联的触摸区域。在输入事件3901跨在两个GUI元件3606上的情况下，此实施例将等待把输入事件包含在输出事件流中，直到不模糊的后续输入事件或超时发生(用户目标是哪一个GUI元件3606)。

[0430] 其他策略

[0431] 在对输入进行抽选后，系统可使未经抽选的输入可用于堆栈的其他层。作为输入事件流或者作为存储器数据库。此可用性不影响输入流的实时。

[0432] 系统可请求不同种类的抽选过程和/或请求先前、未经抽选的事件。系统还可告知如何调谐抽选过程，从而允许抽选过程基于输入设备、正在被执行的行动、功率消耗或者可用的处理功率来精细地调谐发生多少抽选。其他变量可用于精细地调谐抽选过程。系统包括剩余输入堆栈、操作系统、任何应用程序或者由用户来配置。

[0433] 在对输入进行抽选后，系统可使得可获得抽选的说明。这些说明例如可以是存储器中对所选方案的指针或其他编程标识符。此描述符可以与抽选结果并列地传递(设想，作为示例，作为描述经抽选的或未经抽选的输入事件的对象的一部分)。

[0434] 抽选方案可以是动态变化的:一个方案可以针对给定范围来选择并被切换到另一个范围中。在一些实施例中,可同时地使用多于一个方案。在这种实施例中,过程(可被认为是‘变化(meta)抽选’方案)可在多个方案的输出之间作出实时决定,或者可以使多个方案的结果全部可用于堆栈的后续层。这可以同时发生,或者一个或多个方案可以沿着链传递,其他方案(也有可能是发送的那一个)的结果被储存以供后续查找。

[0435] 当前系统和方法已在前面参照用于在快速多触摸传感器中的用户、手以及物体辨别的方法和设备的框图和操作示图进行了描述。应该理解,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,可以通过模拟或数字硬件和计算机程序指令来实现。这些计算机程序指令可以被提供到通用计算机、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实现在框图或操作框所指定的功能/动作。在某些可选实施方式中,在框中所指出的功能/动作可以不按照操作说明中所说明的顺序发生。例如,取决于所涉及的功能/动作,连续示出的两个框实际上可以基本上同时执行,或者这些框有时可以按相反的次序来执行。

[0436] 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在形式上和细节上对其作出多种改变,而不背离本发明的精神和范围。

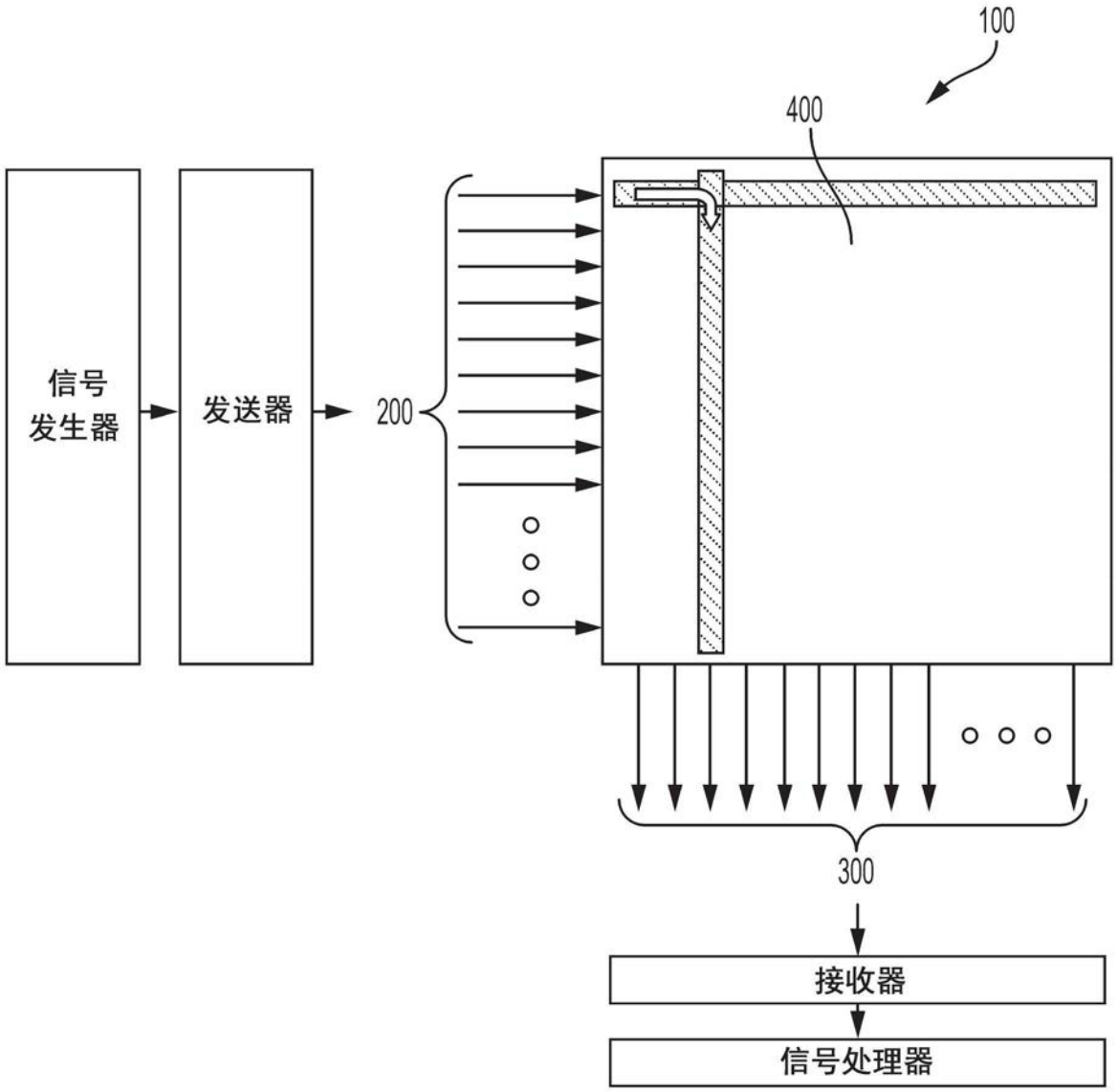


图1

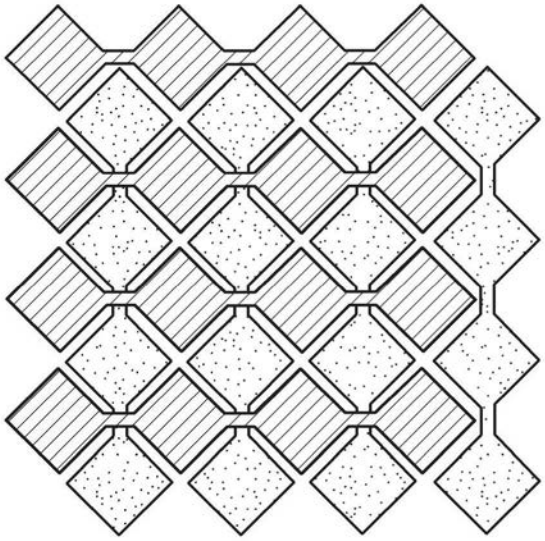


图2

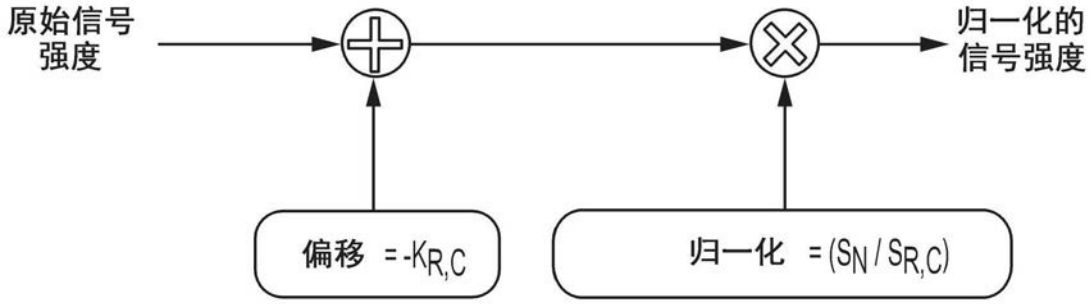


图3

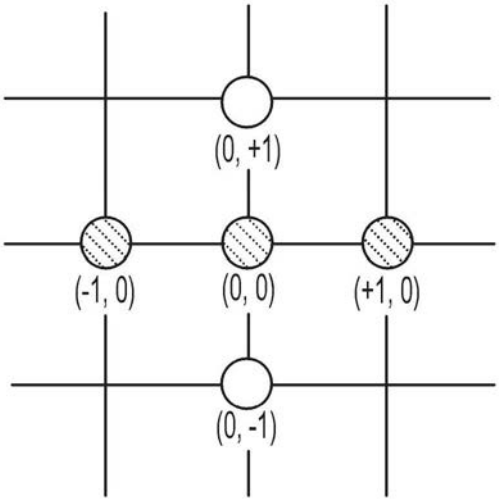


图4

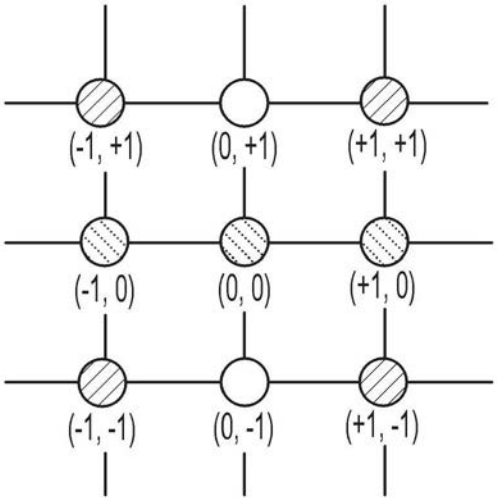


图5

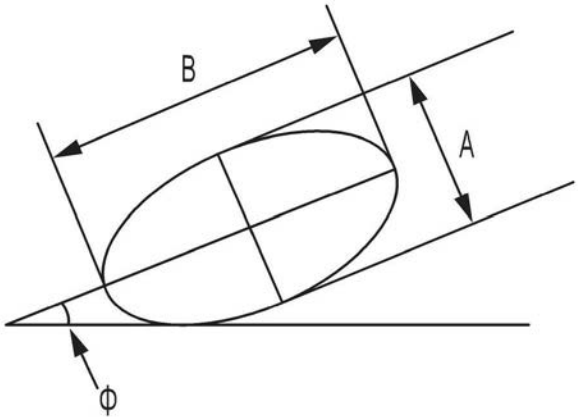


图6

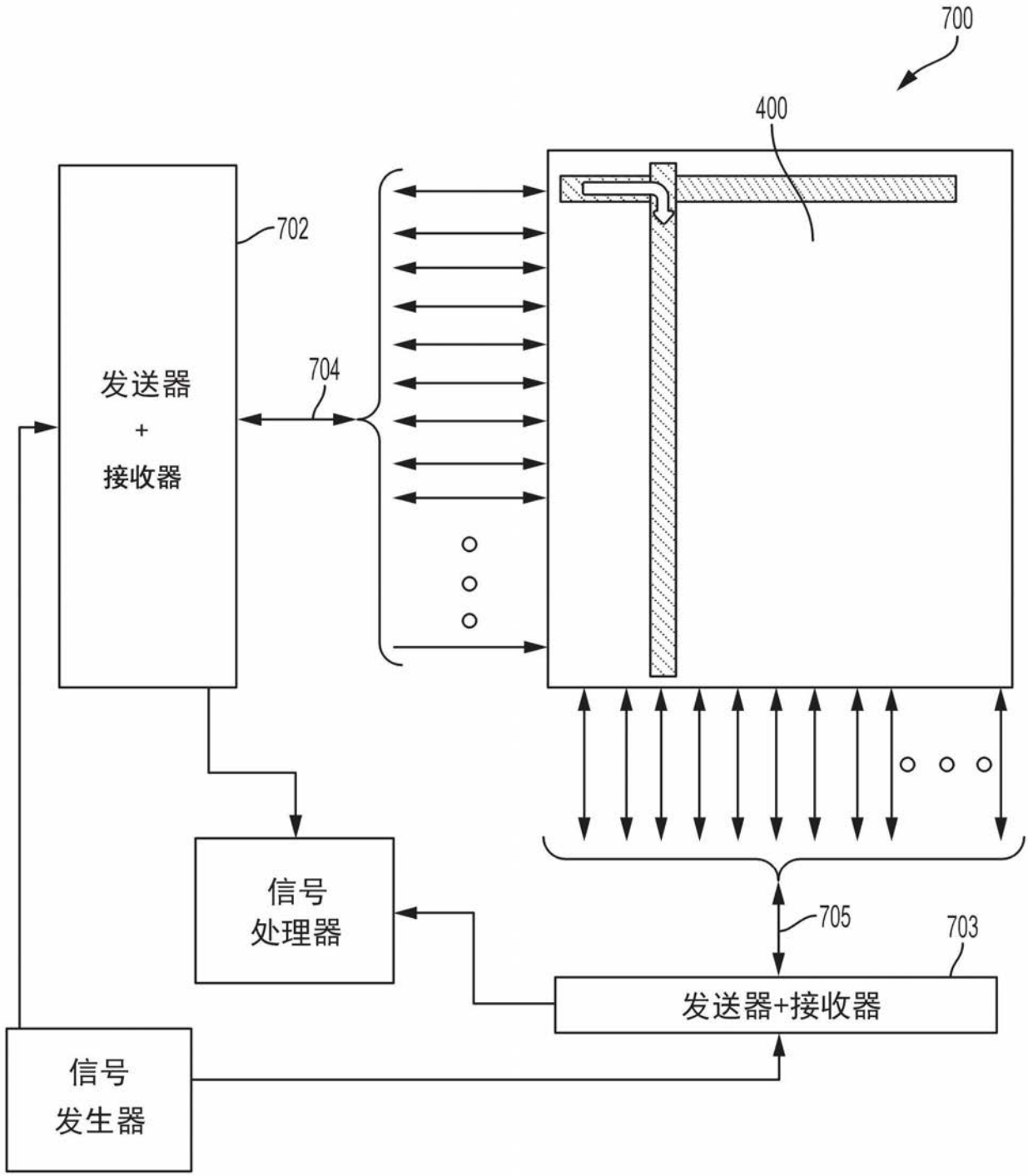


图7

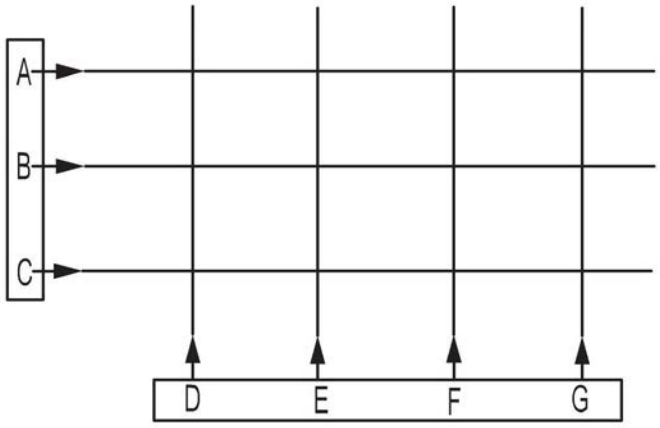


图8

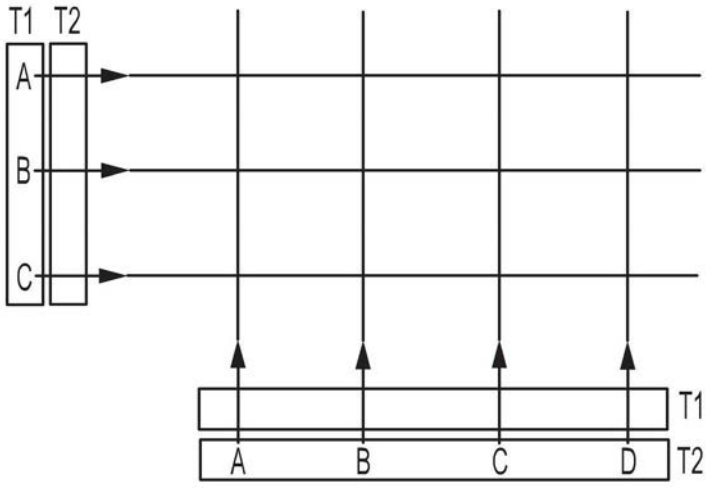


图9

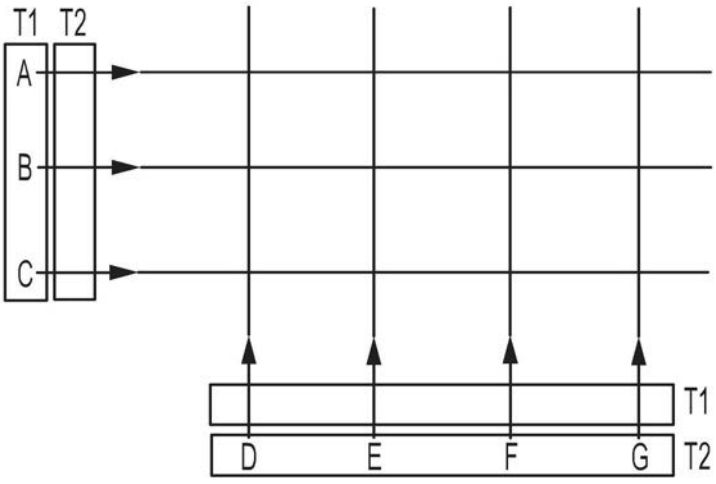


图10

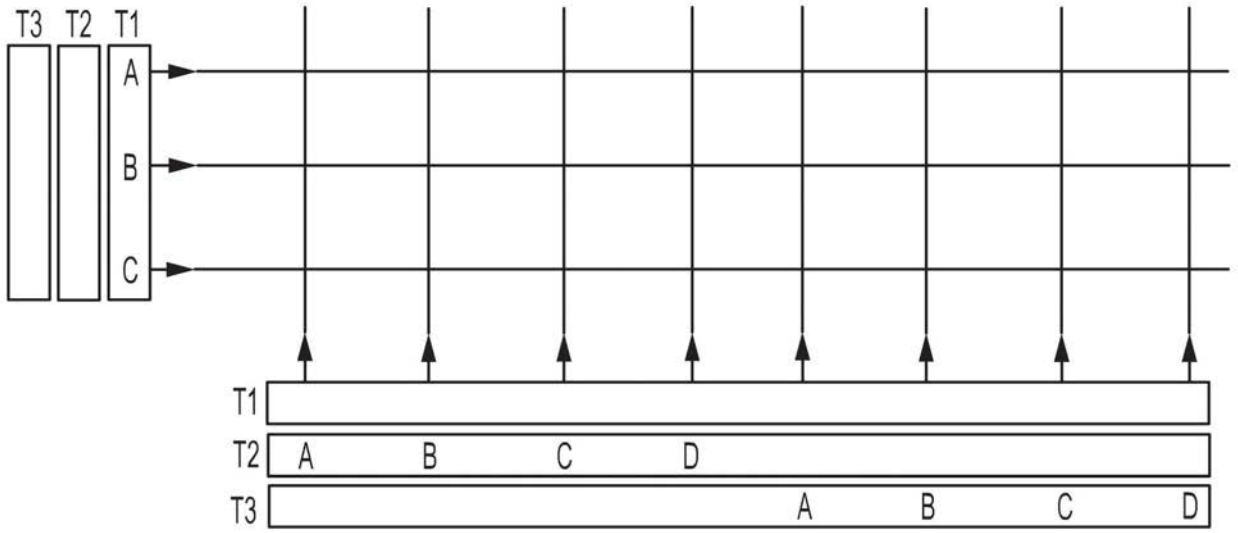

T3
T2
T1
A
B
C
T1
T2
A
B
C
D
T3
A
B
C
D

图11

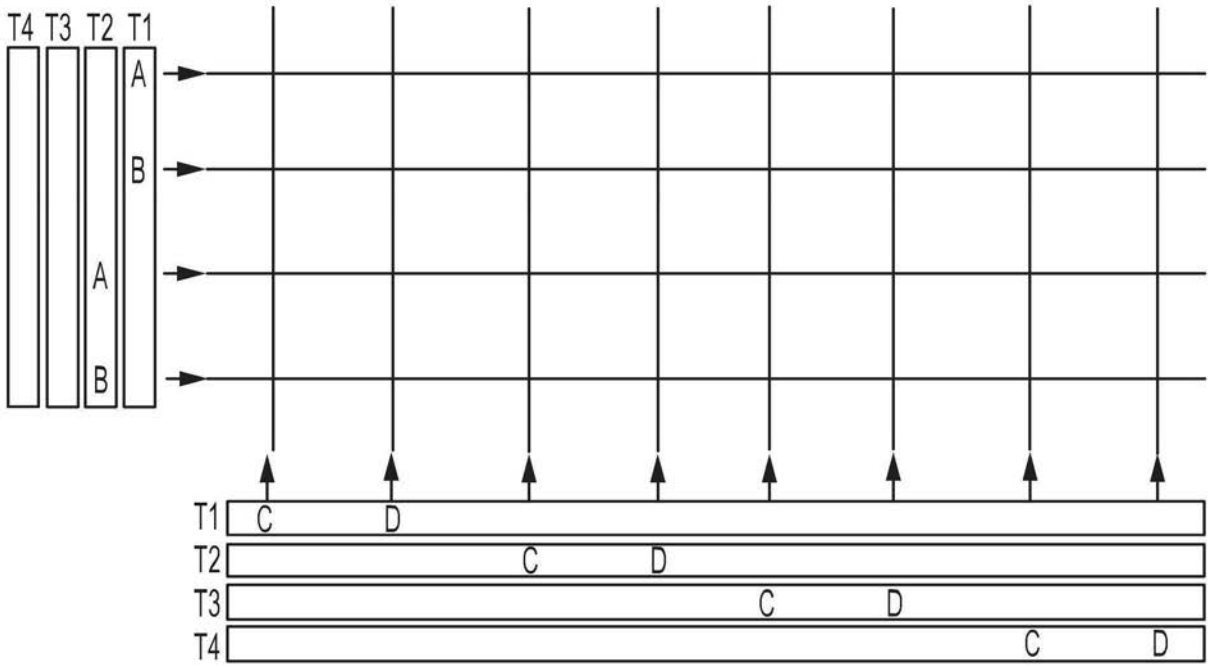

T4
T3
T2
T1
A
B
A
B
T1
C
D
T2
C
D
T3
C
D
T4
C
D

图12A

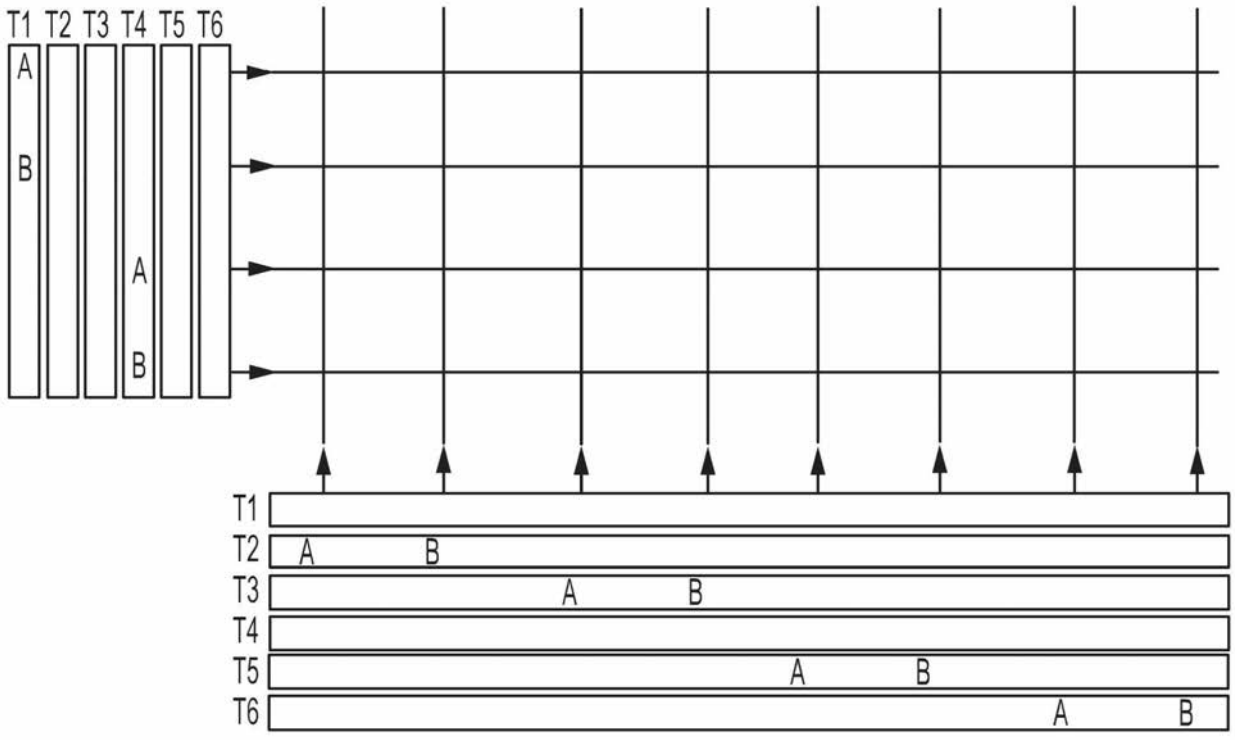

T1 T2 T3 T4 T5 T6
A
B
A
B
T1
T2
A
B
T3
A
B
T4
T5
A
B
T6
A
B

图12B

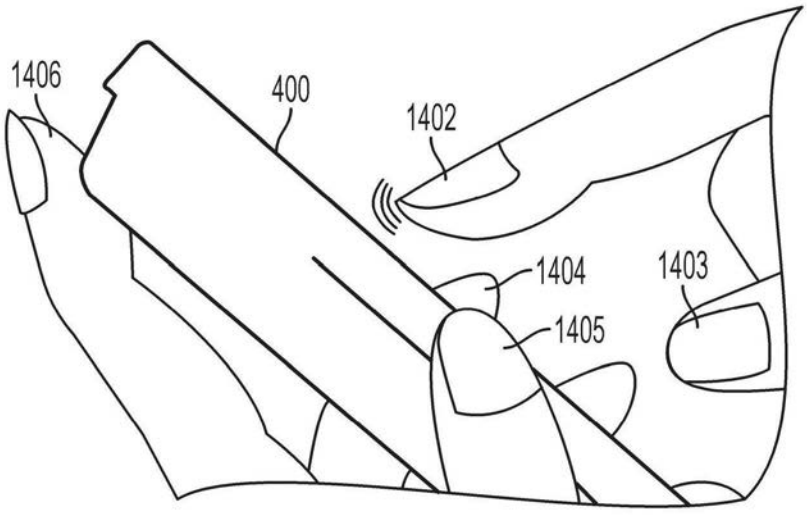

1406
400
1402
1404
1403
1405

图13

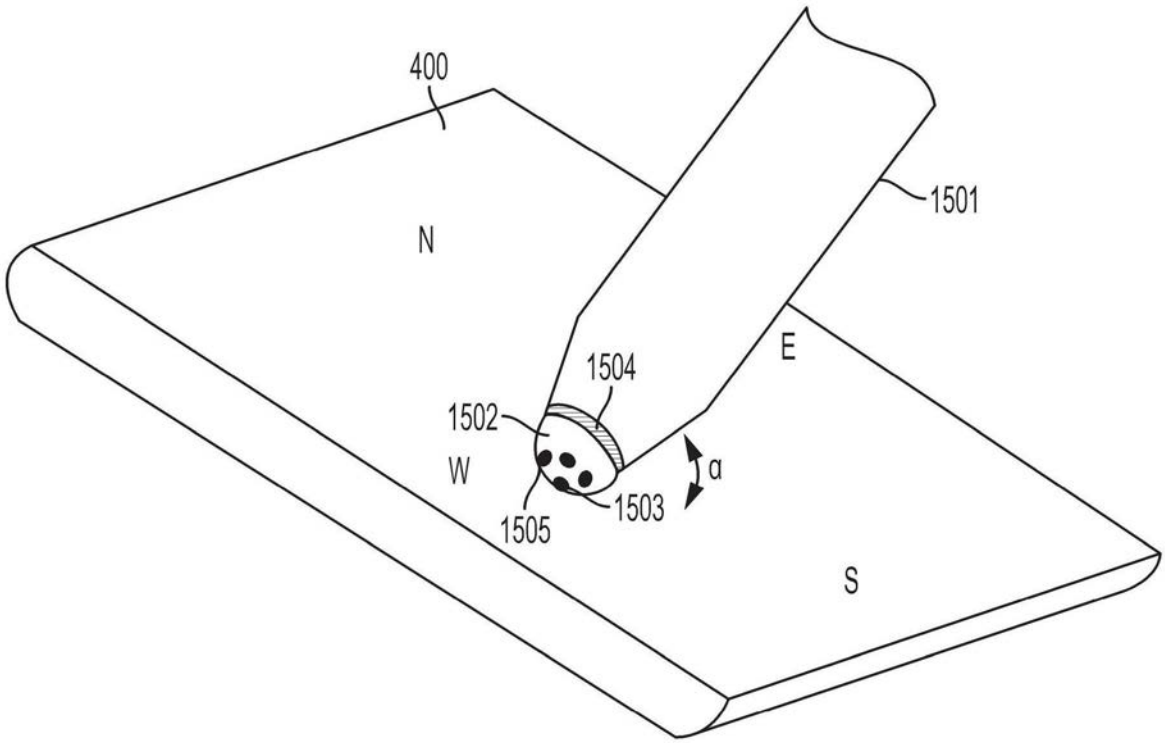

400
1501
N
E
1504
1502
W
α
1503
1505
S

图14

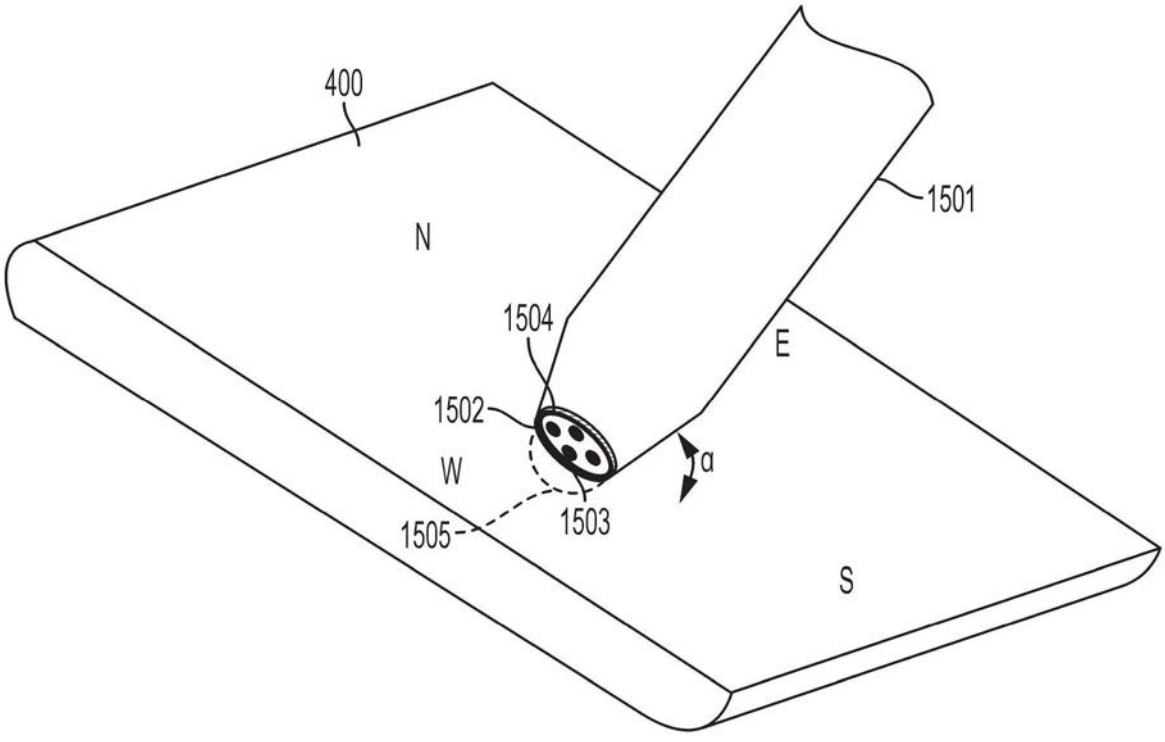

400
1501
N
1504
E
1502
W
α
1503
1505
S

图15

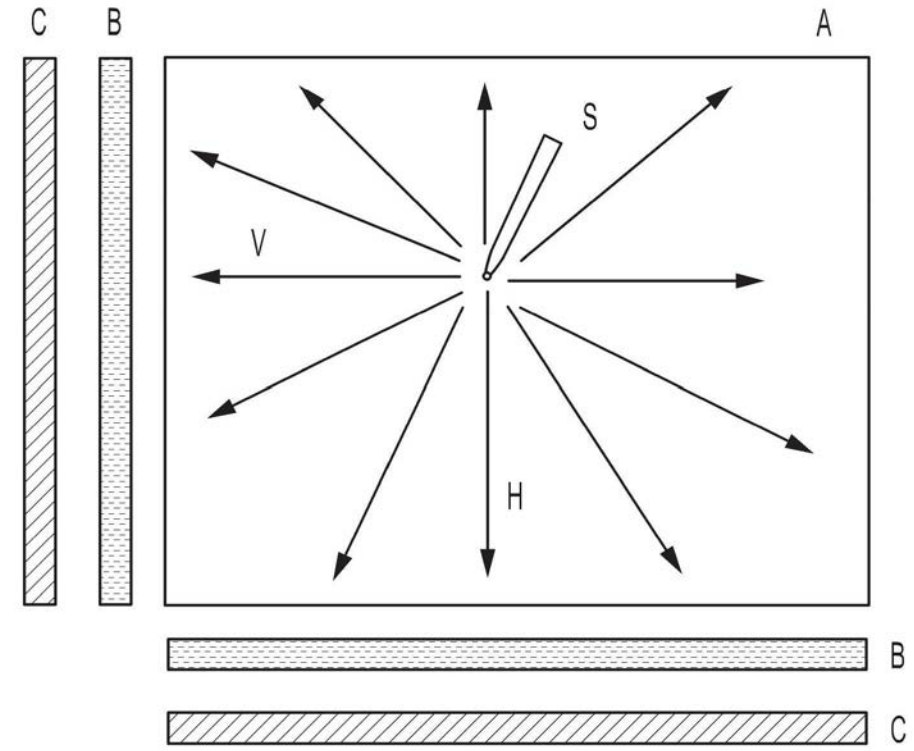


图16

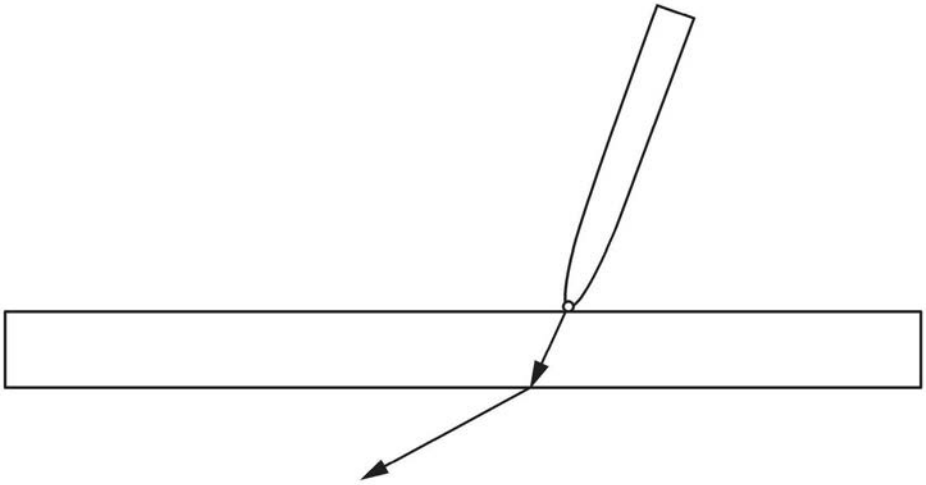


图17

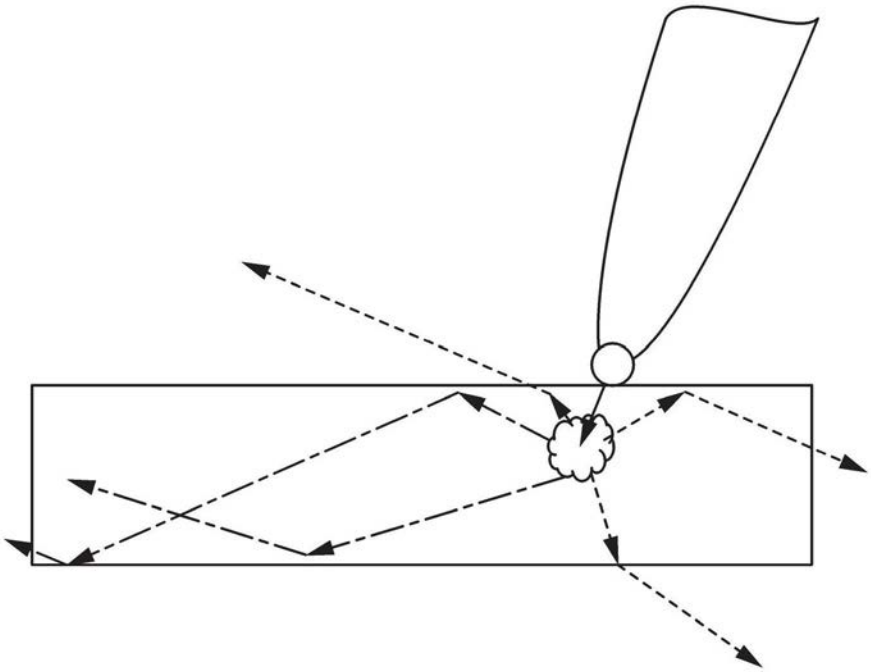


图18

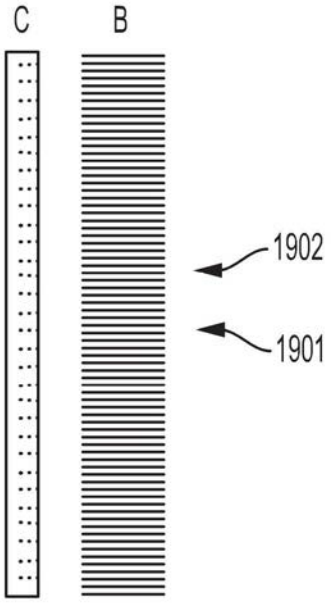


图19

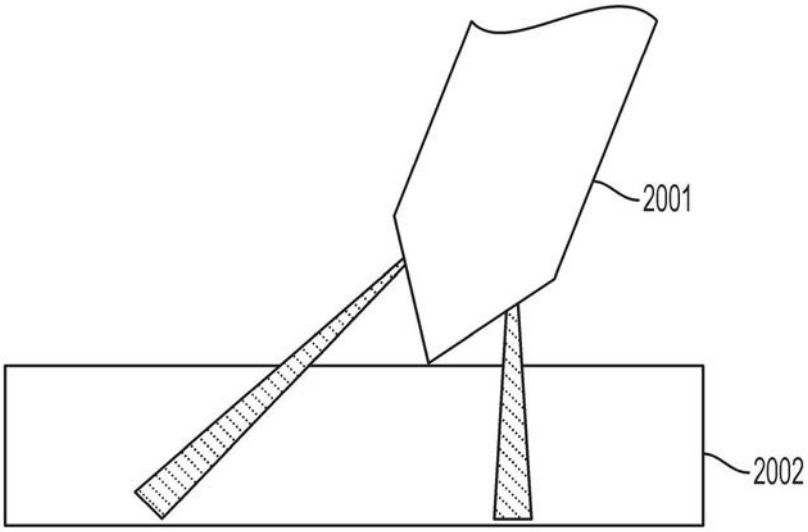


图20

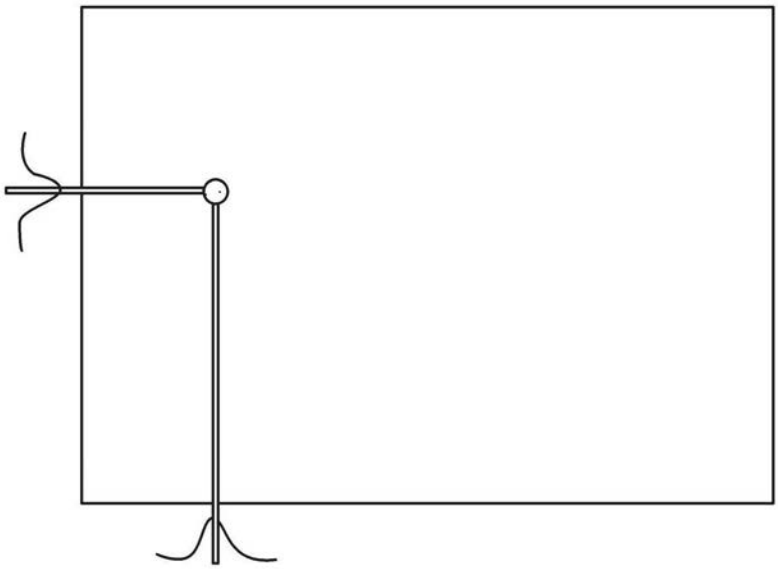


图21

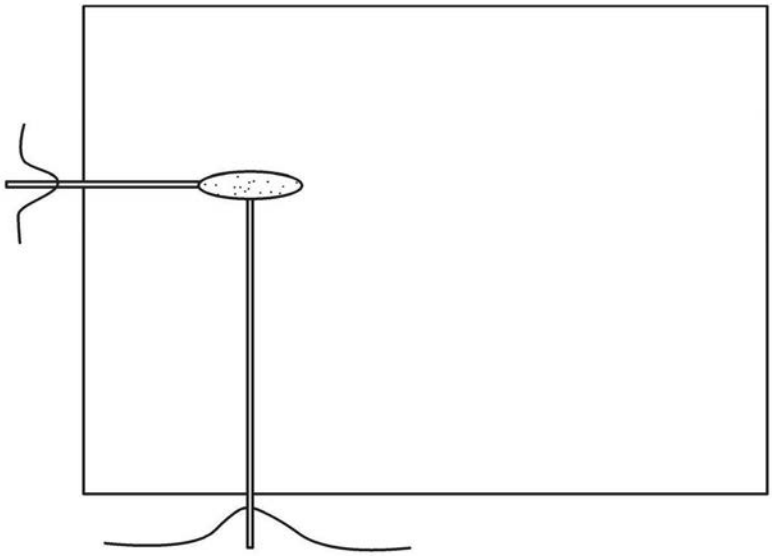


图22

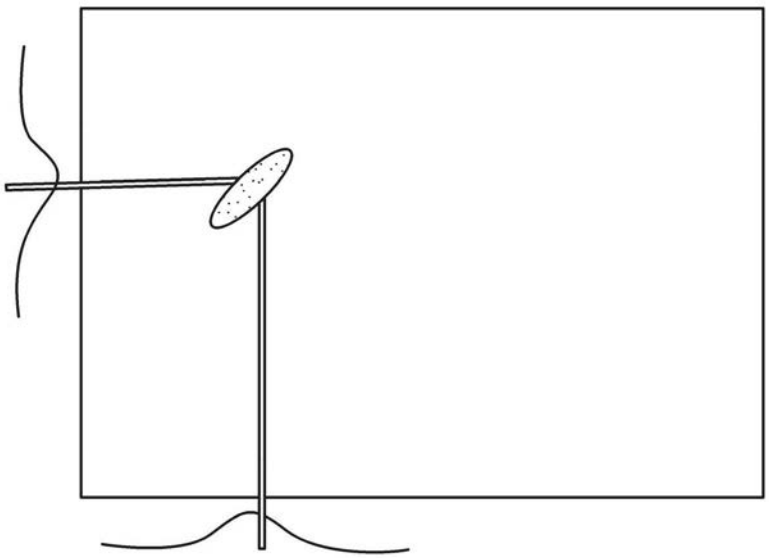


图23

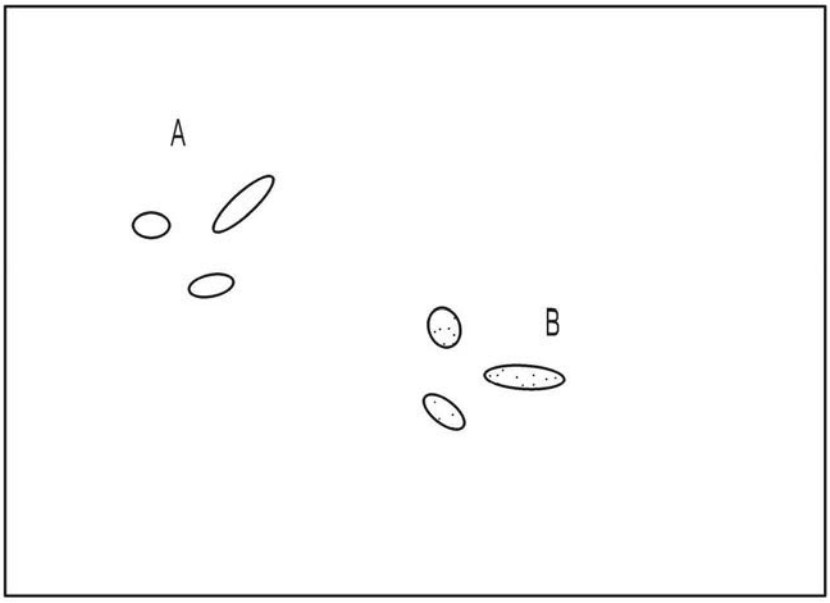


图24

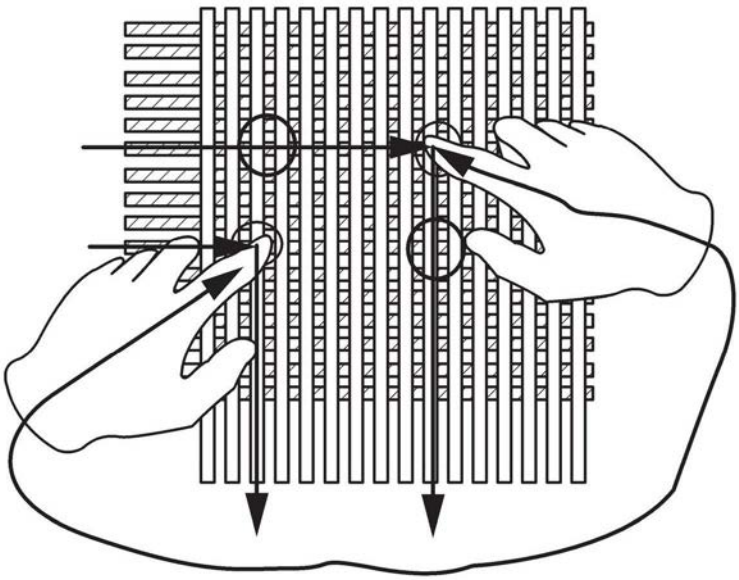


图25

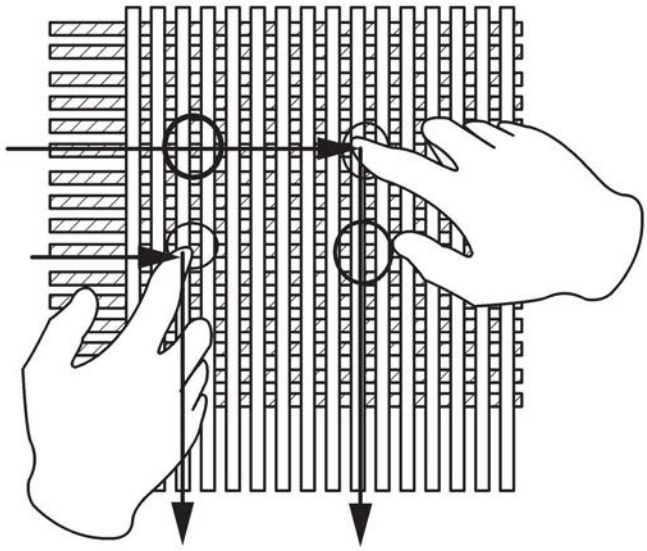


图26

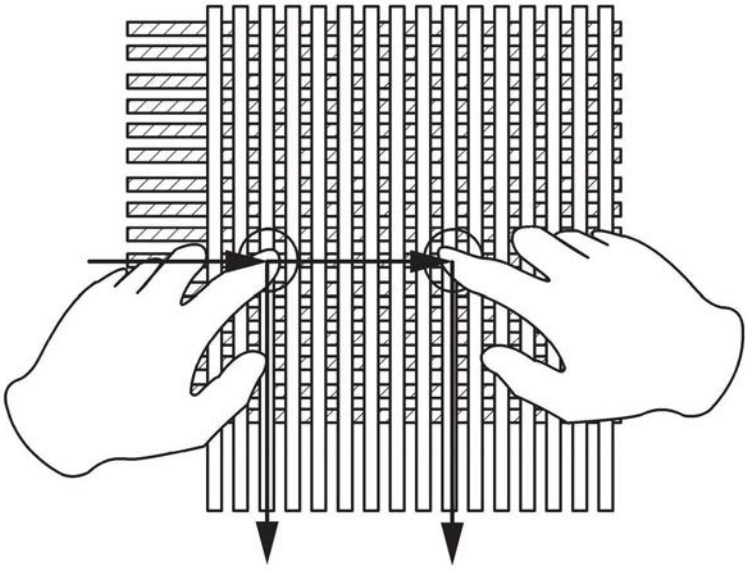


图27

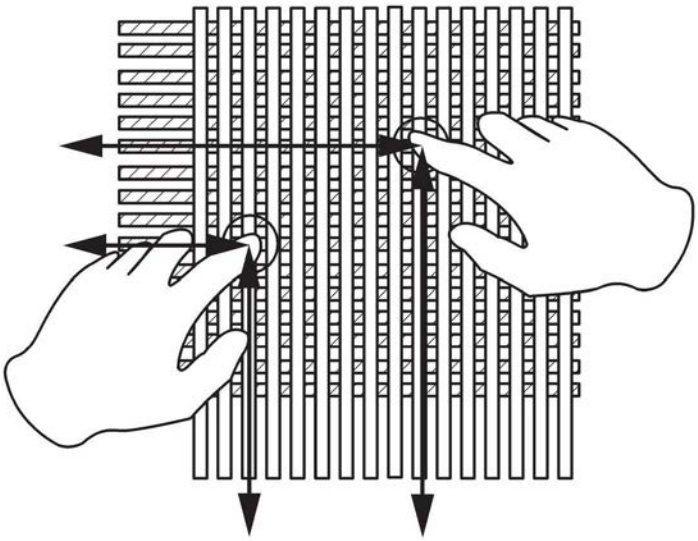


图28

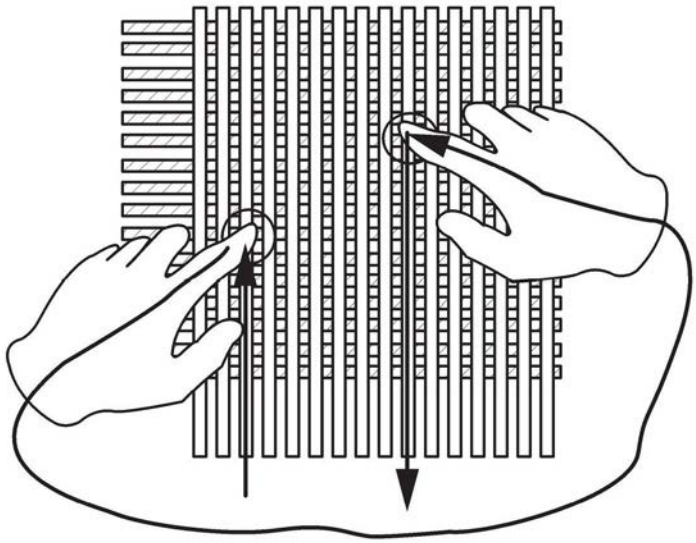


图29

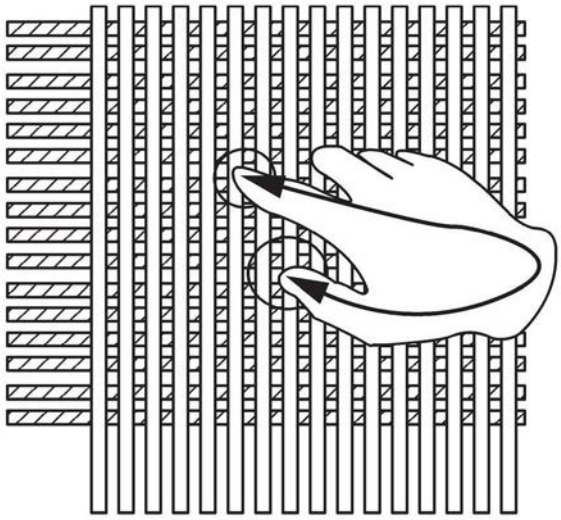


图30

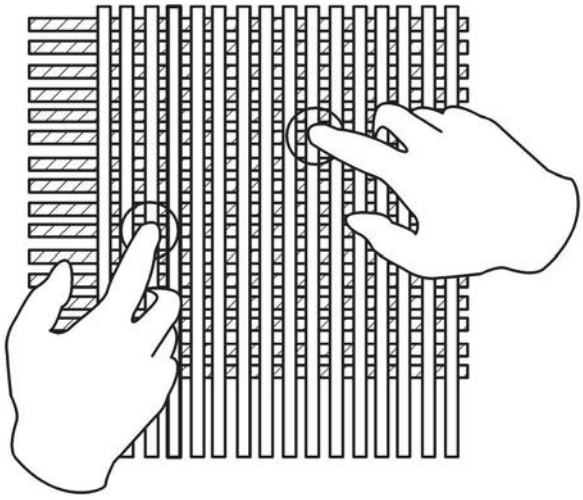


图31

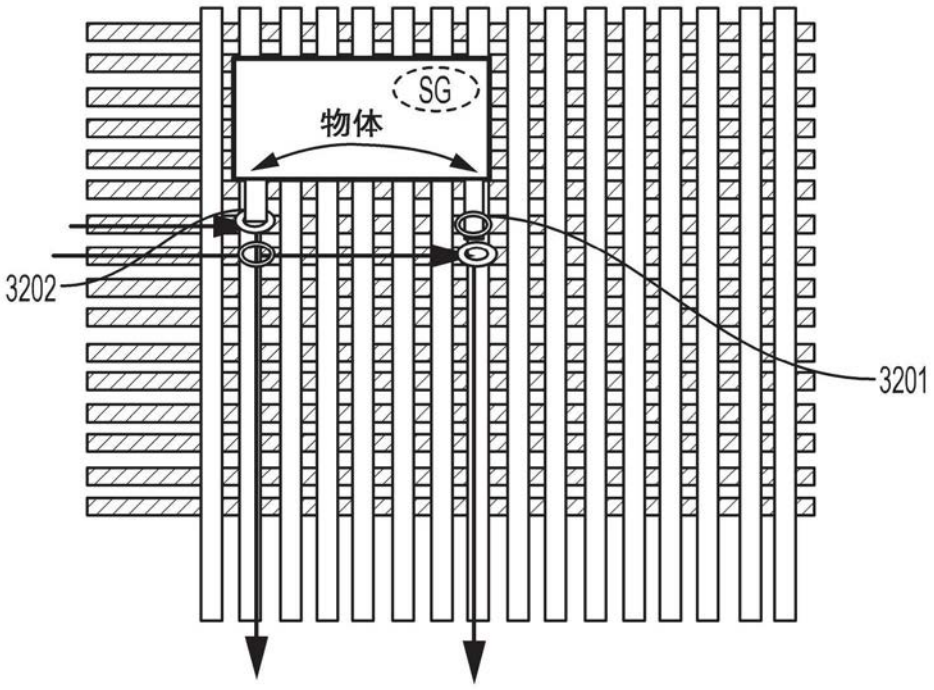


图32

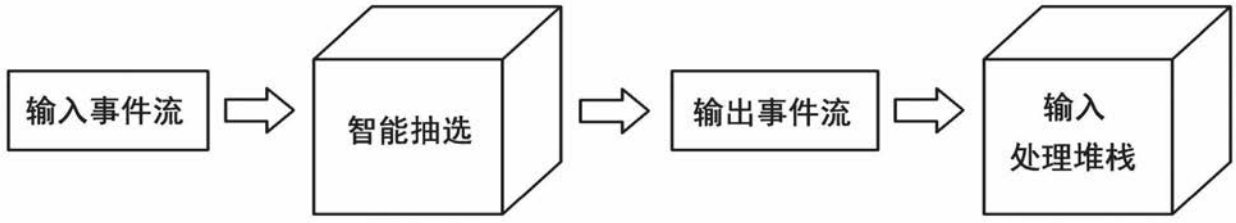


图33a

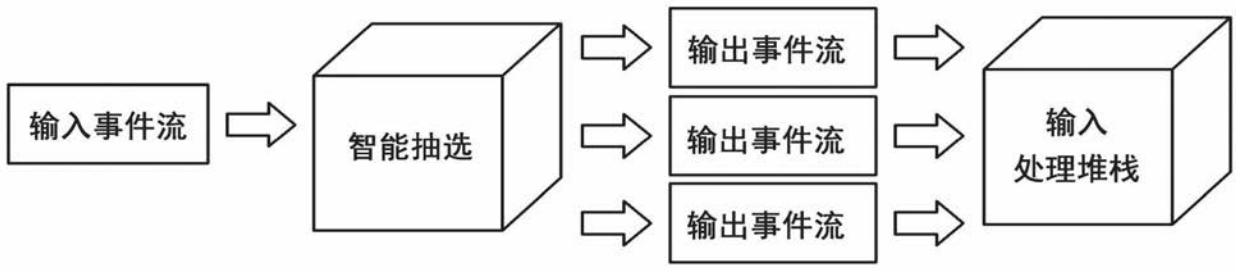


图33b

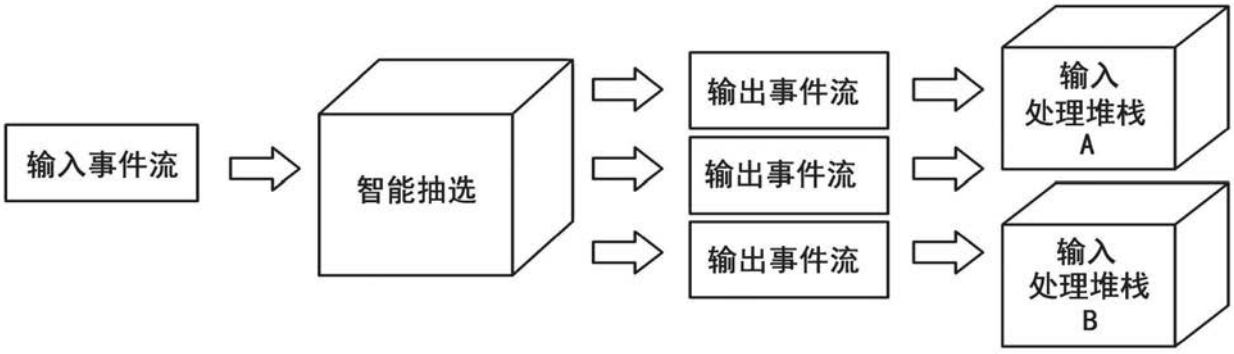

输入事件流
智能抽选
输出事件流
输出事件流
输出事件流
输入
处理堆栈
A
输入
处理堆栈
B

图33c

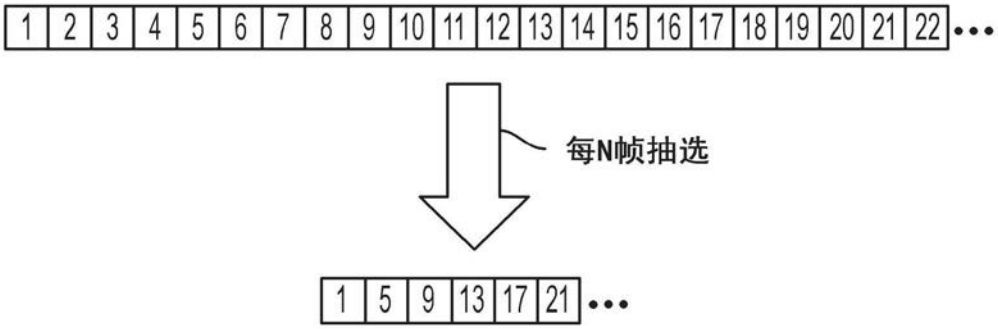

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 ...
每N帧抽选
1 5 9 13 17 21 ...

图34

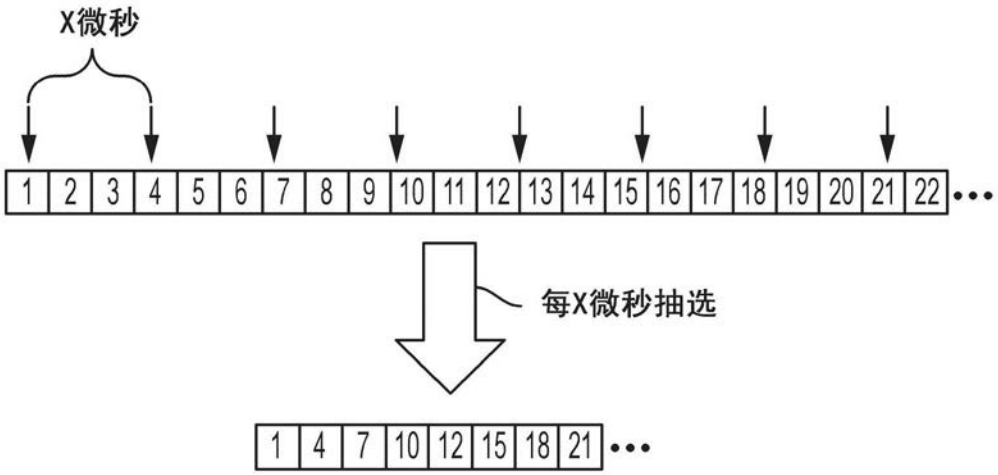

X微秒
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 ...
每X微秒抽选
1 4 7 10 12 15 18 21 ...

图35

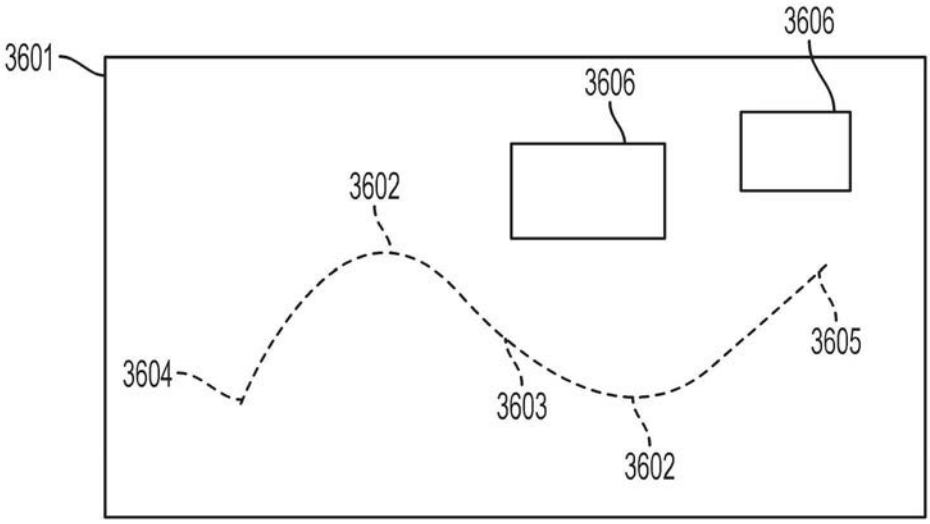

3601
3606
3606
3602
3604
3603
3605
3602

图36

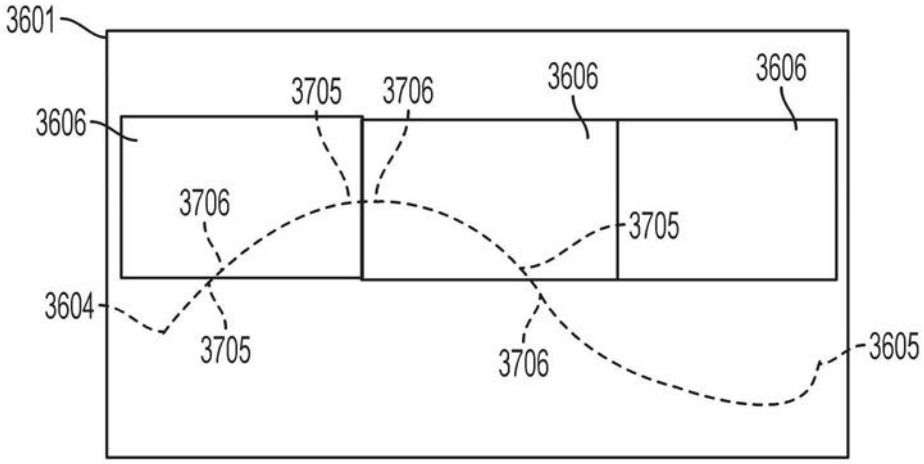

3601
3606
3705
3706
3606
3606
3706
3705
3604
3705
3706
3605

图37

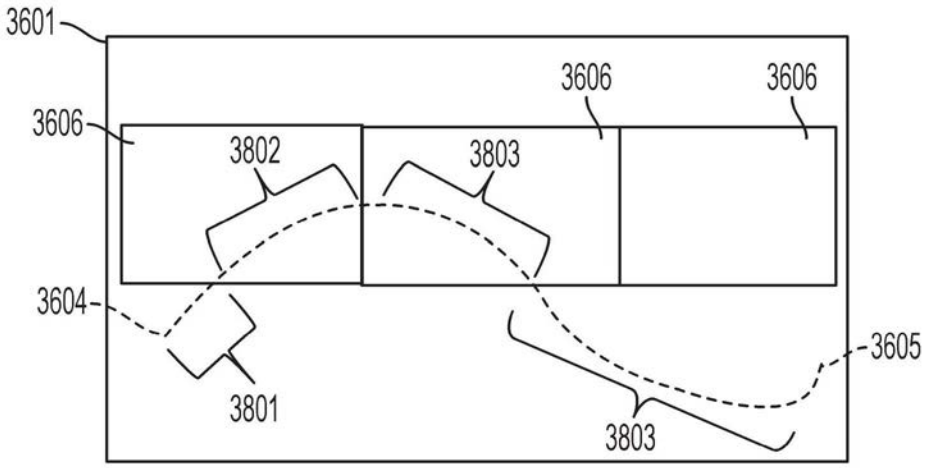

3601
3606
3606
3606
3802
3803
3604
3605
3801
3803

图38

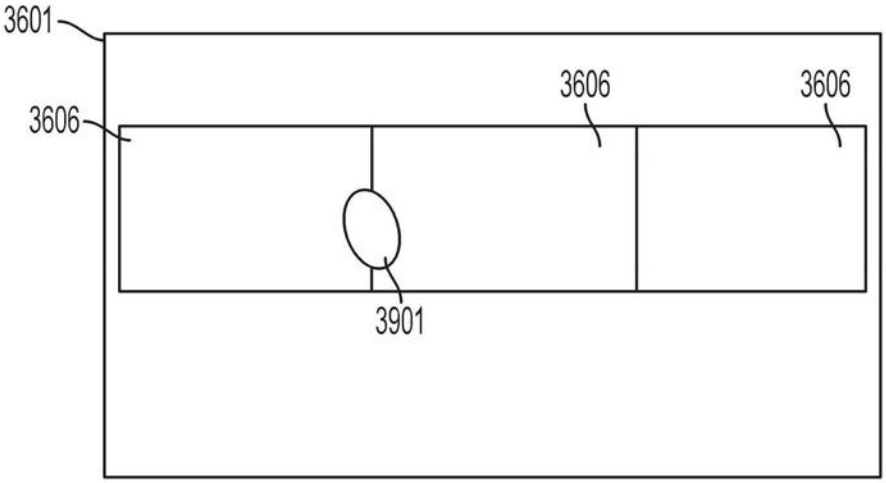

3601
3606
3606
3606
3901

图39