



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107329634 B

(45) 授权公告日 2021.03.16

(21) 申请号 201710700031.1

(22) 申请日 2013.04.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107329634 A

(43) 申请公布日 2017.11.07

(30) 优先权数据
13/460,703 2012.04.30 US
13/460,704 2012.04.30 US
13/460,709 2012.04.30 US

(62) 分案原申请数据
201380022633.6 2013.04.30

(73) 专利权人 拉普特知识产权公司
地址 直布罗陀, 线壁道

(72) 发明人 O·德拉姆

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵志刚 赵蓉民

(51) Int.Cl.
G06F 3/042 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102171637 A, 2011.08.31
CN 102231093 A, 2011.11.02
WO 2010036262 A1, 2010.04.01
US 2010066016 A1, 2010.03.18

审查员 黄旭光

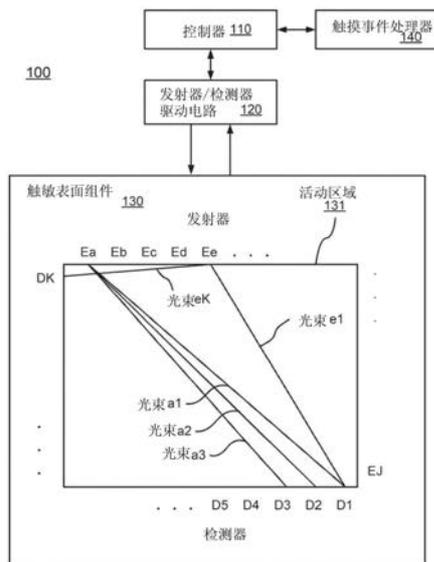
权利要求书2页 说明书15页 附图16页

(54) 发明名称

光学触敏装置中用触摸事件模板检测多触摸事件

(57) 摘要

一种光学触敏装置,其能够确定多个同时触摸事件的位置。该光学触敏装置包括多个发射器和检测器。每个发射器产生由检测器接收的光束。触摸事件干扰这些光束。触摸事件模板被用于基于哪些光束受到干扰来确定实际触摸事件。



1. 一种用于确定表面上的同时触摸事件的方法,所述表面具有设置在其外围周围的至少一个发射器和多个检测器,所述至少一个发射器产生由所述检测器接收的多个光束,所述触摸事件干扰所述光束,所述方法包括:

先验地确定一组预期触摸事件的触摸事件模板集,预期触摸事件的每个触摸事件模板由预期大小和会被所述预期大小的预期触摸事件干扰的光束集限定;

接收指示哪些光束已经受到实际触摸事件干扰的信息;

将所接收的信息与所述触摸事件模板比较,从而确定所述实际触摸事件和所述实际触摸事件在所述表面上的近似位置;以及

完善所述实际触摸事件的所述近似位置,从而确定所述实际触摸事件的精确位置。

2. 如权利要求1所述的方法,其中所述模板的所述预期大小基于长轴线的长度和短轴线的长度。

3. 如权利要求1所述的方法,其中每个触摸事件模板包括至少两个光束。

4. 如权利要求1所述的方法,其中所接收的信息包括透射系数,每个透射系数指示发射器和检测器之间的所述光束中的一个的透射已经受到干扰。

5. 如权利要求4所述的方法,其中完善所述实际触摸事件中的一个的所述近似位置从而确定所述实际触摸事件的精确位置包括:

分析所述透射系数从而确定所述实际触摸事件的精确位置。

6. 如权利要求5所述的方法,其中分析所述透射系数从而确定所述实际触摸事件的精确位置包括:

基于所述透射系数,对所述精确位置进行内插。

7. 如权利要求6所述的方法,其中所述内插使用透射系数之间的差和透射系数的透射比中的至少一个。

8. 如权利要求1所述的方法,其中在触摸事件模板内,存在以下项中的至少一项:没有两个光束是平行的,和没有两个光束被发送到同一检测器。

9. 如权利要求1所述的方法,其中在所述触摸事件模板集中的触摸事件模板的数量由于对称性而减少。

10. 一种触敏装置,包括:

设置在表面外围周围的至少一个发射器和多个检测器,所述至少一个发射器产生由所述检测器接收的多个光束,触摸事件干扰所述光束;

处理器;

非暂时性计算机可读存储介质,其包括计算机程序指令,当由所述处理器执行时,所述计算机程序指令使得所述处理器:

先验地确定一组预期触摸事件的触摸事件模板集,预期触摸事件的每个触摸事件模板由预期大小和会被所述预期大小的预期触摸事件干扰的光束集限定;

接收指示哪些光束已经受到实际触摸事件干扰的信息;

将所接收的信息与所述触摸事件模板比较,从而确定所述实际触摸事件和所述实际触摸事件在所述表面上的近似位置;以及

完善所述实际触摸事件的所述近似位置,从而确定所述实际触摸事件的精确位置。

11. 如权利要求10所述的装置,其中所述模板的所述预期大小基于长轴线的长度和短

轴线的长度。

12. 如权利要求10所述的装置,其中所述触摸事件模板集中的每个触摸事件模板包括至少两个光束。

13. 如权利要求10所述的装置,其中所接收的信息包括透射系数,每个透射系数指示发射器和检测器之间的所述光束中的一个的透射已经受到干扰。

14. 如权利要求13所述的装置,其中完善所述实际触摸事件中的一个的所述近似位置从而确定所述实际触摸事件的精确位置包括:

分析所述透射系数从而确定所述实际触摸事件的精确位置。

15. 如权利要求14所述的装置,其中分析所述透射系数从而确定所述实际触摸事件的精确位置包括:

基于所述透射系数,对所述精确位置进行内插。

16. 如权利要求15所述的装置,其中所述内插使用透射系数之间的差和透射系数的透射比中的至少一个。

17. 如权利要求10所述的装置,其中在触摸事件模板内,存在以下项中的至少一项:没有两个光束是平行的,和没有两个光束被发送到同一检测器。

18. 如权利要求10所述的装置,其中在所述触摸事件模板集中的触摸事件模板的数量由于对称性而减少。

光学触敏装置中用触摸事件模板检测多触摸事件

[0001] 本申请是国际申请日为2013年04月30日、进入国家阶段日为2014年 10月29日的名称为“光学触敏装置中用触摸事件模板检测多触摸事件”的中国专利申请201380022633.6的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请是要求2012年4月30日提交的“在光学触敏装置中用触摸事件模板检测多触摸事件(Detecting Multitouch Events in an Optical Touch-Sensitive Device Using Touch Event Templates)”的美国申请序列号 13/460,703的优先权的PCT申请。本PCT申请还要求2012年4月30日提交的“光学触敏装置中用线状图像检测多触摸事件(Detecting Multitouch Events in an Optical Touch-Sensitive Device Using Line Images)”的美国申请序列号13/460,704的优先权。本PCT申请还要求2012年4月30日提交的“光学触敏装置中通过组合光束信息检测多触摸事件(Detecting Multitouch Events in an Optical Touch-Sensitive Device by Combining Beam Information)”的美国申请序列号13/460,709的优先权。

[0004] 这些申请(13/460,703、13/460,704、13/460,709)它们各自是2011年 2月18日提交的“光学触敏装置中用于检测多触摸事件的方法和装置(Method and Apparatus for Detecting a Multitouch Event in an Optical Touch-Sensitive Device)”的美国申请序列号13/059,817的部分延续;其是 2009年8月7日提交的“光学触敏装置中用于检测多触摸事件的方法和装置(Method and Apparatus for Detecting a Multitouch Event in an Optical Touch-Sensitive Device)”的国际申请号PCT/EP2009/005736在美国法典第35项第371款下的美国国家阶段申请;该申请要求2008年8月7日提交的 IE申请S2008/0652的优先权以及2008年10月10日提交的IE申请 S2008/0827的优先权。

[0005] 这些申请(13/460,703、13/460,704、13/460,709)它们各自还是2011 年2月18日提交的“具有调制发射器的光控系统(Optical Control System With Modulated Emitters)”的美国申请序列号No.13/059,772的部分延续;该申请是2009年8月7日提交的“具有调制发射器的光控系统(Optical Control System With Modulated Emitters)”的国际阶段申请号 PCT/EP2009/05739在美国法典第35项第371款下的美国国家阶段申请;该申请要求2008年8月7日提交的IE申请S2008/0651的优先权。

[0006] 这些申请的内容均通过引用将其全文结合在此。

技术领域

[0007] 本发明总体上涉及检测触敏装置中的触摸事件,具体地,涉及能够检测多触摸事件的光学方法。

背景技术

[0008] 用于与计算装置进行交互的触敏显示器变得越来越普遍。存在许多不同的用于实现触敏显示器和其他触敏装置的技术。这些技术的示例包括:例如,电阻式触摸屏、表面声

波触摸屏、电容式触摸屏以及某些类型的光学触摸屏。

[0009] 然而,这些方法中的许多目前都经受缺点的损害。例如,一些技术可以很好地作用于小尺寸的显示器,如用在许多现代移动电话中,但不能很好地缩放以适应大尺寸屏幕,如与膝上计算机或甚至台式计算机连用的显示器中。对于需要特殊加工的表面或在该表面中使用特殊元件的技术,将屏幕尺寸增大线性因数 N 意味着必须对该特殊处理进行缩放以处理比该屏幕大 N^2 倍的区域或意味着需要 N^2 倍个特殊元件。这可能会导致产量低得过分或成本过分地高。

[0010] 一些技术的另一个缺点是它们不能够或难以处理多触摸事件。当多个触摸同时发生时,发生多触摸事件。这会在原始检测信号中引入模糊性,于是必须解决这些模糊性。重要的是,必须迅速并且在计算上高效的方式来解决这些模糊性。如果太慢,则该技术将不能传递该系统所需的触摸采样率。如果计算上太集中,那么这将抬高该技术的成本和功耗。

[0011] 另一个缺点是,这些技术未必能够满足日益增长的分辨率需求。假设该触敏表面是具有长和宽度尺寸 $L \times W$ 的矩形。进一步假设应用要求分别以 δ_l 和 δ_w 的准确度定位触摸点。那么所需的有效分辨率为: $R = (L \cdot W) / (\delta_l \delta_w)$ 。我们将 R 表达为触摸点的有效数量。随着技术的进步,在 R 中的分子通常会增大,并且分母通常会降低,从而导致所需的触摸分辨率 R 整体上增加的趋势。

[0012] 因此,需要改善的触敏系统。

发明内容

[0013] 光学触敏装置能够确定多个同时触摸事件的位置。该光学触敏装置包括多个发射器和检测器。每个发射器产生由这些检测器接收的光束。这些光束优选地被复用,这种方式使得许多光束能够由检测器同时接收。触摸事件干扰这些光束。触摸事件模板用于基于哪些光束已经受到干扰来确定实际触摸事件。

[0014] 在其中一方面,先验地确定一组预期触摸事件的触摸事件模板集。预期触摸事件的每个触摸事件模板由将被预期触摸事件干扰的至少两个光束定义。将触摸事件模板与指示哪些光束已经受到实际触摸事件干扰的信息进行比较。由此,确定实际触摸事件。在一种方法中,所接收的信息是对这些光束的干扰的数值测量,并且该比较基于对定义触摸事件模板的光束的数值测量求平均(或以其他方式算术地组合)。

[0015] 在其中一个变体中,预期触摸事件包括触摸事件类(一类或更多类),例如,椭圆形触摸事件或圆形触摸事件。该触摸事件类能够被参数化,例如作为尺寸、取向或位置的函数。相应的触摸事件模板作为这些参数的函数跨越该触摸事件类。例如,可以针对不同直径的圆形接触区域或不同尺寸、离心率和位置的椭圆形接触区域构造触摸事件模板集。

[0016] 另一个方面,光束的数量和/或不同光束的相对重要性可以变化。例如,该触摸事件模板集能够包括预期触摸事件的一系列触摸事件模板。由不同数量的光束定义这一系列中的每个模板。因此,某个预期触摸事件可以有2光束、4光束、6光束等模板。更少的光束通常产生更快的结果;更多的光束通常产生更可靠的结果。不同的光束还可以是给定相对权重例如,反映与触摸事件的中心的接近程度、角度差异和/或发射器/检测器差异。

[0017] 另一方面,能够使用模板模型。模板模型是能够用于生成许多不同的触摸事件模板的模型。例如,该模型可以是变量的函数,并且代入变量的不同值产生不同的模板。在一

种方法中,接收到的关于光束干扰的信息与一般模板模型相匹配,包括确定变量的值;而不是使用模板模型生成所有单独的模板然后匹配所有单独的模板。

[0018] 另一方面,对称性用于减少模板数量和/或加速处理。可以以一种同样加速处理、降低功耗、和/或减少内存或数据存储需求的顺序处理这些模板。

[0019] 其他方面包括与上文相关的装置、系统和软件。

附图说明

[0020] 现将参照附图通过举例描述本发明的实施例,在附图中:

[0021] 图1是根据一实施例的光学触敏装置的示意图。

[0022] 图2是根据一个实施例的确定触摸事件的位置的流程图。

[0023] 图3A至图3F展示了与光束进行触摸交互的不同机制。

[0024] 图4是二进制和模拟触摸交互的图形。

[0025] 图5A至图5C是不同形状的光束足迹的俯视图。

[0026] 图6A至图6B是展示了分别行进穿过窄光束和宽光束的触摸点的俯视图。

[0027] 图7是图6A-6B的窄光束和宽光束的二进制和模拟响应的图形。

[0028] 图8A至8B展示了发射器的活动区域覆盖范围的俯视图。

[0029] 图8C至图8D是展示了检测器的活动区域覆盖范围的俯视图。

[0030] 图8E是展示交替的发射器和检测器的俯视图。

[0031] 图9A至9C是从不同的光束终端的视点展示了被触摸点中断的光束图案的俯视图。

[0032] 图9D展示了基于图9A至图9C的中断的光束和图10A至图10C的线状图像的触摸点的估计的俯视图。

[0033] 图10A至10C是对应于图9A至9C中所示的情况的线状图像的图形。

[0034] 图11A是展示行进穿过两个相邻的宽光束的触摸点的俯视图。

[0035] 图11B是图11A的两个宽光束的模拟响应的图形。

[0036] 图11C展示行进穿过许多相邻的窄光束的触摸点的俯视图。

[0037] 图12A至图12E展示用于触摸事件的模板的光束路径的俯视图。

[0038] 图13是确定触摸位置的多遍方法的流程图。

具体实施方式

[0039] I. 介绍

[0040] A. 装置概述

[0041] 图1是根据一个实施例的光学触敏装置100的示意图。光学触敏装置100包括控制器110、发射器/检测器驱动电路120和触敏表面组件130。表面组件130包括表面131,在其上将检测触摸事件。为了方便,表面 131所定义的区域有时可以被称为活动区域或活动表面,即使该表面本身可以是完全被动的结构。组件130还包括沿活动表面131的外围设置的发射器和检测器。在此示例中,有J个被标注为Ea至EJ的发射器和K个被标注为D1至DK的检测器。该装置也还包括触摸事件处理器140,可以作为控制器110的部分或如图1所示单独地实现触摸事件处理器。标准化API可以用于与触摸事件处理器140通信,例如,在触摸事件处理器140和控制器110之间,或在触摸事件处理器140和与该触摸事件处理器连接的其它装置

之间。

[0042] 发射器/检测器驱动电路120充当控制器110与发射器E_j和检测器 D_k之间的接口。这些发射器产生由检测器接收的光学“光束”。优选地,由其中一个发射器产生的光由不只一个检测器接收,并且每个检测器接收来自超过一个发射器的光。为了方便,“光束”将指从一个发射器到一个检测器的光,即使它可以是去向许多检测器的大光扇的部分而不是独立的光束。从发射器E_j到检测器D_k的光束将被称为光束jk。图1清楚地标注光束a₁、a₂、a₃、e₁和e_k作为示例。活动区域131内的触摸将干扰某些光束,从而改变在检测器D_k处所接收的光束。有关这些改变的数据被通信到触摸事件处理器140,该触摸事件处理器140对数据进行分析以确定表面131上的触摸事件的位置(一个或更多)(和次数)。

[0043] 如图1中所示的光学方法的一个优点是这种方法较好地缩放以适应更大的屏幕尺寸。由于发射器和检测器被定位在外围周围,将屏幕尺寸增大线性因数N意味着该外围也缩放因数N而不是N²。

[0044] B. 过程概述

[0045] 图2是根据一个实施例的确定触摸事件的位置的流程图。将使用图1 的装置来图示这个过程。过程200被大致地分为两个阶段,这两个阶段将被称为物理阶段210和处理阶段220。在概念上,这两个阶段之间的分界线是透射系数集T_{jk}。

[0046] 与如果没有与光束交互的触摸事件将被透射的光束相比,透射系数 T_{jk}是从发射器j到检测器k的光束的透射率。在以下示例中,我们将使用0(完全被阻挡的光束)到1(完全透射的光束)的比例。因此,未受触摸事件干扰的光束jk具有T_{jk}=1。被触摸事件完全阻挡的光束jk具有 T_{jk}=0。被触摸事件部分阻挡或衰减的光束jk具有0<T_{jk}<1。T_{jk}>1 是有可能的,例如,取决于触摸交互的性质或在光被折射或散射到通常将不会到达的检测器k的情况。

[0047] 这种具体测量的使用仅是一个示例。还能够使用其他测量。具体地,由于我们对中断的光束最感兴趣,可以使用反向测量如(1-T_{jk}),因为它通常是0。其他的示例包括对吸收、衰减、反射或散射的测量。另外,虽然使用T_{jk}作为物理阶段210和处理阶段220之间的分界线来解释图2,但是不需要清楚地计算T_{jk}。也不需要物理阶段210和处理阶段220之间的清晰界限。

[0048] 返回图2,物理阶段210是从物理设置确定T_{jk}的过程。处理阶段 220从T_{jk}确定触摸事件。图2中所示的模型在概念上有用,因为它稍微将物理设置和底层物理机制与随后的处理分离开。

[0049] 例如,物理阶段210产生透射系数T_{jk}。触敏表面组件130的许多不同的物理设计是可能的,并且不同的设计折衷将被认为取决于最终应用。例如,发射器和检测器可以更窄或更宽、更窄的角度或更宽的角度、各种波长、各种功率、相干或不相干等。作为另一个示例,可以使用不同类型的复用,以允许来自多个发射器的光束被每个检测器接收。下面主要在第II节中对这些物理设置和操作方式的若干种进行描述。

[0050] 块210的内部示出过程210的一种可能的实现方式。在此示例中,发射器向多个检测器发射212光束。行进穿过触敏表面的光束中的一些受触摸事件干扰。检测器以复用光学形式接收214来自发射器的光束。所接收的光束被解复用216以将单独的光束jk彼此区分。然后确定218 每个单独光束jk的透射系数T_{jk}。

[0051] 还能够用许多不同方式实现处理阶段220。候选触摸点、线状成像、位置内插、触摸事件模板和多遍方法都是可以用作处理阶段220的部分的技术的示例。以下主要在第III节中对上述技术中的若干进行描述。

[0052] II. 物理设置

[0053] 可以用若干不同的方式实现触敏装置100。以下是设计变化的一些示例。

[0054] A. 电子学

[0055] 就电子学方面而言,注意,图1本质上是示例性和功能性的。来自图1中不同框的功能可以在同一部件中一起实现。

[0056] 例如,控制器110和触摸事件处理器140可以被实现为硬件、软件或两者的组合。还可以一起实现(例如,作为SoC,其中,代码在SoC中的处理器上运行)或分开实现(例如,控制器作为ASIC的部分,并且触摸事件处理器作为在与ASIC通信的独立处理器芯片上运行的软件)。示例实现方式包括专用硬件(例如,ASIC或已编程的现场可编程门阵列(FPGA))、以及运行软件代码(包括固件)的微处理器或微控制器(或嵌入或独立)。在制造之后能够通过更新软件来修改软件实现方式。

[0057] 发射器/检测器驱动电路120用于控制器110与发射器和检测器之间的接口。在其中一种实现方式中,控制器110的接口本质上至少是部分数字的。就发射器而言,控制器110可以发送控制发射器操作的命令。这些命令可以是指令,例如,意味着要采取某些行动的比特序列:光束开始/停止透射、改变成某种光束模式或序列、调整功率、上电/掉电电路。它们也可以是更简单的信号,例如,“光束使能信号”,其中,当光束使能信号为高时,发射器发射光束,并且当光束使能信号为低时,发射器不发射光束。

[0058] 电路120将接收到的指令转换为驱动发射器的物理信号。例如,电路120可以包括耦合到数模转换器的一些数字逻辑,以将接收到的数字指令转换成用于发射器的驱动电流。电路120还可能包括用于操作发射器的其他电路:例如,调制器,以对光束(或对驱动发射器的电信号)外加电调制,控制回路以及来自发射器的模拟反馈。这些发射器还可以向控制器发送信息,例如,提供上报其当前状态的信号。

[0059] 就检测器而言,控制器110还可以发送控制检测器操作的命令,并且检测器可以向控制器返回信号。检测器还发射关于检测器接收的光束的信息。例如,电路120可以接收来自检测器的原始或放大的模拟信号。然后电路可以调节这些信号(例如,噪声抑制),将它们从模拟形式转换成数字形式,并且可能还应用一些数字处理(例如,解调制)。

[0060] B. 触摸交互

[0061] 图3A至3F展示与光束进行触摸交互的不同机制。图3A展示了基于受抑全内反射(frustrated total internal reflection, TIR)的机制。如虚线所示的光束通过光学透明平面波导302从发射器E行进到检测器D。通过全内反射将光束限制到波导302。波导可以由例如塑料或玻璃构造。与透明波导302接触的物体304(例如,手指或触控笔)具有比通常围绕波导的空气更高的折射率。在接触区域上方,物体引起的折射率的增加干扰光束在波导内的全内反射。全内反射的破坏增加了来自波导的光泄漏,衰减穿过该接触区域的任何光束。相应地,移除物体304将终止正在穿过的光束的衰减。穿过触摸点的光束的衰减将导致检测器处的功率较少,据此能够计算降低的透射系数 T_{jk} 。

[0062] 图3B展示了基于光束阻挡的机制。发射器产生与表面306非常接近的光束。与表面

306接触的物体304将部分地或完全地阻挡接触区域内的光束。图3A和图3B展示了触摸交互的一些物理机制,但也能够使用其它机制。例如,触摸交互可以基于偏振改变、散射、或传播方向或传播角度改变(或垂直或水平地)。

[0063] 例如,图3C展示基于传播角度的不同机制。在此示例中,通过TIR 在波导302中引导光束。该光束以一定角度到达波导-空气界面并且被以相同的角度反射回去。然而,触摸304改变光束传播的角度。在图3C中,在触摸304之后,光束以更陡的传播角度行进。检测器D具有根据传播角度而变化的响应。检测器D可以对以初始传播角度行进的光束更敏感,或者它可以是不那么敏感。无论如何,受触摸304干扰的光束将在检测器D处产生不同的响应。

[0064] 在图3A至图3C中,触摸物体也是与光束交互的物体。这将被称为直接交互。在间接交互中,触摸物体与中间物体进行交互,中间物体与光束交互。图3D示出了使用中间阻挡结构308的一个示例。正常地,这些结构308不阻挡光束。然而,在图3D中,物体304接触阻挡结构308,这导致它部分地或完全地阻挡光束。在图3D中,结构308被示为离散物体,但它们也可以不必如此。

[0065] 在图3E中,中间结构310是可压紧的部分透射薄板。当没有触摸时,该薄板将光束衰减一定量。在图3E中,触摸304压紧该薄板,从而改变光束的衰减。例如,薄板的上部部分可以比下部部分更不透明,使得压紧降低透射率。可替代地,该薄板可以具有一定的散射点密度。压紧增大了接触区域中的密度,因为相同数量的散射点占据更小的体积,从而降低透射率。类似的间接方法也能够用于受抑TIR。注意,这种方法可以用于基于压紧的程度或速率来测量接触压力或触摸速度。

[0066] 该触摸机制还可以增强透射,代替减少透射或除减少透射之外。例如,图3E中的触摸交互会增加透射而不是减少透射。该薄板的上部部分可以比下部部分更透明,使得压紧增大透射率。

[0067] 图3F示出了另一示例,其中发射器和检测器之间的透射率由于触摸交互而增大。图3F是俯视图。发射器Ea一般产生由检测器D1接收的光束。当没有触摸交互时, $T_{a1}=1$ 并且 $T_{a2}=0$ 。然而,触摸交互304阻挡光束到达检测器D1,并且将被阻挡的光的一些散射至检测器D2。因此,检测器D2比正常情况下接收更多来自发射器Ea的光。相应地,当存在触摸事件304时, T_{a1} 减小,并且 T_{a2} 增大。

[0068] 为了简化,在本说明书的剩余部分中,触摸机制将被假定为主要具有阻挡的性质,这意味着从发射器到检测器的光束将被干预性触摸事件部分或完全地阻挡。这不是必需的,但方便说明各种概念。

[0069] 为了方便,触摸交互机制有时可以被归类为或二进制或模拟。二元交互是基本上具有两种作为该触摸的函数的可能响应的其中一种交互。示例包括非阻挡和完全阻挡、或非阻挡和10%+衰减、或不受抑和受抑 TIR。模拟交互是对触摸具有“灰度”响应的其中一种交互:非阻挡经过部分阻挡到阻挡的渐变。触摸交互机制是二进制还是模拟部分取决于触摸和光束之间的交互的性质。它不取决于光束的横向宽度(如下文所述,也能够对其进行操纵以获得二进制或模拟衰减),尽管它可能取决于光束的垂直尺寸。

[0070] 图4展示了与模拟触摸交互机制相比二进制触摸交互机制的图形。图4示出作为触摸的深度 z 的函数的透射率 T_{jk} 的图形。该尺寸 z 在活动表面内或超出活动表面。曲线410是二进制响应。在低 z 处(即,当触摸尚未干扰光束时),透射率 T_{jk} 处于其最大值处。然而,在一

些点 z_0 处,触摸中断光束,并且透射率 T_{jk} 突然大幅下降到其最小值。曲线420示出模拟响应,其中,从最大值 T_{jk} 到最小值 T_{jk} 的转换发生在 z 的更广范围上。如果曲线420表现很好,从 T_{jk} 的测量值估计 z 是可能的。

[0071] C. 发射器、检测器以及耦合器

[0072] 每个发射器向若干检测器发射光。通常,每个发射器向不只是一个检测器同时输出光。类似地,每个检测器接收来自若干不同发射器的光。这些光束可以是可见光、红外光和/或紫外光。术语“光”旨在包括所有这些波长,并且相应地解释术语,如“光学”。

[0073] 发射器的光源的示例包括发光二极管(LED)和半导体激光器。还能够使用红外光源。光束的调制能够通过直接调制光源或通过使用外部调制器(例如,液晶调制器或偏转镜调制器)来实现。检测器的传感器元件的示例包括电荷耦合器件、光电二极管、光敏电阻器、光电晶体管和非线性全光检测器。通常,检测器输出电信号,该电信号是所接收的光束的强度的函数。

[0074] 这些发射器和检测器还可以包括除主光源和传感器元件之外的光学器件和/或电子器件。例如,光学器件能够用于耦合在发射器/检测器和期望光束路径之间。光学器件还能够重塑或另以其他方式调节发射器产生或由检测器接受的光束。这些光学器件可以包括透镜、菲涅尔透镜、反射镜、过滤器、非成像光学器件及其它光学部件。

[0075] 在本公开中,为清楚起见,光学路径将被示为展开的。因此,源、光束和传感器将被示为位于一个平面内。在实际的实现方式中,源和传感器通常不会与光束位于同一平面内。能够使用各种耦合方法。平面波导或光纤可用于耦合到/来自实际光束路径的光。还可以使用自由空间耦合(例如,透镜和反射镜)。还可使用组合,例如沿着一个维度的波导和沿着另一维度的自由空间。在2011年7月22日提交的“光耦合器(Optical Coupler)”的美国申请序列号61/510,989中描述了各种耦合器设计,该申请通过引用以其全文结合于此。

[0076] D. 光束路径

[0077] 触敏系统的另一方面是光束和光束路径的形状和位置。在图1至图2中,这些光束被示为线。这些线应该被解释为代表光束,但这些光束本身不必要是窄的笔形光束。图5A至图5C展示了不同的光束形状。

[0078] 图5A示出一种点发射器E、点检测器D以及从发射器到检测器的窄“笔形”光束510。在图5B中,点发射器E产生由宽检测器D接收的扇形光束520。在图5C中,宽发射器E产生由宽检测器D接收的“矩形”光束530。这些是光束的俯视图,并且所示的形状是这些光束路径的足迹。因此,光束510有线状足迹,光束520具有在发射器处窄在检测器处宽的三角形足迹,并且光束530具有相对恒定宽度的矩形足迹。在图5A-5C中,检测器和发射器由它们的宽度表示,正如光束路径所看到的。实际光源和传感器可以不那么宽。相反,光学器件(例如,柱面透镜或反射镜)能够用于有效地放宽实际光源和传感器的横向范围或使其变窄。

[0079] 图6A至6B和图7示出足迹的宽度如何能够确定透射系数 T_{jk} 是否表现为二进制或模拟量。在这些图中,触摸点具有接触区域610。假设触摸被完全阻挡,从而到达接触区域610的任何光将被阻挡。图6A示出当触摸点左到右移动经过窄光束时发生了什么。在最左边的情况下,光束完全没有被阻挡(即,最大 T_{jk}),直到接触区域610的右边缘中断该光束。此刻,该光束被完全阻挡(即,最小 T_{jk}),中间场景也是如此。它继续被完全阻挡,直到整个接触区域移动通过光束。然后,光束再次完全未阻挡,如右侧的场景所示。图7中的曲线710示

出了作为接触区域 610 的横向位置 x 的函数的透射率 T_{jk} 。最小和最大 T_{jk} 之间的急剧过渡显示出这个响应的二元性质。

[0080] 图 6B 示出当触摸点左到右移动经过宽光束时发生了什么。在最左边的情况下, 光束刚开始被阻挡。透射率 T_{jk} 开始下降但处于最小值和最大值之间的某个值。随着触摸点阻挡更多光束时, 透射率 T_{jk} 继续下降, 直到光束被完全阻挡的中间情形。然后, 随着接触区域离开光束, 透射率 T_{jk} 开始再次增大, 如右侧的情形所示。图 7 中的曲线 720 示出作为接触区域 610 的横向位置 x 的函数的透射率 T_{jk} 。在 x 的较广范围上的过渡示出此响应的模拟性质。

[0081] 图 5A 至图 7 考虑了单独的光束路径。在大多数实现方式中, 每个发射器和每个检测器将支持多条光束路径。

[0082] 图 8A 展示了由点发射器产生的光束图案的俯视图。发射器 E_j 向宽检测器 D_1 至 D_K 发射光束。为清楚起见, 三个光束是阴影的: 光束 j_1 、光束 $j_{(K-1)}$ 以及中间光束。每个光束具有扇形足迹。所有足迹的集合是发射器 E_j 的覆盖区域。即, 落入发射器 E_j 的覆盖区域内的任何触摸事件将干扰来自发射器 E_j 的光束中的至少一个。图 8B 是类似的示意图, 除了发射器 E_j 是宽发射器并产生具有“矩形”足迹的光束 (实际上是梯形, 但我们会称它们为矩形)。如图 8A 所示, 三个阴影光束针对相同的检测器。

[0083] 注意, 每个发射器 E_j 可以不针对每个检测器 D_k 产生光束。在图 1 中, 考虑将从发射器 E_a 到检测器 D_k 的光束路径 a_k 。首先, 发射器 E_a 产生的光可以不在这个方向上行进 (即, 发射器的辐射角度可能不够宽), 从而可能完全不存在物理光束, 或检测器的受光角度可能不够宽, 从而使得检测器没有检测到入射光。第二, 即使存在光束并且它是可检测的, 仍然可能被忽略, 因为光束路径没有位于产生有用信息的位置上。因此, 透射系数 T_{jk} 可以不具有发射器 E_j 和检测器 D_k 的所有组合的值。

[0084] 能够使用不同的量来描述来自发射器的单独光束的足迹以及来自发射器的所有光束的覆盖区域。空间范围 (即, 宽度)、角度范围 (即, 发射器的辐射角度、检测器的受光角度) 和足迹形状是能够用于描述单独的光束路径以及单独的发射器的覆盖区域的量。

[0085] 从一个发射器 E_j 到其中一个检测器 D_k 的单独的光束路径能够由发射器 E_j 的宽度、检测器 D_k 的宽度和/或定义两者之间的光束路径的角度和形状来描述。

[0086] 对于其中一个发射器 E_j , 这些单独的光束路径能够聚集在所有检测器上, 以产生发射器 E_j 的覆盖区域。发射器 E_j 的覆盖区域能够由发射器 E_j 的宽度、相关检测器 D_k 的聚集宽度和/或定义来自发射器 E_j 的光束路径聚集的角度和形状来描述。注意, 这些单独的足迹可以重叠 (见图 8B, 靠近该发射器)。因此, 发射器的覆盖区域可以不等于其足迹的总和。(发射器的足迹的总和) / (发射器的覆盖区域) 的比例是重叠量的其中一个量度。

[0087] 能够在所有发射器上聚集单独的发射器的覆盖区域, 以获得系统的总体覆盖范围。在这种情况下, 总体覆盖区域的形状不是那么让人感兴趣, 因为它应覆盖活动区域 131 的全部。然而, 活动区域 131 内并不是所有点都将被同等覆盖。一些点可以被许多光束路径横跨, 而其他点被少得多的光束路径横跨。光束路径在活动区域 131 上的分布可以通过计算活动区域内有多少条光束路径横跨不同的 (x, y) 点来表征。光束路径的取向是分布的另一个方面。从均大致地在同一方向上运行的三个光学路径导出的 (x, y) 点通常将是与被均以离彼此 60 度的角度运行的三个光束路径所横跨的点相比更弱的分配。

[0088] 以上针对发射器的讨论也适用于检测器。也能够针对检测器进行构造图 8A 至图 8B

中针对发射器构造的示意图。例如,图8C示出图8B的检测器D1的类似示意图。即,图8C示出由检测器D1接收的所有光束路径。注意,在此示例中,到检测器D1的光学路径仅来自沿着活动区域的底部边缘的发射器。(在此示例设计中)左边缘上的发射器不值得连接到D1,并且在右边缘上不存在发射器。图8D示出检测器Dk的示意图,这是适合图8B中的发射器Ej的相似位置。

[0089] 检测器Dk的覆盖区域则是检测器Dk接收的光束的所有足迹的聚集。所有检测器覆盖区域的聚集给出总体系统覆盖。

[0090] E. 活动区域覆盖

[0091] 活动区域131的覆盖取决于光束路径的形状,但还依赖于发射器和检测器的配置。在大多数应用中,活动区域在形状上是矩形的,并且发射器和检测器沿着该矩形的四条边定位。

[0092] 在一种优选的方法中,发射器和检测器沿着这些边交错,而不是仅沿某些边具有发射器和仅沿其他边具有检测器。图8E示出这样一个示例,其中,发射器和检测器沿着所有四条边交替。这些阴影光束示出发射器 E_j的覆盖区域。

[0093] F. 复用

[0094] 因为多个发射器向多个检测器发射多个光束,并且由于单独的光束的行为是通常所希望的,因此使用复用/解复用方案。例如,每个检测器通常输出指示入射光的强度的单个电信号,无论此光是否是来自由其中一个发射器所产生的一个光束或来自许多发射器所产生的许多光束。然而,透射率 T_{jk} 是单独的光束jk的特性。

[0095] 能够使用不同类型的复用。根据所使用的复用方案,光束的透射特性(包括其内容和发射它们的时间)可以改变。因此,复用方案的选择会影响光学触敏装置的物理结构及其操作。

[0096] 其中一种方法基于码分复用。在这种方法中,使用不同的代码对每个发射器所产生的光束进行编码。检测器接收光信号,该光信号是来自不同发射器的光束的组合,但可以基于代码将所接收的光束分成其分量。在“具有调制发射器的光控系统 (Optical Control System With Modulated Emitters)”的美国申请序列号13/059,772中对此进行了进一步详细描述,该申请通过引用结合在此。

[0097] 另一种类似的方法是频分复用。在这种方法中,由不同频率调制来自不同发射器的光束,而不是由不同代码调制。这些频率足够低,使得能够通过电子滤波或其他电子或软件手段来恢复检测到的光束中的不同分量。

[0098] 还能够使用时分复用。在这种方法中,不同的发射器在不同时间发射光束。基于时序识别光束和透射系数 T_{jk} 。如果仅使用时间复用,控制器必须足够快地循环过发射器以满足所需触摸采样速率。

[0099] 通常与光学系统连用的其他复用技术包括波分复用、偏振复用、空间复用和角度复用。还可以可能地应用电子调制方案(如PSK、QAM和 OFDM)区分不同的光束。

[0100] 可以一起使用若干种复用技术。例如,可以结合时分复用和码分复用。可以将发射器分解成8组16个发射器,而不是码分复用128个发射或时分复用128个发射器。这8组是时分复用的,以使在任何一个时间只有16个发射器在运行,并且那16个发射器是码分复用的。这对及时地将任何给定点处活动的发射器的数目最小化以降低装置的功率要求可能有利。

[0101] III. 处理阶段

[0102] 在图2的处理阶段220中,使用透射系数 T_{jk} 确定触摸点的位置。能够使用不同的方法和技术,包括候选触摸点、线状成像、位置内插、触摸事件模板、多遍处理以及光束加权。

[0103] A. 候选触摸点

[0104] 一种确定触摸点的位置的方法基于识别已受到触摸事件影响的光束(基于透射系数 T_{jk}),并且然后识别这些中断的光束的交点作为候选触摸点。能够通过考虑靠近候选触摸点的其他光束或考虑其它候选触摸点来完善候选触摸点列表。在美国专利申请号13/059,817“用于检测光学触敏装置中的多触摸事件的方法和装置(Method and Apparatus for Detecting a Multitouch Event in an Optical Touch-Sensitive Device)”中对此方法进行了进一步详细的描述,该申请通过引用结合在此。

[0105] B. 线状成像

[0106] 此技术基于以下概念:检测器所接收的光束集形成触摸点的线状图像,其中,视点检测器的位置。该检测器起到看向发射器集合的一维摄像机的作用。由于相互性,这对于发射器也是正确的。发射器发射的光束集形成触摸点的线状图像,其中,视点是发射器的位置。

[0107] 图9A至图10C示出使用图8B至图8D中所示的发射器/检测器布局说明这个概念。为了方便,术语“光束终端”将用于指代发射器和检测器。因此,来自光束终端(该光束终端可以是发射器或者检测器)的光束集形成触摸点的线状图像,其中,视点是光束终端的位置。

[0108] 图9A-C示出活动区域、发射器和检测器的物理设置。在此示例中,存在具有接触区域910的触摸点。图9A示出光束终端 D_k 的光束图案,该光束图案是从发射器 E_j 到检测器 D_k 的所有光束。带阴影的发射器指示光束至少部分地被触摸点910中断。图10A示出由光束终端 D_k “看到的”对应线状图像1021。到终端 $E_a, E_b, \dots, E_{(J-4)}$ 的光束未中断,因此透射系数处于全值。触摸点出现作为对具有光束终端 $E_{(J-3)}, E_{(J-2)}$ 和 $E_{(J-1)}$ 的光束的中断,其中,主要阻挡终端 $E_{(J-2)}$ 。即,线状图像跨越光束终端 $E_{(J-3)}$ 至 $E_{(J-1)}$ 的部分是触摸事件的一维图像。

[0109] 图9B示出光束终端 D_1 的光束图案,并且图10B示出光束终端 D_1 所看到的相应的线状图像1022。注意,该线状图像不跨越所有发射器,因为活动区域左边缘上的发射器不与检测器 D_1 形成光束路径。图9C和图10C示出光束图案以及光束终端 E_j 所看到的相应线状图像1023。

[0110] 图9A至图10C中的示例使用宽光束路径。然而,线状图像技术还可以与窄的或扇形光束路径连用。

[0111] 图10A-C示出触摸点910的不同图像。能够通过处理线状图像确定触摸事件的位置。例如,基于相关性或计算机断层扫描算法的方法能够用于确定触摸事件910的位置。然而,更简单的方法是优选的,因为它们需要更少的计算资源。

[0112] 触摸点910在线状图像1021至1023中的每一个中投下“阴影”。其中一种方法基于发现线状图像中的阴影的边缘并使用阴影内的像素值估计阴影的中心。然后,可以从代表光束终端的位置到阴影的中心绘制出线。该触摸点被假定为位于沿着这条线的某个位置。即,这条线为该触摸点的位置的候选线。图9D示出该候选线。在图9D中,线920A是对应于图9A和10A的候选线。也就是说,它是从检测器 D_k 的中心到线状图像1021中的阴影的中心的

线。类似地,线920B是对应于图9B和10B 的候选线,并且线920C是对应于图9C和图10C的线。产生的候选线 920A-C具有固定于光束终端的位置的一端,从线状图像中的阴影内插候选线的角度。能够通过组合这些候选线的交点估计触摸事件的中心。

[0113] 使用从单个光束终端到所有对应的互补光束终端的光束图案产生图 10A-C中所示的每个线状图像(即,从一个检测器到所有相应的发射器或从一个发射器到所有相应的检测器的光束图案)。作为另一个变体,可以通过组合来自不只一个光束终端的光束图案的信息来产生线状图像。图8E示出发射器E_j的光束图案。然而,相应的线状图像将具有间隙,因为相应的检测器不提供连续覆盖。它们与发射器交错。然而,相邻检测器D_j的光束图案产生大致填充这些间隙的线状图像。因此,能够组合来自发射器E_j和检测器的D_j的两个部分线状图像以产生完整的线状图像。

[0114] C. 位置内插

[0115] 应用中通常需要一定程度的准确度定位触摸点。其中一种提高准确度的方法是增大发射器、检测器和光束路径的密度,使得触摸点位置的微小改变将中断不同的光束。

[0116] 另一种方法是在光束之内插。在图10A-C的线状图像中,触摸点中断若干光束,但该中断由于光束宽度具有模拟响应。因此,尽管光束终端可以具有间距 Δ ,仍然能够通过基于模拟值进行内插从而以更高的准确度确定触摸点的位置。这在图7的曲线720中也示出了。所测的T_{jk} 能够用于内插x位置。

[0117] 图11A-B示出基于在相邻光束路径之内插的其中一种方法。图11A 示出两个光束路径a₂和b₁。这两个光束路径都较宽,并且它们彼此相邻。在图11A所示的所有三种情况中,触摸点1110中断两个光束。然而,在左侧场景中,触摸点主要中断光束a₂。在中间的情况下,两个光束被同等地中断。在右侧情况,触摸点主要中断光束b₁。

[0118] 图11B示出作为x的函数的这两个透射系数。曲线1121针对系数 Ta₂,并且曲线1122针对系数Tb₁。通过考虑两个透射系数Ta₂和Tb₁,能够内插触摸点的x位置。例如,该内插能够基于这两个系数的差或比。

[0119] 能够通过考虑跨光束a₂和b₁的光的任何不均匀分布来增强内插准确度。例如,如果该光束横截面是高斯的,进行内插时能够将其考虑在内。在另一变体中,如果宽发射器和检测器本身包括若干发射或检测单元,能够将它们分解成单独元件以更准确地确定触摸位置。在先已经利用第一遍确定给定位置中存在触摸活动,这可以在第二遍完成。通过同时驱动若干相邻发射器,能够近似宽发射器。通过组合若干发射器的输出以形成单个信号,能够近似宽检测器。

[0120] 图11C示出了一种情况,其中,使用大量窄光束,而不是内插少量宽光束。在此示例中,每个光束是由图11C中的线表示的笔形光束。随着触摸点1110从左到右移动时,它中断不同的光束。通过精细间隔光束终端实现确定触摸点1110的位置的很多分辨率。可以内插边缘光束以提供甚至更精细的位置估计。

[0121] D. 触摸事件模板

[0122] 如果光束路径的位置和形状是已知的(这通常是针对具有固定发射器、检测器和光学器件的系统的情况),提前预测给定触摸事件的透射系数是可能的。能够先验地生成预期触摸事件的模板。然后,触摸事件的确定变成模板匹配问题。

[0123] 如果使用蛮力方法,那么能够针对每个可能的触摸事件生成一个模板。然而,这会

导致大量的模板。例如,假设其中一类触摸事件被建模为椭圆形接触区域,并假设这些光束是被完全阻挡或完全非阻挡的笔形光束。能够作为五个尺寸的函数参数化这类触摸事件:长轴线的长度、短轴线的长度、长轴线的取向、活动区域内的x位置以及活动区域内的y位置。覆盖此类触摸事件的蛮力耗尽模板集必须跨越这五个尺寸。此外,该模板本身可以具有大量的元件。因此,希望简化该模板集。

[0124] 图12A示出30个光束终端中的任何两个之间的所有可能的笔形光束路径。在此示例中,光束终端没有被标注为发射器或检测器。假设有足够的发射器和检测器来实现任何可能的光束路径。接触区域1210的其中一种可能的模板是将被该触摸影响的所有光束路径的集。然而,这是大量的光束路径,所以模板匹配将更加困难。另外,此模板非常特定于接触区域1210。如果该接触区域的尺寸、形状或位置稍微改变,接触区域1210的模板将不再严格匹配。而且,如果附加触摸存在于活动区域的某个地方,该模板将不与检测到的数据较好地匹配。因此,尽管使用所有可能的光束路径能够产生相对有差别的模板,但它实现起来同样是计算密集的。

[0125] 图12B示出仅基于将被接触区域1210中断的四个光束的一种更简单的模板。这是一个不太特定的模板,因为具有稍微不同的形状、尺寸或位置的其他接触区域将仍然与这个模板相匹配。这在覆盖可能的接触区域的空间所需要的更少的模板的意义上来说是好的。这个模板与基于所有中断的光束的完整模板相比不太精确。然而,由于更小的尺寸,它匹配起来也更快。这些类型的模板相对于可能的透射系数的完整集来说通常较稀疏。

[0126] 注意,可以针对接触区域1210定义一系列的模板,从而增大模板中所包含的光束量:2光束模板、4光束模板等。在其中一个实施例中,接触区域1210中断的光束从1到N顺序排序。然后,能够通过选择该顺序中的前n个光束来构造n光束模板。一般来说,空间上或角度上不同的光束倾向于产生更好的模板。即,与基于彼此靠近、在很大程度上平行的三个光束相比,具有彼此60度运行并且不在公共点相交的三个光束的模板倾向于产生更鲁棒的模板。另外,更多的光束趋于增加模板匹配的有效信噪比,尤其是如果这些光束来自不同的发射器和检测器。

[0127] 图12B中的模板也能够用来生成一族类似的模板。在图12C中,接触区域1220与图12B中的接触区域一样但被向右移动。通过将图12B中的光束(1,21)(2,23)和(3,24)向右移动至如12C中所示的光束(4,18)(5,20)和(6,21)能够生成相应的四光束模板。能够提取这些类型的模板。这种提取被称为模板模型。此具体模型由光束(12,28)(i,22-i)(i+1,24-i)(i+2,25-i)(其中i=1至6)定义。在其中一种方法中,该模型用于生成单独的模板,并且实际数据与这些单独的模板中的每一个匹配。在另一种方法中,数据与模板模型匹配。匹配过程则包括确定是否存在与模板模型的匹配,以及如果存在,哪个i值产生了该匹配。

[0128] 图12D示出使用接触区域周围的“无触摸”区的模板。实际接触区域是1230。然而,假设如果在区域1230中进行接触,则在即刻包围的阴影区域不会有接触。因此,该模板包括(a)接触区域1230内被中断的光束以及(b)阴影区域内未被中断的光束。在图12D中,实线(2,20)(5,22)和(11,27)是模板中的中断光束,并且虚线(4,23)和(13,29)是模板中的非中断光束。注意,模板中的非中断光束可以在其他地方被另一个触摸点中断,因此它们的使用应考虑到这一点。例如,虚线光束(13,29)可以被触摸点1240中断。

[0129] 图12E示出基于减小的和增加的透射系数两者的示例模板。实线(2,20)(5,22)和

(11,27) 是该模板中的中断光束,意味着它们的透射系数应该减小。然而,虚线(18,24)是光束的透射系数应该增大的光束,因为来自触摸点1250的反射或散射。

[0130] 其它模板将是明显的,并且能够用多种方式处理模板。在一种直接的方法中,模板中光束的干扰被简单地求和或求平均。这能够增大这种测量的整体SNR,因为每个光束增加了额外的信号,并且来自每个光束的噪声被假定是独立的。在另一种方法中,求和或其他组合可以是加权过程,其中并不是模板中的所有光束都给予相等的权重。例如,接近经过正被建模的触摸事件的中心的光束比那些更远的光束权重更大。可替代地,模板中的光束的角度差异也可以通过加权来表达。角度不同的光束比没有那么不同的光束权重更大。

[0131] 在存在一系列N个光束的情况下,分析能够从相对少量的光束开始。能够根据需要在处理中添加额外的光束,直到达到特定置信度水平(或 SNR)。下次应该添加哪些光束的选择可以根据预定计划表进行。可替代地,它可以基于直到那时的处理结果进行。例如,如果具有某个取向的光束正在给出低置信度的结果,可以添加更多沿着该取向的光束(以沿其它取向的光束为代价)以增大整体置信度。

[0132] 模板的数据记录还能够包括关于模板的额外细节。此信息可以包括,例如,接触区域位置、接触区域的尺寸和形状以及正在建模的触摸事件的类型(例如,手指,触控笔等)。

[0133] 除了模板的智能设计和选择之外,对称性还能够用来减少模板的数量和/或计算负荷。许多应用使用具有相对于x轴线和y轴线对称放置的发射器和检测器的矩形活动区域。在这种情况下,象限对称性能够用于实现因子为四的降低。能够通过利用对称性的优势将针对一个象限创建的模板扩展到其它三个象限。可替代地,能够转换其它三个象限中的可能的触摸点的数据然后将其与来自单个象限的模板匹配。如果该活动区域为正方形,则有可能是八折对称。

[0134] 其它类型的冗余(如移动不变性)也能够减少模板的数量和/或计算负荷。图12B-C的模板模型是其中一个示例。

[0135] 另外,处理模板的顺序也能够用来减少计算负荷。用于附近触摸的模板之间能够存在实质性的相似性。例如,它们可以具有许多共同的光束。能够通过前进通过允许利用先前的模板的处理优势的顺序中的模板对此加以利用。

[0136] E. 多遍处理

[0137] 参照图2,处理阶段不需要是单遍过程,它也不是限于单一技术。可以组合或以其他方式一起使用多种处理技术,以确定触摸事件的位置。

[0138] 图13是基于若干时期的多遍处理阶段的流程图。此示例使用图 9A-9D中所示的物理设置,其中,从发射器向检测器发射宽光束。透射系数 T_{jk} 为模拟值,范围从0(完全阻挡)到1(完全非阻挡)。

[0139] 第一时期1310是取决于快速二进制模板匹配的粗略经过,如关于图12B-D所描述的。在这个时期,模板是二进制的,并且透射率 T'_{jk} 也被假定为二进制的。能够通过对这些模拟值进行凑整或定限1312,从模拟值 T_{jk} 生成二进制透射率 T'_{jk} 。将二进制值 T'_{jk} 与二进制模板进行匹配 1314,以产生候选触摸点的初步列表。如果一些类型的触摸不产生任何超过阈值的光束,定限透射率值可能有问题。一种替代方案是对单独的透射率值的组合(例如,通过求和)进行定限。

[0140] 进行一些简单清理1316来完善此列表。例如,可以简单消除冗余候选触摸点或组

合彼此接近或相似的候选触摸点。例如,对于位置 (x, y) 处的5mm直径的触摸、 (x, y) 处的7mm直径的触摸和 (x, y) 处的9 mm直径的触摸,二进制透射率 T'_{jk} 可能与模块匹配。这些可以合并为在位置 (x, y) 处的单个候选触摸点。

[0141] 时期1320用于使用更加完善的方法来消除误报。对于每个候选触摸点,相邻光束可以用于验证或消除作为实际触摸点的候选项。美国专利申请号13/059,817中描述的技术可用于这一目的。除了考虑光束的实际宽度外,这个时期还可以使用模拟值 T_{jk} 。时期1320的输出是确认的触摸点列表。

[0142] 最后时期1330完善每个触摸点的位置。例如,之前描述的内插技术能够用于以更好的准确度确定位置。由于近似位置已经是已知的,时期 1330可以对数量少得多的光束(即,在局部附近的那些)起作用,但可能对此数据应用更密集的计算。最终结果是确定触摸位置。

[0143] 其它技术也可用于多遍处理。例如,还可以使用线状图像或触摸事件模型。可替代地,可以不只一次或以迭代方式使用同一技术。例如,低分辨率模板可用于首先确定候选触摸位置集,并且然后,更高分辨率模板或触摸事件模型可以用于更精确地确定触摸的准确位置和形状。

[0144] F. 光束加权

[0145] 在处理透射系数时,通常给透射系数加权或对其进行优化。有效加权意味着一些光束比其他光束更重要。在处理过程中可以根据需要确定权重,或者可以预先确定并从查找表或列表中检索它们。

[0146] 用于加权光束的其中一个因素是角度差异。通常,与具有相对较小的角度差异的光束相比,角度不同的光束被给予更高的权重。给定一个光束,具有较小的角度差异的第二光束(即,大致平行于第一光束)权重会更低,因为它提供第一光束所提供的之外的关于触摸事件的位置的相对较少的额外信息。相反地,相对于第一光束具有高角度差异的第二光束在确定沿着第一光束出现触摸点的位置时可以被给予更高的权重。

[0147] 加权光束的另一个因子是光束的发射器和/或检测器之间的位置差别(即,空间差异)。通常,更大的空间差异被给予较高的权重,因为与已经可用的相比,它表示“更多”的信息。

[0148] 加权光束的另一个可能的因子是光束密度。如果存在许多光束横跨活动区域的一个区,那么每条光束仅仅是许多光束之一,并且任何单独的光束较不重要并且权重可以更小。相反地,如果有很少的光束横跨该活动区域的一个区,那么那些光束中的每一条在其携带的信息中更加重要并且权重可以更大。

[0149] 另一方面,标称光束透射率(即,不存在触摸事件时的透射率)可用于加权光束。与那些具有更低的标称透射率的光束相比,能够认为具有更高的标称透射率的光束更“值得信赖”,因为那些具有更低的标称透射率的光束更容易受到噪声的影响。能够用信噪比(如果可用的话)以类似的方式加权光束。可以认为具有更高信噪比的光束更“值得信任”并被给予更高的权重。

[0150] 权重(无论怎样确定的)能够用于计算与可能触摸位置相关联的给定模板的品质因数(置信度)。光束透射率/信噪比还能够用在内插过程中,从而被收集到与源自线状图像中的给定触摸阴影的内插线相关联的置信度的单次测量中。与源自不确定的光束数据的那

些内插线相比,在确定最终触摸点位置时能够给予那些源自“值得信赖的”的光束构成的阴影的内插线更大的权重。

[0151] 能够以若干不同的方式来使用这些加权方法。在其中一种方法中,基于组合将被候选触摸点干扰的光束(或光束的子集)的多个透射系数确定候选触摸点是否是实际触摸事件。能够以不同方式组合这些透射系数:例如,求和、求平均、取中值/百分位数值或取均方根。该加权能够包括为这一过程的部分:例如,取加权平均,而不是未加权平均。将与公共接触区域重叠的多个光束组合能够获得更高的信噪比和/或更大的置信度决策。该组合还能够递增地或迭代地执行,从而根据需要增大所组合的光束的数量以实现更高的SNR、更高的置信度决策和/或以另外方式降低确定触摸事件时的模糊度。

[0152] IV. 应用

[0153] 上文描述的触敏装置能够用于各种应用。触敏显示器是一类应用。这包括平板计算机、膝上计算机、台式计算机、游戏控制台、智能电话的显示器和其他类型的计算装置的显示器。它还包括电视、数字标牌、公共信息、白板、电子阅读器的显示器以及其他类型的好分辨率的显示器。然而,它们也能够用在更小或更低分辨率的显示器中:更简单的电话、用户控件(复印机控件、打印机控件、电器控件等)。这些触敏装置还能够用于除显示器以外的应用中。在其上检测到触摸的“表面”可以是无源元件,如印刷图像或仅仅一些硬表面。此应用可以用作用户接口,类似于轨迹球或鼠标。

[0154] V. 附加注意事项

[0155] 附图仅出于展示的目的描绘了本发明的实施例。本领域普通技术人员将从以下讨论中轻易地理解,在不背离在此所描述的发明原理的情况下,可使用此处展示的结构和方法的替代性实施例。

[0156] 阅读本披露时,本领域普通技术人员通过在此所披露的原理将理解仍附加的替代性结构和功能设计。因此,虽然已经展示并描述了具体实施例和应用,但应当理解的是,所披露实施例不限于此处披露的准确构造和部件。在不背离在所附权利要求书中所定义的精神和范围的情况下,可以对在此所公开的方法和设备的安排、操作和细节做出各种修改、改变和变化,这些修改、改变和变化将对本领域的技术人员将明显。

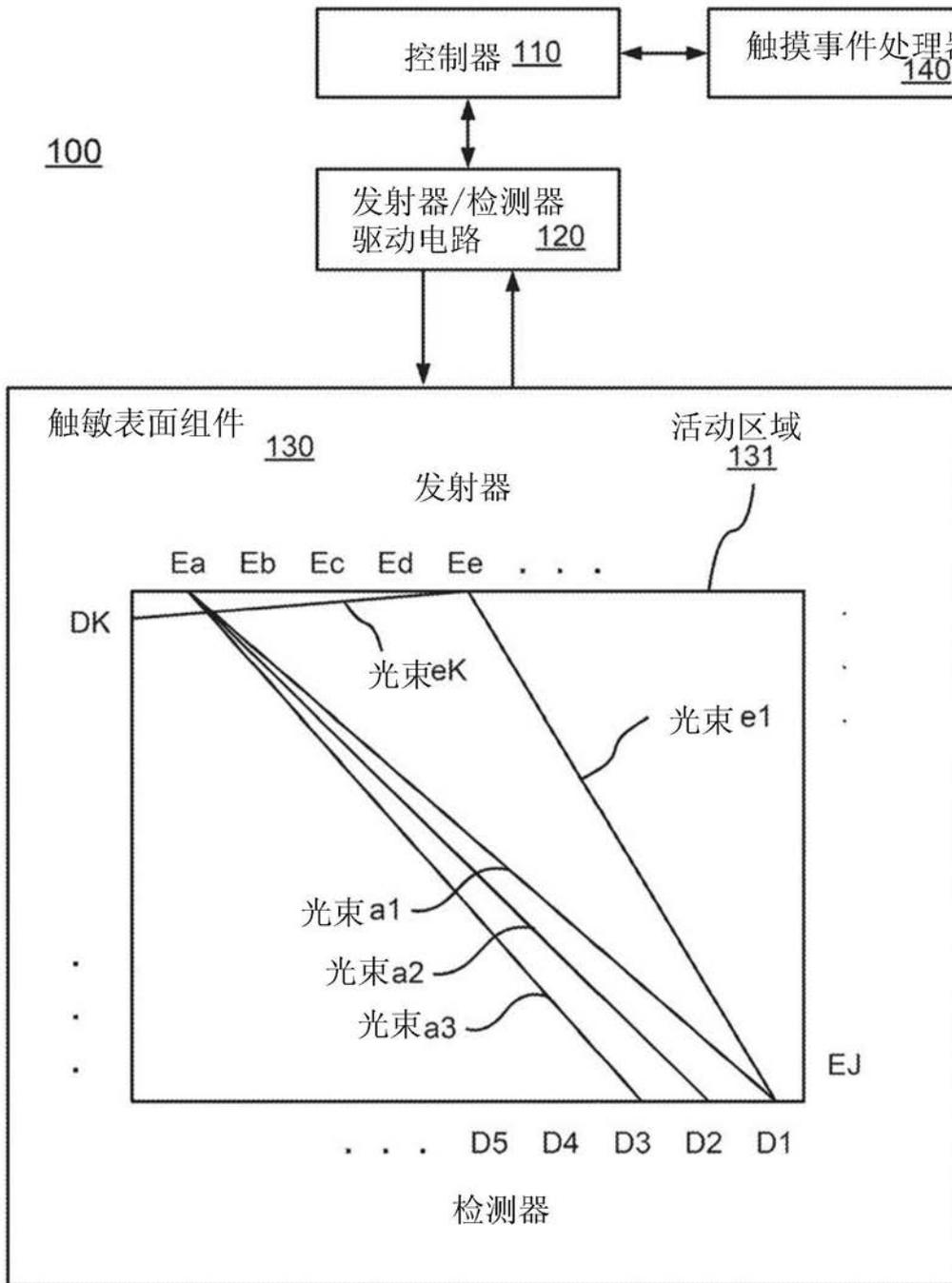


图1

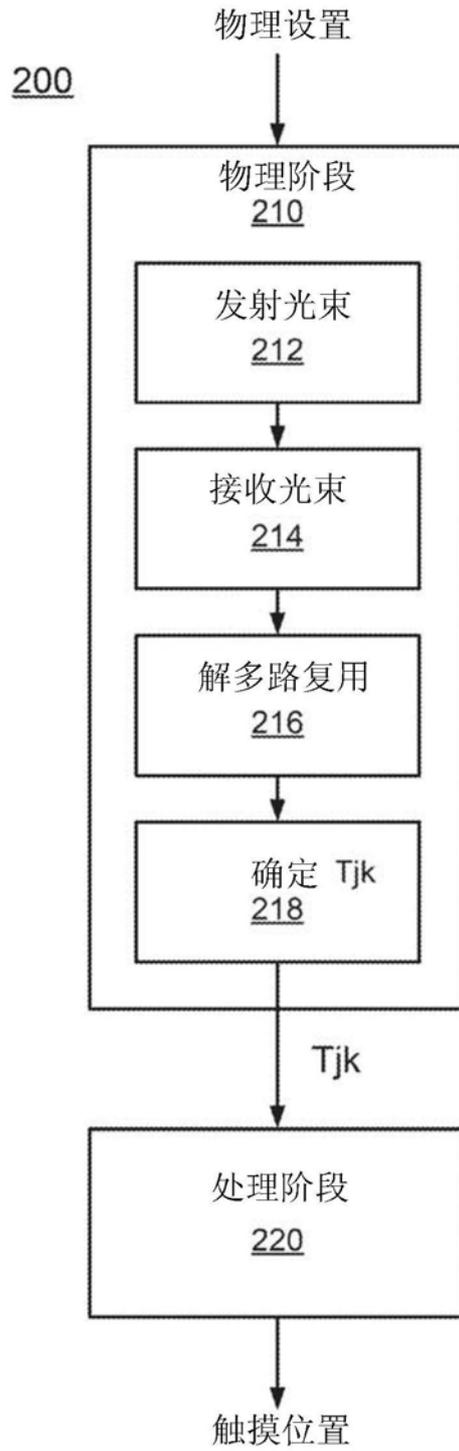


图2

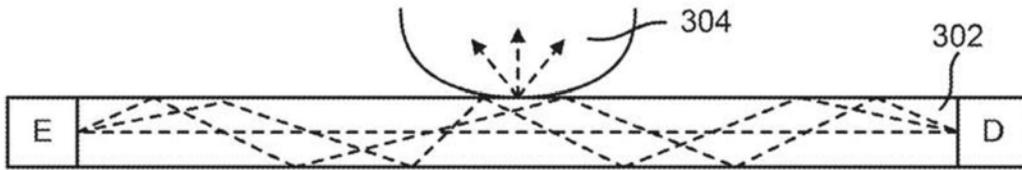


图3A



图3B

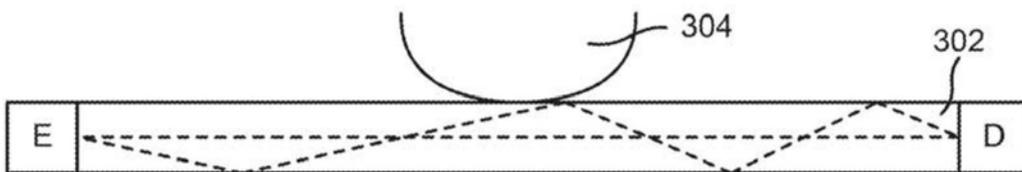


图3C

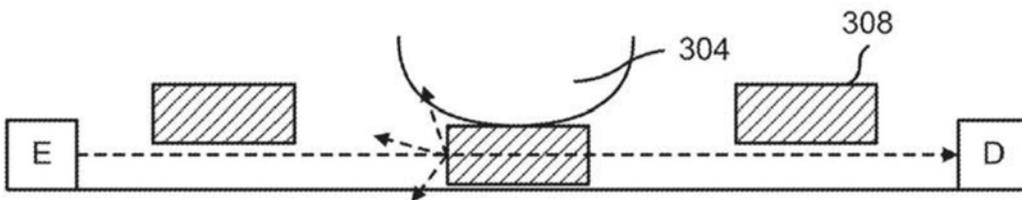


图3D

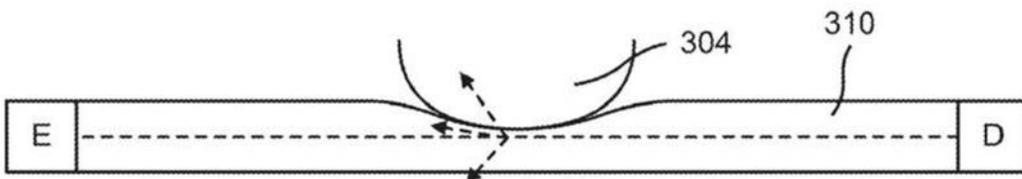


图3E

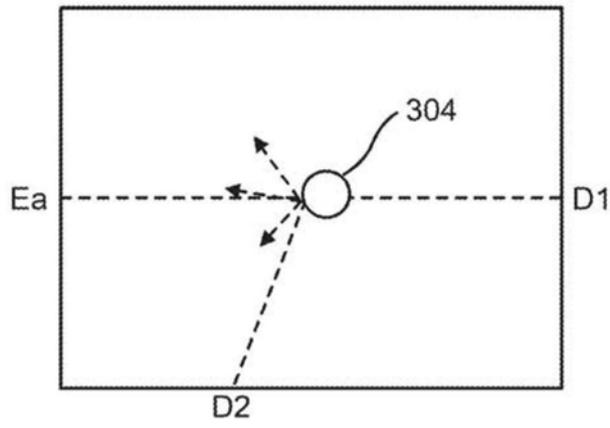


图3F

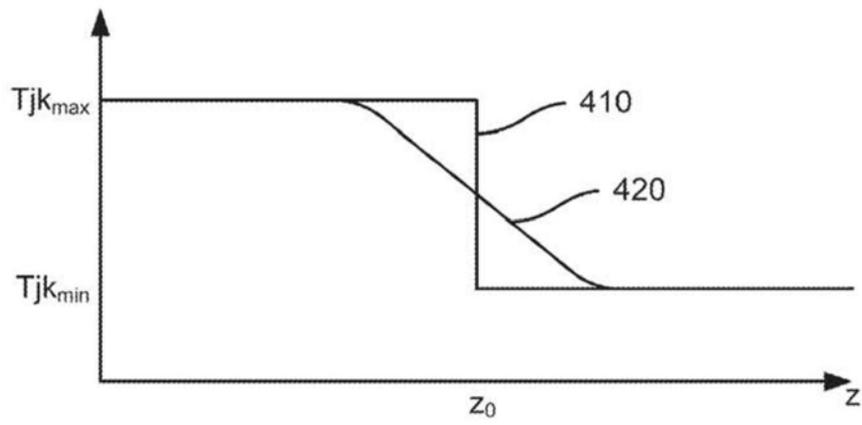


图4

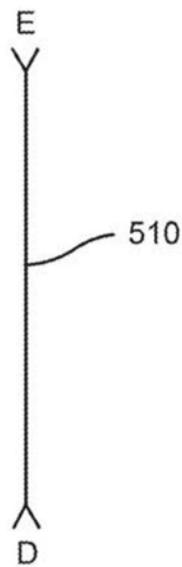


图5A

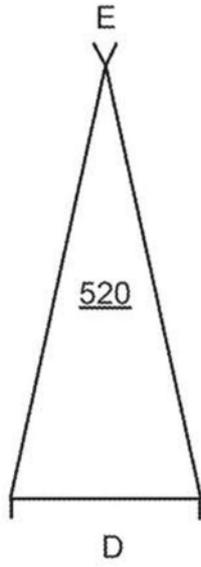


图5B

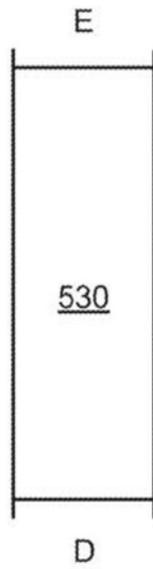


图5C

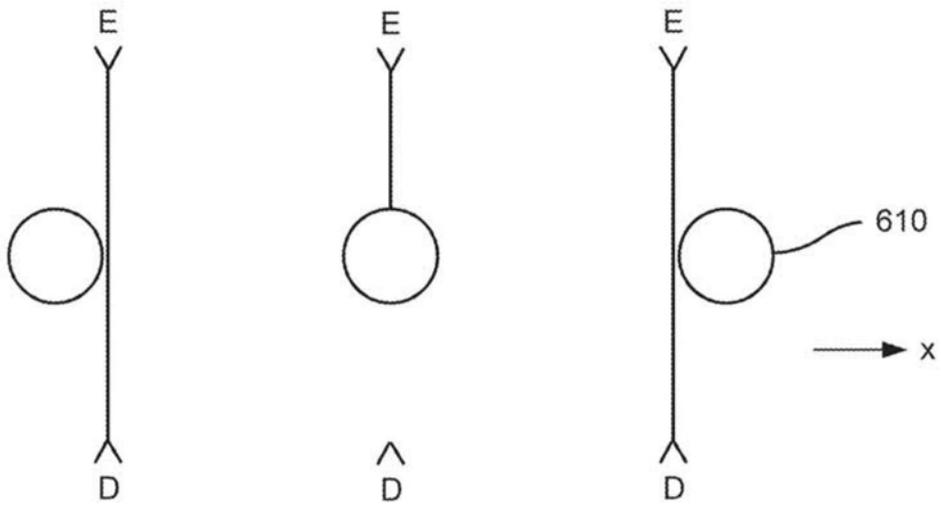


图6A

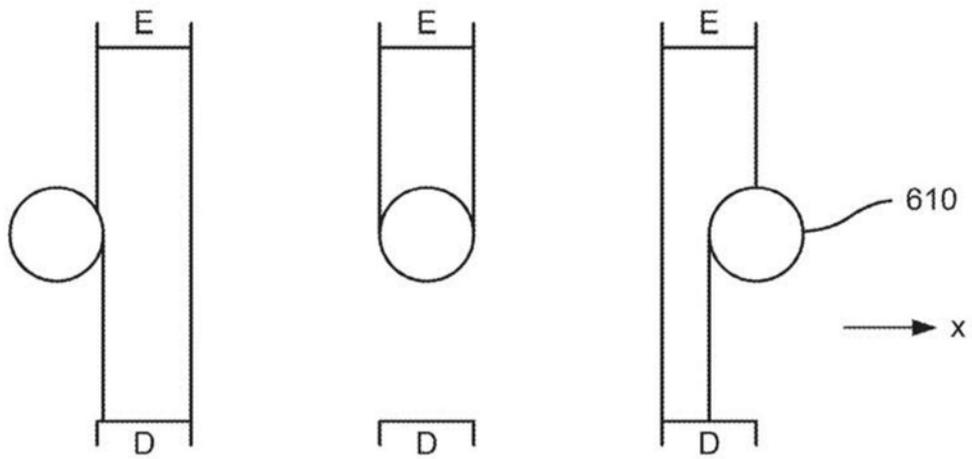


图6B

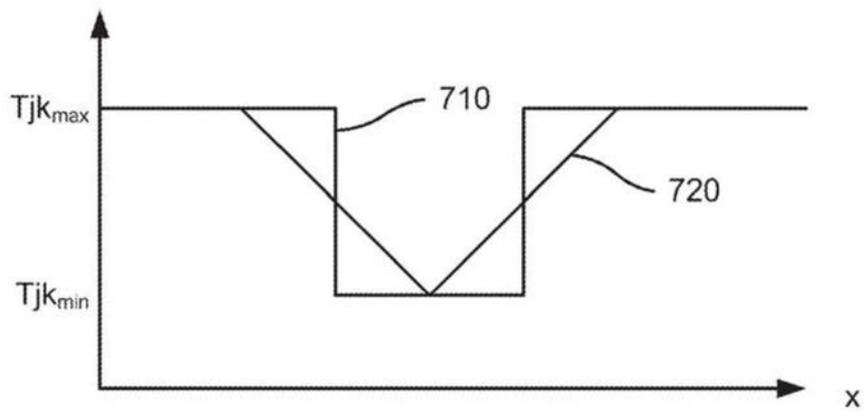


图7

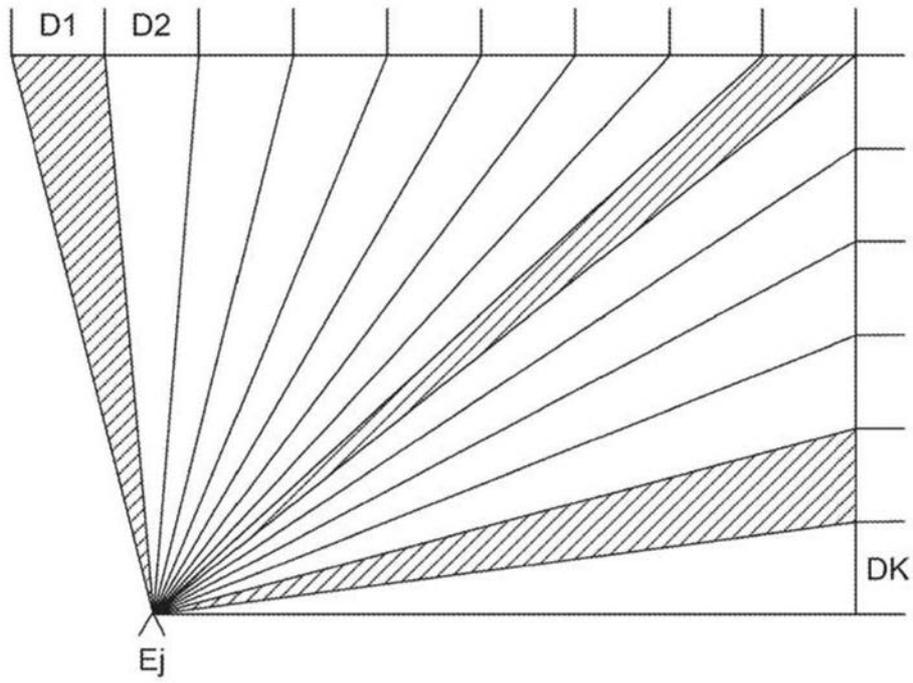


图8A

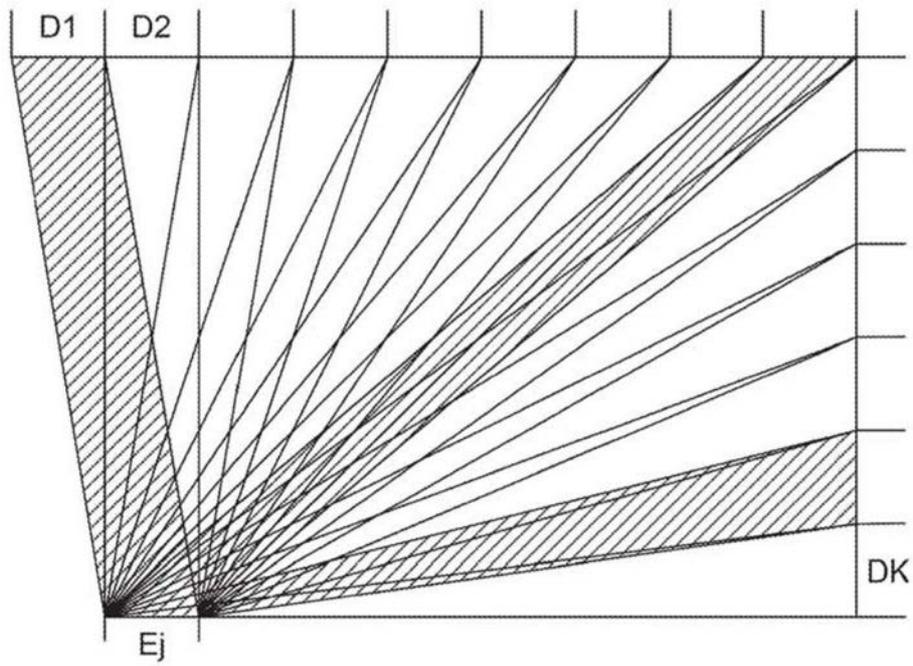


图8B

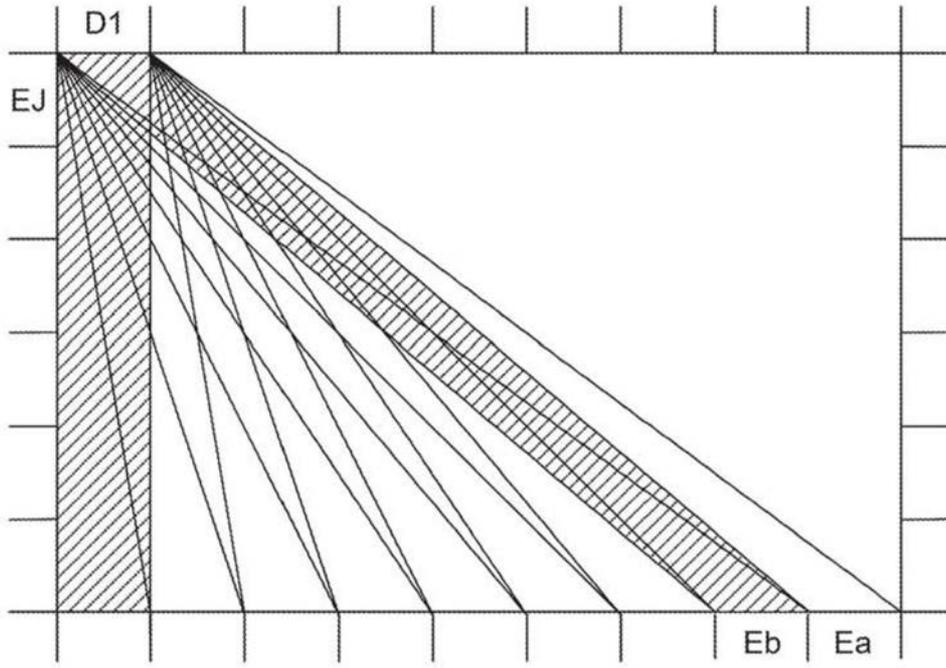


图8C

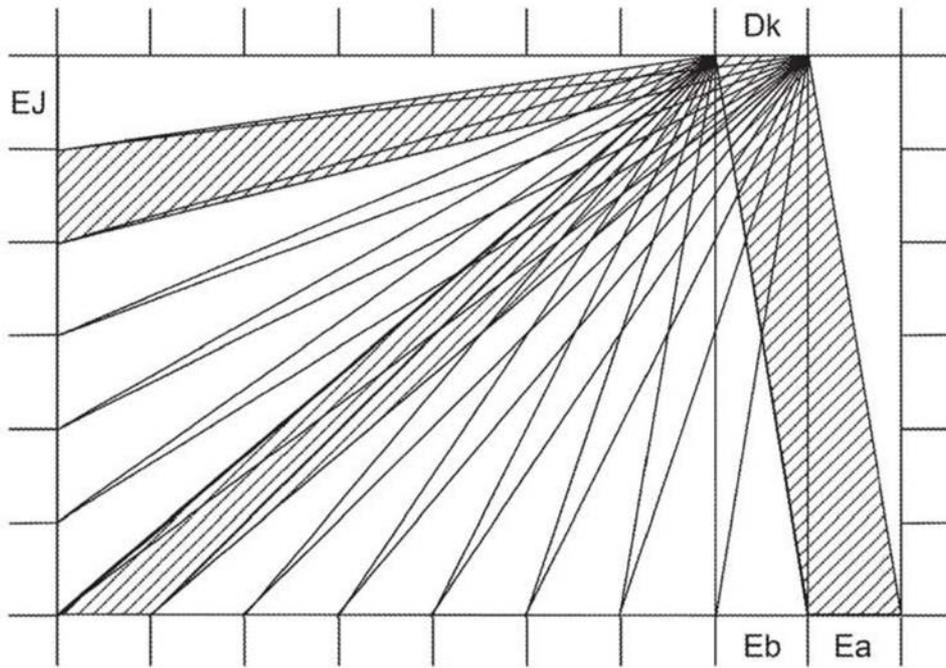


图8D

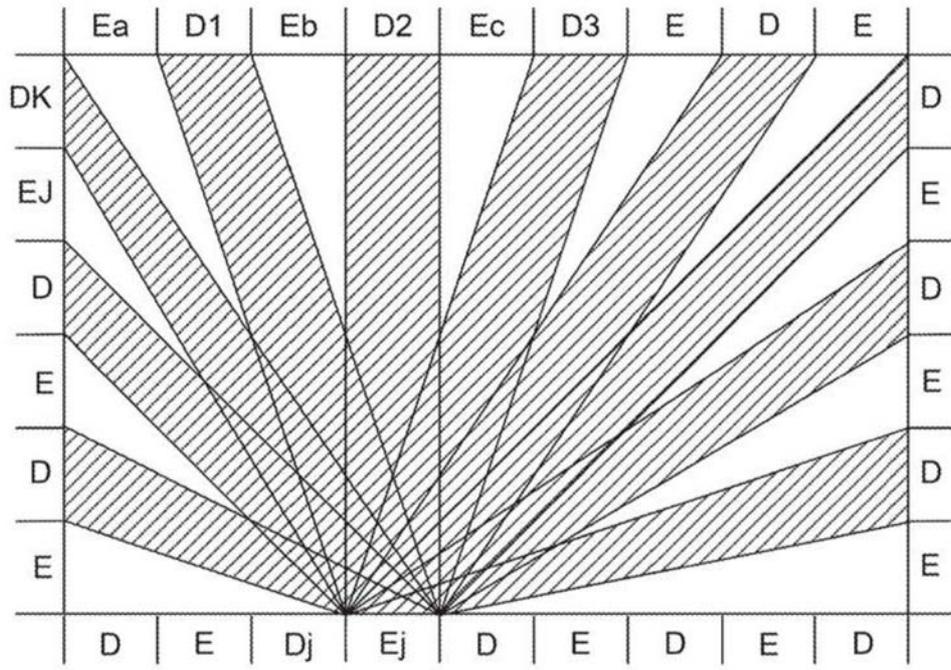


图8E

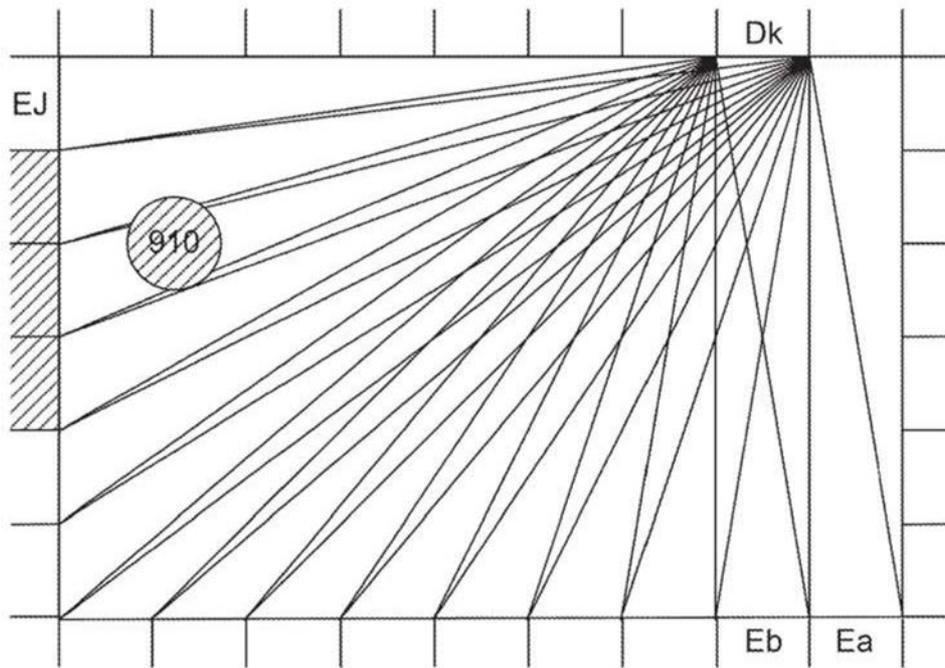


图9A

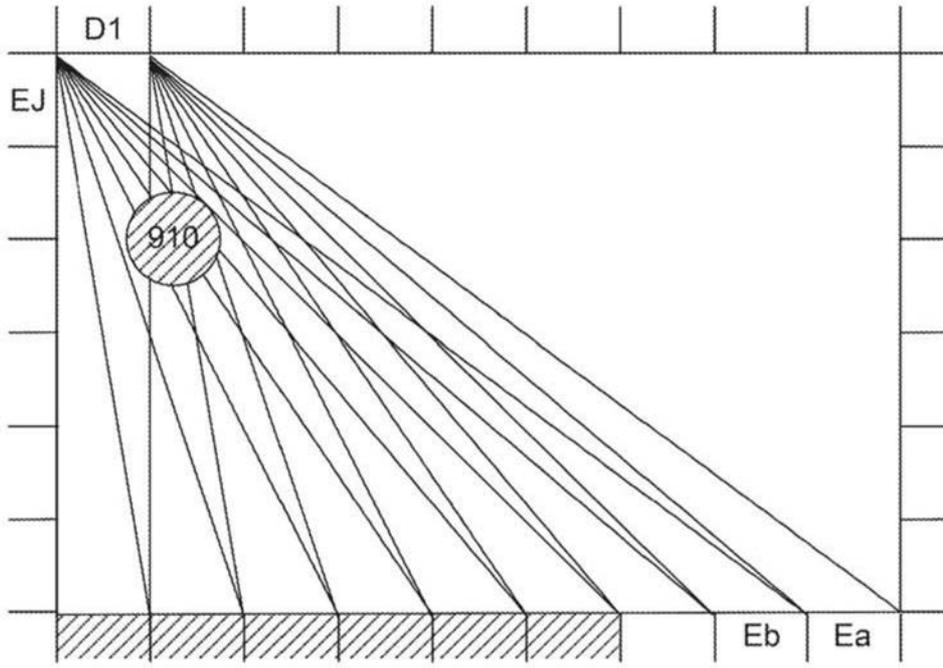


图9B

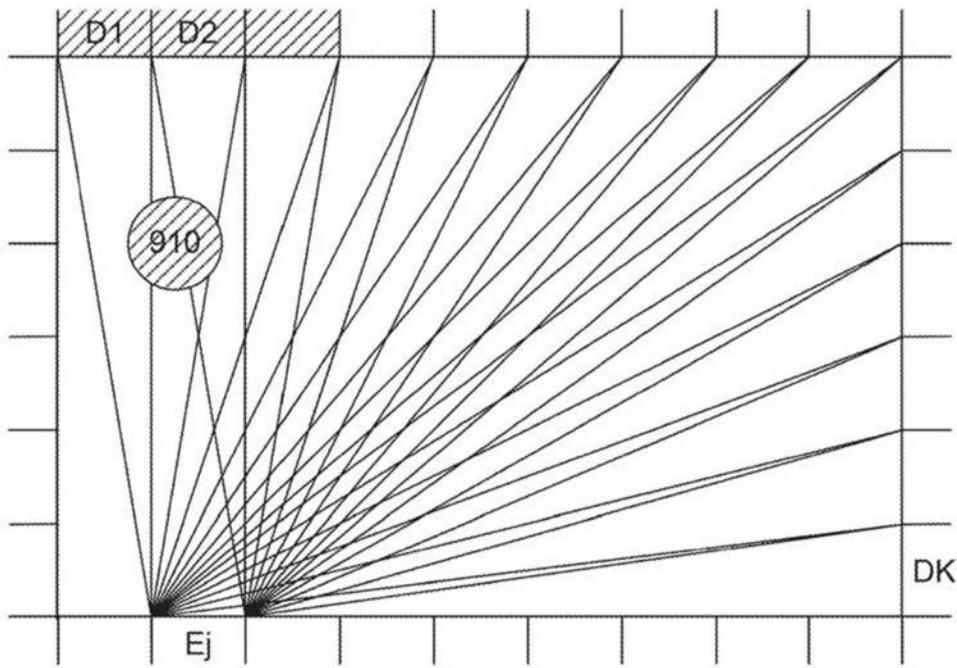


图9C

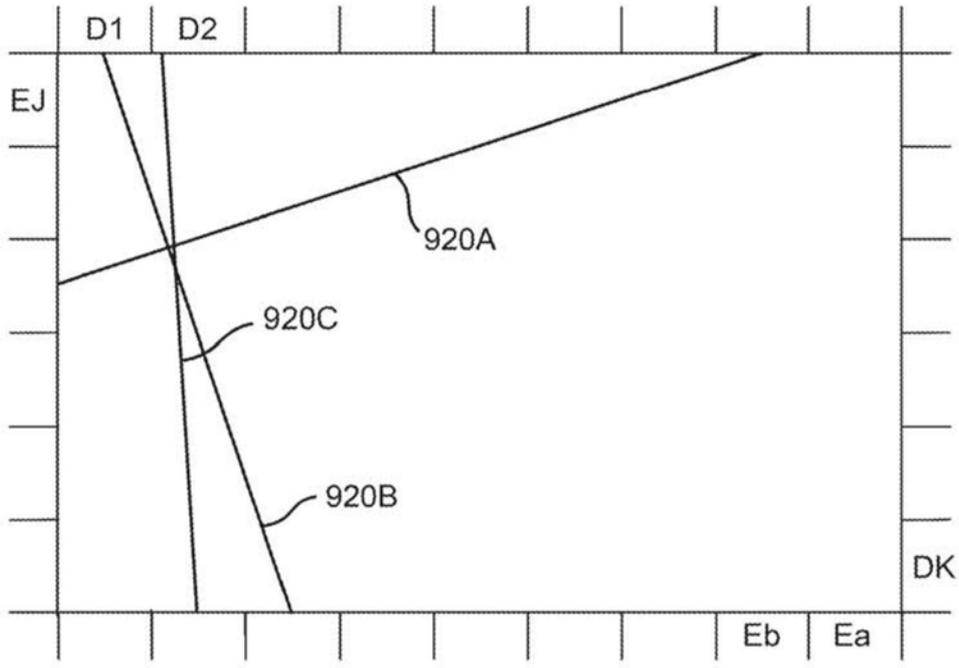


图9D

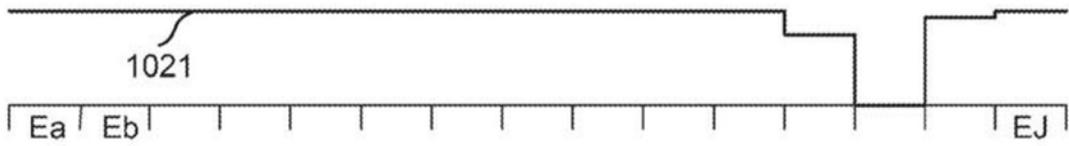


图10A

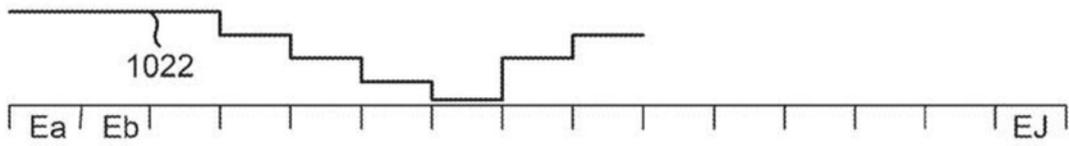


图10B

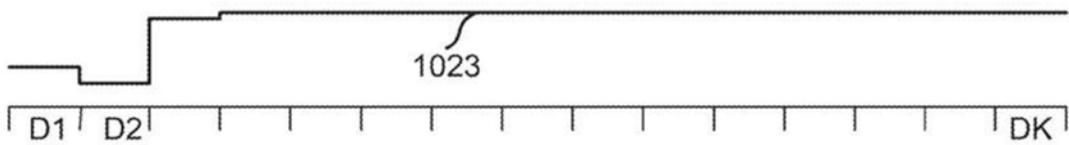


图10C

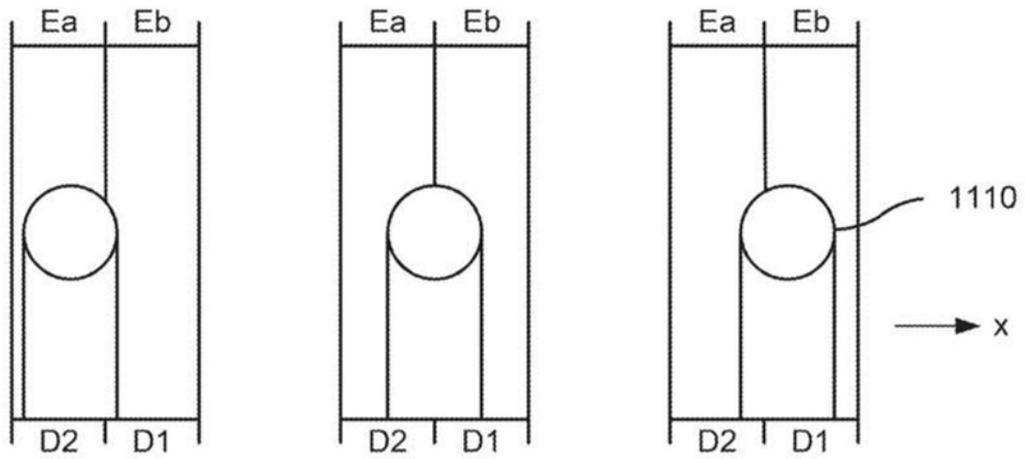


图11A

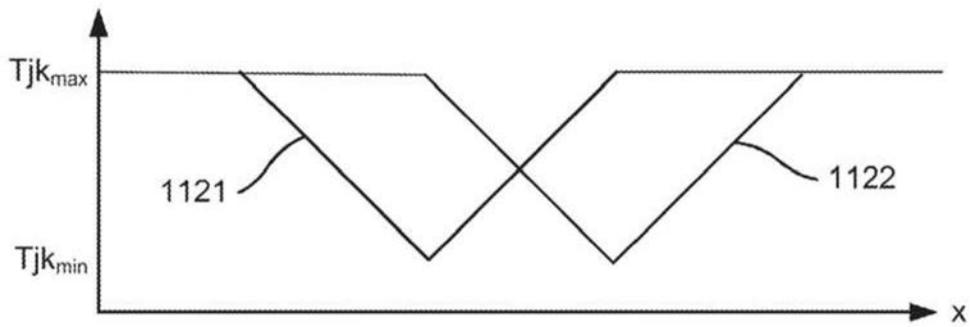


图11B

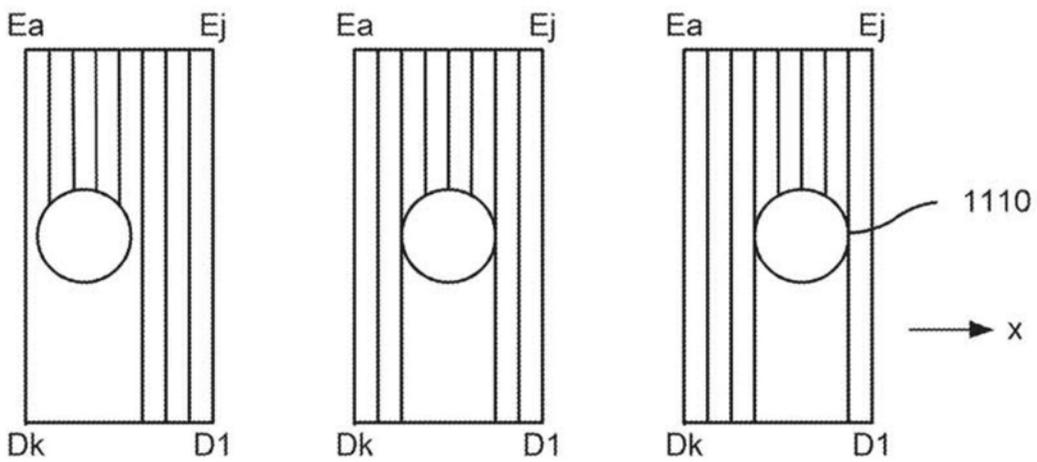


图11C

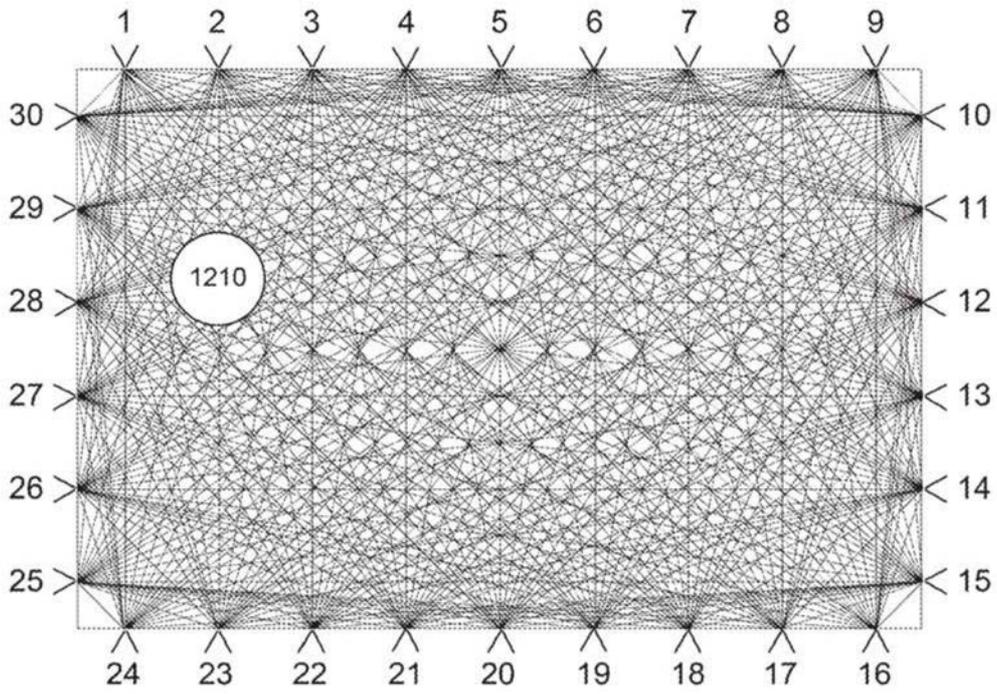


图12A

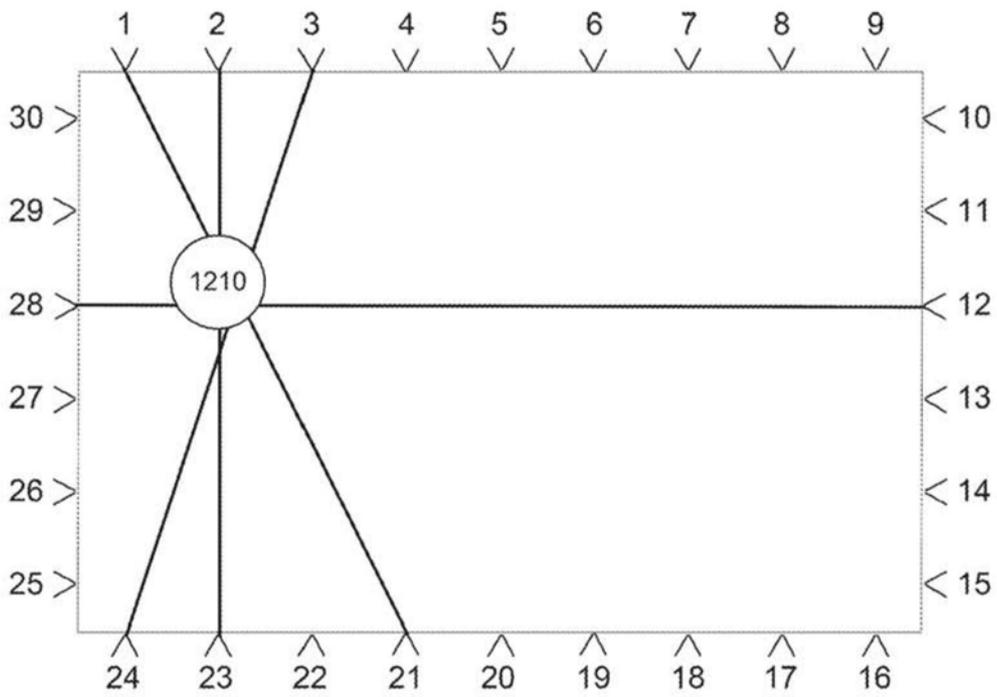


图12B

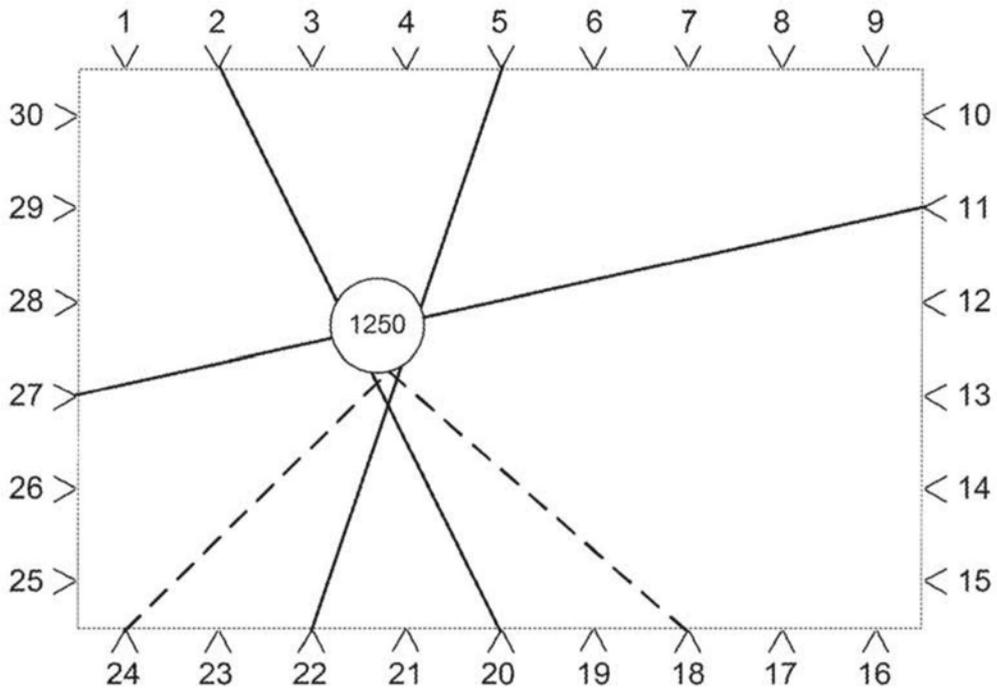


图12E

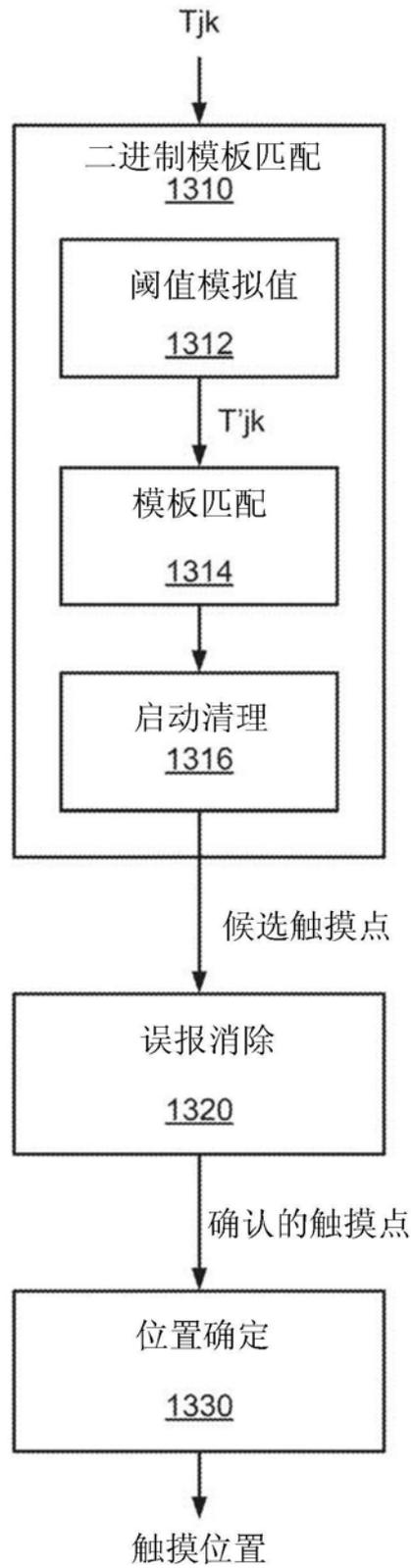


图13