



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102656547 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 05

(21) 申请号 201080047120. 7

地址 瑞典伦德

(22) 申请日 2010. 10. 13

(72) 发明人 托马斯·克里斯蒂安松

(30) 优先权数据

0950768-2 2009. 10. 19 SE

61/272, 665 2009. 10. 19 US

马蒂亚斯·布莱博恩·克鲁斯

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 19

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 苏蕾 李冬梅

(86) PCT申请的申请数据

PCT/SE2010/051107 2010. 10. 13

(51) Int. Cl.

G06F 3/042 (2006. 01)

(87) PCT申请的公布数据

W02011/049513 EN 2011. 04. 28

(71) 申请人 平蛙实验室股份公司

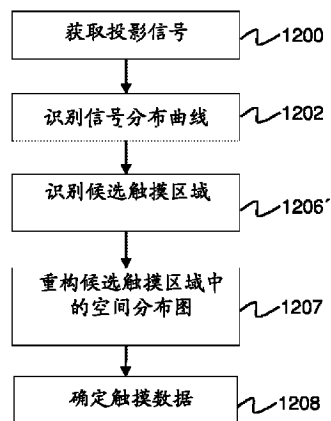
权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 21 页

(54) 发明名称

确定一个或多个物体在触摸表面上的触摸数据

(57) 摘要

一种触摸传感装置包括一个透光板,在该透光板中多个光线片层通过内反射在一个触摸表面和一个相对的表面之间从一个内耦合位点传播到一个外耦合位点。这种触摸传感装置被配置成使得触碰该触摸表面的多个物体造成至少两个光线片层的一种局部衰减。一个光传感器安排被光学地连接至该外耦合位点上以测量透射光能量。一个数据处理器被连接至该光传感器安排上并被配置成用于执行一种触摸确定处理。这种处理在至少一个投影信号上进行,该投影信号表示光在该外耦合位点内的一种空间分布。在这种处理中,对这个或这些投影信号进行处理以识别代表该衰减的多个信号分布曲线(步骤1202)。这些信号分布曲线用于识别在该触摸表面上的一个或多个候选触摸区域(步骤1206')。然后对这个或这些投影信号进行处理以便在这个或这些候选触摸区域中局部地重构信号值的二维分布(步骤1207),在此基础上通过处理在这些候选触摸区域内的所重构的信号值来为这个或每个物体确定触摸数据(步骤1208)。



1. 一种用在触摸传感装置中的方法,所述装置包括限定了一个触摸表面(4)和一个相对的表面(5)的一个透光板(1)、一种用于在该板(1)内部提供多个光线片层的光源安排(2;8),其中每个片层包括在该触摸表面(4)与该相对的表面(5)之间通过内反射从一个内耦合位点(10)传播到一个外耦合位点(11)上的光,所述装置进一步包括用于检测到达该外耦合位点(11)的光的一种光传感器安排(3;9),其中该触摸传感装置被配置成使得触碰该触摸表面(4)的一个或多个物体(6)造成至少两个光线片层的一种局部衰减,所述方法包括以下步骤:

获取至少一个投影信号(S_i),该投影信号表示光在所述外耦合位点(11)中的一种空间分布;

对所述至少一个投影信号(S_i)进行处理以识别代表所述衰减的多个信号分布曲线($P_{i,j}$);

基于这些信号分布曲线($P_{i,j}$)识别在该触摸表面(4)上的一个或多个候选触摸区域;₀

对所述至少一个投影信号(S_i)进行处理以重构在所述一个或多个候选触摸区域内的信号值的一种二维分布;并且

通过处理在这些候选触摸区域内的重构信号值来为这个或每个物体(6)确定触摸数据。

2. 如权利要求1所述的方法,其中该识别步骤包括:对每一个信号分布曲线($P_{i,j}$)确定穿过该触摸表面(4)的一个衰减路径($A_{i,j}$),其中该衰减路径具有的宽度是基于该信号分布曲线($P_{i,j}$)来确定的;并且根据一组如此确定的衰减路径($A_{i,j}$)识别在该触摸表面(4)上的所述一个或多个候选触摸区域。

3. 如权利要求2所述的方法,其中该识别步骤包括使这些衰减路径($A_{i,j}$)相交。

4. 如权利要求3所述的方法,其中该获取步骤包括:获取多个投影信号(S_i),每个投影信号(S_i)与在该触摸表面(4)上的一组盲区($D_{i,j}$)相关联,其中该投影信号(S_i)对触碰该触摸表面(4)的物体(6)是不敏感的;并且其中该识别步骤进一步包括使这些衰减路径($A_{i,j}$)与这些盲区($D_{i,j}$)相交。

5. 如权利要求2所述的方法,其中该获取步骤包括:获取多个投影信号(S_i);并且其中该识别步骤包括:对于每一个投影信号(S_i)产生一个路径图(A_i),该路径图代表在该触摸表面(4)上的相关衰减路径($A_{i,j}$)的位置;并且使这些所产生的路径图(A_i)相交。

6. 如权利要求5所述的方法,其中每个路径图(A_i)与所述多个光线片层之一相关联,其中该识别步骤包括:形成多对路径图(A_i)以便使这些相关联的片层中的光线之间的角度最小化;并且使所述多对路径图(A_i)相交。

7. 如权利要求2所述的方法,其中该获取步骤包括:获取多个投影信号(S_i),并且其中该识别步骤包括:对于多对投影信号(S_i)产生一个路径图(A_i),该路径图代表为这些对投影信号(S_i)所确定的这些衰减路径($A_{i,j}$)的多个交集;并且使这些所产生的路径图(A_i)相交。

8. 如权利要求7所述的方法,其中每个投影信号(S_i)是与所述光线片层之一相关联的,其中该识别步骤包括:形成所述多对投影信号(S_i)以使在相关联的片层中的光线之间的角度最大化。

9. 如权利要求5至8中任意一项所述的方法,其中该相交步骤包括使这些路径图(A_i)

在几何意义上对齐并在这些路径图 (A_i) 上执行一个逻辑与运算。

10. 如权利要求 5 至 9 中任意一项所述的方法,其中每个路径图 (A_i) 进一步代表在该触摸表面 (4) 上的多个盲区 ($D_{i,j}$) 的位置,其中该投影信号 (S_i) 对触碰该触摸表面 (4) 的多个物体 (6) 是不敏感的。

11. 如权利要求 2 至 10 中任意一项所述的方法,其中确定该衰减路径的步骤包括:确定该信号分布曲线 ($P_{i,j}$) 的多个极限 ($b_{i,j,l}, b_{i,j,r}$);识别与该信号分布曲线 ($P_{i,j}$) 相对应穿过该触摸表面 (4) 的一条光路;并且基于所识别的光路重新描绘穿过该触摸表面 (4) 的这些极限 ($b_{i,j,l}, b_{i,j,r}$)。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其中重新描绘这些极限的步骤包括:应用一个预定的宽度函数,该预定宽度函数表示信号分布曲线宽度依赖于由光的散射所产生的到该内耦合位点 (10) 的距离。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其中该宽度函数表示在给定该信号分布曲线宽度的情况下,随到该内耦合位点 (10) 的距离而变化的该物体 (6) 的实际宽度。

14. 如权利要求 2 至 13 中任意一项所述的方法,其中所述确定衰减路径的步骤包括:通过一个多边形,优选地是凸多边形,表示每个衰减路径 ($A_{i,j}$)。

15. 如前述任一权利要求所述的方法,其中产生这些光线片层的方式为:通过扫描沿着一个第一内耦合位点 (10) 的光的一个第一组光束 ($B1, B3, B4$),从而使得该第一组光束 ($B1, B3, B4$) 在该触摸表面 (4) 上沿着一个第一主方向 ($R1$) 进行扫描,并且通过扫描沿着一个第二内耦合位点 (10) 的光的一个第二组光束 ($B2, B5, B6$),从而使得该第二组光束 ($B2, B5, B6$) 在该触摸表面 (4) 上沿着一个第二主方向 ($R2$) 进行扫描。

16. 如权利要求 1 至 14 中任意一项所述的方法,其中以光束的形式产生这些光线片层,该光束在背离一个对应的内耦合位点 (10) 的方向上在该触摸表面 (4) 的平面中进行扩展。

17. 如前述任一权利要求所述的方法,其中每个投影信号 (S_i) 与所述光线片层之一相关联。

18. 如前述任一权利要求所述的方法,其中获取投影信号 (S_i) 的步骤包括:获取表示光能量在外耦合位点 (11) 内的空间分布的一个能量信号,并且通过一个背景信号 (REF) 来归一化该能量信号,其中该背景信号 (REF) 表示物体 (6) 不触碰该触摸表面 (4) 时光能量在外耦合位点 (11) 内的空间分布。

19. 一种计算机程序产品,包括计算机代码,当在一个数据处理系统上执行时,该计算机代码被适配用于执行权利要求 1 至 18 中任意一项的方法。

20. 一种装置,用于为包含在一个触摸传感装置之一触摸表面 (4) 上的一个或多个物体 (6) 确定触摸数据,所述触摸传感装置包括限定了一个触摸表面 (4) 和一个相对的表面 (5) 的一个透光板 (1)、一个在该板 (1) 内部提供光线片层的光源安排 (2;8),其中每个光线片层包括在该触摸表面 (4) 和该相对的表面 (5) 之间通过内反射从一个内耦合位点 (10) 传播到一个外耦合位点 (11) 上的光,一个检测到达该外耦合位点 (11) 的光的光传感器安排 (3;9),其中将该触摸传感装置配置为使得触碰该触摸表面 (4) 的每个物体 (6) 使至少两个光线片层局部地衰减,所述装置包括:

一个元件 (1300),用于获取至少一个投影信号 (S_i),该投影信号表示光在所述外耦合位点 (11) 中的一种空间分布;

一个元件 (1302), 用于处理所述至少一个投影信号 (S_i) 以识别表示所述衰减的多个信号分布曲线 ($P_{i,j}$);

一个元件 (1304), 用于基于这些信号分布曲线 ($P_{i,j}$) 来识别该触摸表面 (4) 上的一个或多个候选触摸区域;

一个元件 (1306), 用于处理所述至少一个投影信号 (S_i) 以重构信号值在所述一个或多个候选触摸区域内的一种二维分布; 以及

一个元件 (1308), 用于通过对该候选触摸区域内的重构信号值进行处理为该或每个物体 (6) 确定触摸数据。

21. 一个触摸传感装置, 包括:

限定了一个触摸表面 (4) 以及一个相对的表面 (5) 的一个透光板 (1),

一个在该板 (1) 内部提供光线片层的光源安排 (2;8), 其中每个光线片层包括在该触摸表面 (4) 和该相对的表面 (5) 之间通过内反射从一个内耦合位点 (10) 传播到一个外耦合位点 (11) 上的光,

一个检测到达该外耦合位点 (11) 的光的光传感器安排 (3;9), 其中将该触摸传感装置配置为使得触碰该触摸表面 (4) 的一个物体 (6) 使至少两个光线片层局部地衰减, 以及

用于根据权利要求 20 确定触摸数据的该装置 (7)。

22. 一种用在触摸传感装置中的方法, 所述装置包括限定了一个触摸表面 (4) 和一个相对的表面 (5) 的一个透光板 (1)、一个在该板 (1) 内部提供光线片层的光源安排 (2;8), 其中每个光线片层包括在该触摸表面 (4) 和该相对的表面 (5) 之间通过内反射从一个内耦合位点 (10) 传播到一个外耦合位点 (11) 上的光, 所述装置进一步包括用于检测到达该外耦合位点 (11) 的光的一个光传感器安排 (3;9), 其中将该触摸传感装置配置为使得触碰该触摸表面 (4) 的一个或多个物体 (6) 使至少两个光线片层局部衰减, 所述方法包括以下步骤:

获取至少一个投影信号 (S_i), 该信号表示所述外耦合位点 (11) 中的光的空间分布;

处理所述至少一个投影信号 (S_i) 以识别表示所述衰减的多个信号分布曲线 ($P_{i,j}$);

对每一个信号分布曲线 ($P_{i,j}$), 确定触摸表面 (4) 上的一个衰减路径 ($A_{i,j}$), 其中该衰减路径具有基于该信号分布曲线 ($P_{i,j}$) 确定的宽度;

根据一组由此确定的衰减路径 ($A_{i,j}$), 识别该触摸表面 (4) 上的一个或多个候选触摸区域; 并且

基于这些候选触摸区域, 为该或每个物体 (6) 确定触摸数据。

确定一个或多个物体在触摸表面上的触摸数据

[0001] 相关申请的相交引用

[0002] 本申请要求于 2009 年 10 月 19 日提交的第 0950768-2 号瑞典专利申请以及于 2009 年 10 月 19 日提交的第 61/272,665 号美国临时申请的权益,这两个申请通过引用结合在此。

技术领域

[0003] 本发明涉及触摸传感板以及与这种板相关的数据处理技术。

背景技术

[0004] 更大程度上,触摸传感板正用于为计算机、移动电话、电子测量和测试设备、游戏装置等提供输入数据。板可以提供有一个图形用户接口 (GUI),以使用户使用例如指针、触笔或一个或多个手指进行交互。GUI 可以是固定的或动态的。固定 GUI 可以是例如置于板之上、之下或内部的印刷物的形式。动态 GUI 可以由与板相整合或置于板下方的一个显示屏来提供,或由一个投射器投射到板上的图像来提供。

[0005] 存在很多已知的为板提供触摸传感的技术,例如通过使用照相机来捕获从板上的一个或多个触摸点散射的光,或者通过将电阻式线删、电容式传感器、应变计等结合到板中。

[0006] US2004/0252091 披露了一种基于受抑内全反射 (FTIR) 的替代技术。光被耦合进入板以便通过全内反射在板内部进行传播。光传感器阵列位于板的周边以对光进行检测。当物体与板的表面接触时,光会在触摸点上局部地衰减。物体的位置是通过基于光传感器阵列上每个光源的光的衰减通过三角测量来确定的。

[0007] US2009/0153519 披露了一种能够传导信号的板。断层扫描仪与板相邻,其中信号流端口在分立位置上排列在板的边缘。在信号流端口上测得的信号经过断层扫描处理以便产生传导率在板上的一种二维表示,借此可以检测板表面上的触摸物体。例如使用众所周知的滤波反投影算法的层析成像重构是一种深加工操作。因此,断层扫描重构可能需要大量的处理时间,尤其是如果要求高分辨率的二维表示。

发明内容

[0008] 本发明的一个目的是至少部分地克服现有技术之一或多个限制。

[0009] 在以下描述中可能出现的此目的以及其他目的借助于方法、计算机程序产品、确定位置的装置、以及根据独立权利要求、由从属权利要求限定的其实施方案的触摸传感装置来至少部分地实现。

[0010] 本发明的一个第一方面是一种用在触摸传感装置中的方法。该装置包括限定了一个触摸表面和一个相对的表面之间的透光板、一个在该板内部提供多个光线片层 (sheets of light) 的光源安排,其中每个光线片层包括在该触摸表面和该相对的表面之间通过内反射从一个内耦合位点传播到一个外耦合位点上的光,所述装置进一步包括用于检测到达

该外耦合位点的光的一个光传感器安排,其中将该触摸传感装置配置为使得触碰该触摸表面的一个或多个物体使至少两个光线片层局部衰减。该方法包括以下步骤:获取至少一个投影信号,该信号表示光在所述外耦合位点中的一种空间分布;对所述至少一个投影信号进行处理以识别表示所述衰减的多个信号分布曲线;基于这些信号分布曲线识别触摸表面上的一个或多个候选触摸区域;对所述至少一个投影信号进行处理以重构信号值在所述一个或多个候选触摸区域内的一种二维分布;并且通过对候选触摸区域内的重构信号值进行处理来为该或每个物体确定触摸数据。

[0011] 在一个实施方案中,识别步骤包括:对每一个信号分布曲线,确定触摸表面上的一个衰减路径,其中该衰减路径具有的宽度是基于该信号分布曲线确定的;并且根据一组由此确定的衰减路径,识别该触摸表面上的所述一个或多个候选触摸区域。

[0012] 在一个实施方案中,识别步骤包括使这些衰减路径相交。在这种实施方案中,获取步骤可以包括:获取多个投影信号,每个投影信号与触摸表面上的一组盲区相关联,其中投影信号对触碰触摸表面的物体不敏感;并且其中识别步骤进一步包括使这些衰减路径与这些盲区相交。

[0013] 在一个实施方案中,获取步骤包括:获取多个投影信号;并且其中识别步骤包括:对每一个投影信号产生一个路径图,该路径图表示相关衰减路径在该触摸表面上的位置;并且使所产生的这些路径图相交。在这种实施方案中,每个路径图可以与所述光线片层之一相关联,并且识别步骤可以包括:形成多对路径图以便使相关光线片层中的光线之间的角度最小化;并且使所述多对路径图相交。

[0014] 在一个实施方案中,获取步骤包括:获取多个投影信号,并且其中识别步骤包括:为多对投影信号产生一个路径图,该路径图表示为该对投影信号确定的衰减路径的交集;并且使产生的路径图相交。在这种实施方案中,每个投影信号可以与所述光线片层之一相关联,并且识别步骤可以包括:形成所述多对投影信号以使得相关光线片层中的光线之间的角度最大化。在这种实施方案中,相交步骤包括使这些路径图在几何意义上对齐并在这些路径图上执行逻辑与运算。每个路径图可以进一步表示多个盲区的该触摸表面上的位置,其中该投影信号对触碰该触摸表面的物体不敏感。

[0015] 在一个实施方案中,确定该衰减路径的步骤包括:确定该信号分布曲线的多个极限;识别对应于该信号分布曲线穿过该触摸表面的一条光路;并且基于所识别的光路在该触摸表面上重新描绘这些极限。在这种实施方案中,重新描绘这些极限的步骤包括:应用一个预定的宽度函数,该预定宽度函数表示信号分布曲线宽度依赖于由光的散射所产生的到该内耦合位点的距离。在一个实施方案中,光散射由触摸表面和相对的表面中的至少一个来产生。该宽度函数可以表示在给定该信号分布曲线宽度的情况下,随到该内耦合位点的距离而变化的该物体的实际宽度。

[0016] 在一个实施方案中,确定衰减路径的步骤包括:通过一个多边形,优选地是凸多边形,表示每个衰减路径。

[0017] 在一个实施方案中,产生这些光线片层的方式为:通过扫描沿着一个第一内耦合位点的光的一个第一组光束,从而使得该第一组光束在该触摸表面上沿着一个第一主方向进行扫描,并且通过扫描沿着一个第二内耦合位点的光的一个第二组光束,从而使得该第二组光束在该触摸表面上沿着一个第二主方向进行扫描。

[0018] 在一个实施方案中,以光束的形式产生这些光线片层,该光束在背离一个对应的内耦合位点的方向上在该触摸表面的平面中进行扩展。

[0019] 在一个实施方案中,每个投影信号与所述光线片层之一相关联。

[0020] 在一个实施方案中,获取投影信号的步骤包括:获取表示光能量在外耦合位点内的空间分布的一个能量信号,并且通过一个背景信号来归一化该能量信号,其中该背景信号表示物体不触碰该触摸表面时光能量在外耦合位点内的空间分布。

[0021] 本发明的一个第二方面是包含计算机代码的一种计算机程序产品,当在一个数据处理系统上执行时,该计算机代码被适配用于执行该第一方面的方法。

[0022] 本发明的一个第三方面是一种装置,该装置用于为包含在一个触摸传感装置中的一个触摸表面上的一个或多个物体确定触摸数据。该装置包括:用于获取至少一个投影信号的一个元件,该投影信号表示光在一个外耦合位点中的一种空间分布;用于处理所述至少一个投影信号以识别表示所述衰减的多个信号分布曲线的一个元件;用于基于这些信号分布曲线来识别该触摸表面上的一个或多个候选触摸区域的一个元件;用于对所述至少一个投影信号进行处理以重构信号值在所述一个或多个候选触摸区域内的一种二维分布的一个元件;以及用于通过对这些候选触摸区域内的重构信号值进行处理为该或每个物体确定触摸数据的一个元件。

[0023] 本发明的一个第四方面是一种触摸传感装置,包括:限定了一个触摸表面以及一个相对的表面的一个透光板;一个在该板内部提供光线片层的光源安排,其中每个光线片层包括在该触摸表面和该相对的表面之间通过内反射从一个内耦合位点传播到一个外耦合位点上的光;一个检测到达该外耦合位点的光的光传感器安排,其中将该触摸传感装置配置为使得触碰该触摸表面的一个物体使至少两个光线片层局部地衰减;以及用于根据该第三方面确定触摸数据的该装置。

[0024] 该第一方面的任意一个实施方案可以与第二至第四方面相结合。

[0025] 本发明的一个第五方面是一种用在触摸传感装置中的方法。该方法包括以下步骤:获取至少一个投影信号,该信号表示光在所述外耦合位点中的空间分布;对所述至少一个投影信号进行处理以识别表示所述衰减的多个信号分布曲线;对每一个信号分布曲线,确定触摸表面上的一个衰减路径,其中该衰减路径具有的宽度是基于该信号分布曲线确定的;根据一组由此确定的衰减路径,识别该触摸表面上的一个或多个候选触摸区域;并且基于这些候选触摸区域,为该或每个物体确定触摸数据。

[0026] 从以下详细描述、从所附权利要求以及从附图中本发明的另外一些其他目的、特点、方面以及优点将变得明显。

附图说明

[0027] 现在将参考所附示意图更为详细地描述本发明的实施方案。

[0028] 图 1A 是一种触摸传感装置的侧视图,图 1B 是这种触摸传感装置的扇形光束实施方案的俯视图,图 1C 是这种触摸传感装置的扫描光束实施方案的俯视图,图 1D 展示了一个扫描光束实施方案中投影信号的产生过程。

[0029] 图 2 是根据一个实施方案的一种用于触摸确定方法的流程图。

[0030] 图 3A 至 3B 是具有触摸签名的投影信号的示意图。

- [0031] 图 4A 展示了一个扫描光束实施方案,该实施方案具有光束和触摸物体之间的交互,并且图 4B 展示了一个具体光束扫视的非照明区域。
- [0032] 图 5A 至 5B 展示了衰减路径以及用于两种不同投影信号的非照明区域。
- [0033] 图 6A 至 6C 展示了为图 4A 中扫描光束获取的多边形集合、多边形交集以及分析区域。
- [0034] 图 7 展示了图 6 的多边形集合,以及以组合该多边形集合的不同顺序而获取的多边形交集和分析区域。
- [0035] 图 8A 展示了一个扇形光束实施方案,该实施方案具有光束和触摸物体之间的交互,并且图 8B 展示了相应的多边形集合。
- [0036] 图 9 展示了通过组合图 8B 中的多边形集合而获取的多边形交集和分析区域。
- [0037] 图 10A 至 10G 展示了一种用于识别分析区域的中心线技术。
- [0038] 图 11A 展示了由完全重构产生的衰减值的一个示图,图 11B 是由多边形交集识别的分析区域的一个示图,并且图 11B 是由局部重构产生的衰减值的一个示图。
- [0039] 图 12A 至 12B 的流程图示例了确定触摸位置的多种方法。
- [0040] 图 13A 至 13B 是用于确定触摸位置的装置的方框图。
- [0041] 图 14A 至 14C 分别是针对具有一个触摸物体的情况,随一个外耦合位点中的位置而变化的投影信号、背景信号以及透射信号的示图。
- [0042] 图 15A 至 15B 是由触摸传感装置中的散射而产生的散射函数的示意图。
- [0043] 图 16A 至 16D 是在一个透光板内部传播的光束的俯视图,用于展示图 15A 至 15B 中散射函数的起因。
- [0044] 图 17A 至 17B 是扫描光束实施方案的俯视图,用于展示衰减路径的产生。
- [0045] 图 18A 至 18B 是扇形光束实施方案的俯视图,用于展示衰减路径的产生。
- [0046] 图 19 是基于测量数据的散射函数的示图。

具体实施方式

- [0047] 本发明涉及用于检测一个触摸传感装置的触摸表面上至少一个物体、典型地多个物体的位置的多种技术。本文的描述始于针对很多示例性安排(用于照亮透光板的内部)提出用于触摸确定的受抑内全反射 (FTIR) 的使用。接着,描述了一种用于触摸确定的方法并更为详细地讨论了该方法的某些步骤。最后,讨论了由透光板中的散射所产生的信号散射的影响,以及可以如何使用信号散射来改善该触摸确定方法。
- [0048] 贯穿整个描述中,相同的参考号用于标识相应的元素。
- [0049] 以下符号用于标识某些信号、信号参数以及信号表示。
- [0050] S_i : 空间透射信号 i
- [0051] $P_{i,j}$: 空间透射信号 i 中的尖峰 j
- [0052] $b_{i,j,l}$: 空间透射信号 i 中的尖峰 j 的左极限
- [0053] $b_{i,j,r}$: 空间透射信号 i 中的尖峰 j 的右极限
- [0054] $b_{i,j,m}$: 空间透射信号 i 的尖峰 j 中局部最小值的位置
- [0055] A_i : 用于空间透射信号 i 的多边形集合
- [0056] $A_{i,j}$: 多边形集合 i 中的衰减路径 j

[0057] $D_{i,j}$: 多边形集合 i 中的盲区 j

[0058] A_{i+k} : 多边形集合 A_i 和 A_k 的交集

[0059] 照明和检测

[0060] 图 1A 是一个触摸传感装置中示例性安排的侧视图。该装置包括一个透光板 1、一个或多个光发射器 2(示出了一个)以及一个或多个光传感器 3(示出了一个)。该板限定了两个相对的且通常平行的表面 4、5,并且可以是平坦的或弯曲的。在板的两个边界面之间提供一个辐射传播通道,其中边界面 4、5 中的至少一个允许传播的光与触摸物体 6 相互作用。典型地,来自这个或这些发射器 2 的光通过全内反射(TIR)在辐射传播通道中进行传播,并且传感器 3 排列在板 1 的边缘以产生表示所接收的光的能量的一个对应的输出信号。

[0061] 如图 1A 所示,光可以直接通过连接板 1 的上和下表面 4、5 的边缘部分而耦合进入和离开板 1。可替代地,独立的耦合元件(例如具有楔形物的形状,未示出)可以附接到边缘部件或板 1 的上或下表面 4、5 上,以便使光耦合进入和/或离开板 1。当物体 6 足够近地移至上表面 4 时,一部分光可以通过物体 6 散射,一部分光可以被物体 6 吸收,并且一部分光可以不受影响地继续传播。因此,当物体 6 触摸图 1A 中板的上表面 4 时,全内反射受到抑制并且透射光的能量降低。

[0062] 可以通过从多个不同方向测量通过板 1 透射的光的能量来确定触摸物体 6 的位置。例如,这可以通过操作很多空间上间隔开的发射器 2 在板 1 内部产生相应数目的光线片层以及通过操作传感器 3 来检测每个光线片层的透射能量的能量来完成。只要触摸物体使至少两个光线片层衰减,就可以确定物体的位置。在图 1A 的实施方案中,将一个数据处理装置 7 配置用于处理来自这个或这些传感器 3 的一个或多个输出信号,以确定触摸物体 6 的位置。

[0063] 如图 1A 所指出,触摸物体 6 不会阻碍光。因此,如果两个物体恰巧沿着从发射器 2 到传感器 3 的光路上前后相接地排列,一部分光会与两个物体相互作用。假设有足够的光能量,光的剩余部分将到达传感器 3 并产生一个输出信号,该输出信号允许识别两个交集(触摸点)。一般而言,每个这类触摸点具有 0 至 1 的透射率,但一般在 0.7 至 0.99 范围内。沿着光路 i 的总透射率 t_i 是多个触摸点在该光路上各个透射率 t_n 的乘积: $t_i = \prod t_n$ 。因此,数据处理装置 7 确定多个触摸物体的位置是可能的,即使它们的位置与光路在一条直线上。

[0064] 图 1B 和 1C 展示了用于在透光板 1 内产生光线片层的示例性光源安排以及用于检测每个光线片层的透射能量的光传感器安排。

[0065] 在图 1B 的实施方案中,来自两个间隔开的发射器 2 的光耦合进入板 1 以通过全内反射在板 1 内传播。各个发射器 2 产生光束 B1、B2,该光束在离开发射器 2 传播的同时在板 1 的平面中扩展。这种光束表示扇形光束,并且此类型的实施方案在下文通常称之为“扇形光束实施方案”每个扇形光束 B1、B2 从板 1 上内耦合位点中的一个或多个入口或内耦合点进行传播以形成光线片层,在此实例中该光线片层基本上在整个板 1 上分布。光传感器 3 的阵列位于板 1 周边附近以便在板 1 的外耦合位点内的很多间隔开的外耦合点上接收来自发射器 2 的光。物体的位置可以基于光传感器 3 阵列上每个发射器 2 的光的衰减通过三角测量来确定。这种类型的触摸传感装置例如可以从前述的 US2004/0252091 来获知,该申请通过引用结合在此。

[0066] 在图 1C 的实施方案中,两个光束 B1、B2 在不同的方向 R1、R2 上扫过板,并且在扫描的过程中测量每个透射光束的能量。典型地,每个光束 B1、B2 在板 1 的平面上是准直的。这种类型的实施方案在下文通常称之为“扫描光束实施方案”。准直光束 B1、B2 的扫描形成了光线片层。具体而言,每个光束 B1、B2 产生后通过输入扫描器安排 8 沿着板 1 的内耦合位点中的一组入口或内耦合点进行扫描。在所示的实例中,入口点位于板 1 的左上边缘。在板 1 的外耦合位点内很多外耦合点上的透射能量由输出扫描器安排 9 进行测量,该输出扫描器安排与输入扫描器安排 8 同步以便它在扫过板 1 时接收光束 B1、B2。在所示的实例中,外耦合点与入口点相对地位于板 1 的右下边缘上。

[0067] 每个输出扫描器安排 9 典型地包括一个光束扫描器以及一个光检测器(未示出)。同样,每个输入扫描器安排 8 典型地包括一个光发射器和一个光扫描器(未示出)。然而,可以想象,两个或更多的输入扫描器安排共用一个相同的光发射器,和/或两个或更多的输出扫描器安排共用一个相同的光传感器。还应当理解,多于两个的光束可以扫过平面。典型地,光束在板上平移,即它们在板的平面上具有基本不变的角度(扫描角)。尽管图 1C 并未示出,但专用的光组件与内耦合和外耦合位点相关联,以便分别地将输入扫描器安排 8 的入射光重新定向到所需的方向(“扫描角”)并将透射光重新定向到输出扫描器安排 9 上的公共聚焦区域/点上。在图 C1 的实例中,光束 B1、B2 基本上平行于板 1 的对应的边缘。然而,可以想象当光束 B1、B2 扫过板 1 时,它们的扫描角发生变化。在申请人的 PCT 公告 W02010/006882 和 W02010/006885 中进一步披露了所示的实施方案及其替代配置,这两个公告通过引用结合在此。

[0068] 在图 1C 实施方案的一种替代形式(未示出)中,每个输出扫描器安排 9 和重定向光组件由对应的延伸传感器来替代,延伸传感器沿着板边缘延展并光连接至板上。每个这种延伸传感器都受到控制以测量随时间变化的接收能量,同时光束沿着板上的内耦合位点进行扫描。因此,类似于图 1C 中的实施方案,利用板上的外耦合位点对很多外耦合点上的透射能量进行测量,其中外耦合点对应于延伸传感器的输出信号中的不同时间点。在一种变化形式中,保留重定向光组件,但每个输出扫描器安排 9 由静态辐射检测器来替代,该检测器设置在前述的公共区对焦区域/点中,与板边缘分隔开。在这种变化形式中,静态辐射检测器受到控制以测量随时间而变化的接收能量,同时光束沿着板上的内耦合位点进行扫描。在申请人的 PCT 公告 W02010/006884 和 W02010/006886 中进一步披露了这种替代形式和变化形式,这两个公告通过引用结合在此。

[0069] 在图 1C 实施方案的又一个替代方式中,省略了输出扫描器安排 9 并以回射器代替,这样光束 B1、B2 反射回对应的输入扫描器安排 8 中。因此,将输入扫描器安排 8 配置为既接收又扫描光束的收发器以测量透射能量。在申请人的 PCT 公告 W0 2009/048365 中进一步披露了这种替代形式,该公告通过引用结合在此。

[0070] 在以上所有的实施方案中,一个或多个传感器 3 的输出信号表示在板上延展的检测线总集上的测量能量,每条检测线在唯一一对内耦合和外耦合点之间延展并因此在板上具有唯一的方向和位置,这可以在板的俯视图中看到。在经过处理以用于触摸确定之前,输出信号可以聚合为一个空间透射信号以用于每个光线片层。空间透射信号因此表示板周边附近不同位置上的接收能量。空间透射信号可选择地由背景信号进行归一化以表示不同位置上的光的真实透射(或相当于衰减),这将在下文进一步示例。在以下描述中,空间透射

信号还称之为“投影”或“投影信号”。

[0071] 在本文披露的扇形光束实施方案中,为每一个发射器获取一个空间透射信号,其中空间透射信号基于系统中所有外耦合点上测量的并属于具体发射器的能量值的集合。在本文披露的扫描光束实施方案中,为每个光束扫描获取一个空间透射信号,其中空间透射信号基于在特定的光束沿着系统中外耦合点扫描时(典型地是在一个单一外耦合位点内)测量的能量值的集合。

[0072] 为了进一步示例此方面,图 1D 展示了从图 1C 的右端输出扫描器安排 9 获取的空间透射信号 S_1 ,或以上所讨论的它的替代形式的任何一种。图 1D 还示例性地展示了光束 B1 在扫过板 1 时它对应的检测线 $r_{1,1}, \dots, r_{1,N}$ 集合,其中检测线的密度是任意的并且依赖于例如输出扫描器安排 9 的采样率。空间透射信号 S_1 可以例如随时间变化而给出,这相当于沿着板 1 的右端边缘的位置。所示的透射信号 S_1 包含触摸物体(未示出)产生的信号分布曲线 $P_{1,1}$ 。通常,在下文中这种信号分布曲线 $P_{1,1}$ 还称为“触摸签名”。

[0073] 触摸确定

[0074] 图 2 是以上描述并讨论的对应于图 1 的一种示例方法的流程图,该方法基于触摸传感装置获取的输出信号来确定触摸。该方法的步骤将在以下简要解释,以便给出该方法以及独立步骤和/或步骤组合的某些优点的概述。

[0075] 该方法是迭代的;步骤 201 至 208 的每次迭代表示一个“感测实例”。这样,感测实例在步骤 201 开始,开始对传感器的输出信号进行采样,典型地是每个检测线的一个能量值,同时启动发射器。取决于实施方式,可以同时(至少部分地)或者顺序地启动多个发射器。

[0076] 然后,在步骤 202,如以上所述基于输出信号产生空间透射信号。

[0077] 接着在步骤 203,对空间透射信号进行处理以识别尖峰,即可能的触摸签名。处理结果是用于每个尖峰的一对极限点,其中这些极限点指示空间透射信号中尖峰的宽度和位置。由于空间透射信号与外耦合点相关联,该对极限点还映射到沿着触摸表面的边缘的一对外耦合点。

[0078] 在步骤 204,基于所识别的极限点,为每个空间透射信号产生一个多边形集合。该多边形集合表示触摸表面上的一个或多个触摸物体可能所在的路径,该路径由空间透射信号中的已识别尖峰来推断。多边形集合的产生利用了已知的系统参数,例如触摸板上的所有检测线的方向以及板的几何布局。基本上,多边形集合通过从外耦合点沿着它在触摸表面上的相关检测线来重新描绘每个极限点而产生,从而为每个尖峰限定了衰减路径。而且,一个或多个多边形可以加入到这个或这些衰减路径上以说明每个空间透射信号的“盲区”,即在触摸表面上未由到达相关外耦合位点的光照射到的任意区域。因此,在空间透射信号中,盲区中的触摸物体不会显示为触摸签名。

[0079] 接着,在步骤 205,通过合并多边形集合(典型地是采用逻辑与操作)来识别分析区域。考虑到步骤 202 产生的空间透射信号的集合中包含的信息,分析区域是一个或多个触摸物体可能所在的触摸表面上的区域。

[0080] 在步骤 206,基于空间透射信号来重构一个空间分布图,但仅在分析区域内进行(称为“局部重构”)。空间分布图表示触摸表面上的能量相关参数(例如能量、衰减或透射)的空间分布。总体来讲,空间分布图的重构是一种深加工操作,典型地涉及一个反向投

影算法、一个超定方程系统或者在空间透射信号或其导数上运算的一个统计模型中的一个或多个。通过将重构仅限制在分析区域,显著减少重构的计算时间和/或所需的处理能力是可能的。它还可以用于增加重构过程的计算稳定性,因为局部重构可以比完全重构更为超定。

[0081] 为了进一步展示步骤 205 对步骤 206 的影响,考虑了一种宽屏 (16 : 9) 格式的 40 英寸触摸板。这种触摸板的总面积约为 4400cm^2 。假设 10 个物体正在触碰该板,每个物体具有 1cm^2 的面积。在图 1C 的安排中,两个光束在板上相互垂直地扫描,分析区域的最大数目为 100,最大的总分析区域约为 100cm^2 。因此,通过在重构过程中仅考虑分析区域,将有待重构的面积减少了 44 倍。

[0082] 重构之后,在步骤 207 分析空间分布图以识别所有真实触摸点。接着,在步骤 208,为所识别的触摸点提取触摸数据并输出,然后该处理过程返回到步骤 201 以进行一次新的迭代。可以提取任意可利用的触摸数据,包括但不限于触摸点的 x, y 坐标、面积、形状和/或压力。

[0083] 将在以下更为详细地描述步骤 203 至 207 的实施方案。在以下描述中,假设空间透射信号代表透射光的衰减,归一化该衰减以降至 0 至 1 的范围中。然而,应当理解还可以将不同步骤用于空间透射信号的其他格式上,例如上述的能量值或归一化的能量值。

[0084] 尖峰检测和分析 (步骤 203)

[0085] 在一个实施方案中,对空间透射信号进行处理以检测衰减高于一个指定阈值的任意尖峰。该阈值可以是固定的并且被设置为任何适当的值,但是通常小于 0.25。在一个实例中,将该阈值设置在十分低的值上,例如大约 0.01 至 0.001,从而能够检测最微弱的触摸签名。通常,将阈值设置在高于空间透射信号的噪声等级上。为了提高尖峰检测步骤的灵敏度,在尖峰检测步骤之前,需要利用任意标准的滤波技术(例如低通滤波器、中值滤波器、傅立叶滤波器等)对空间透射信号进行预处理以降噪。

[0086] 如图 3A 所指出,尖峰检测步骤找到了信号 S_i 中那些衰减尖峰 $P_{i,j}$ 的强于阈值 q_t 的极限点 $b_{i,j,1}, b_{i,j,r}$ 。根据后续重构和识别步骤 206 至 207 的实施方式,尖峰检测步骤还可以计算尖峰 $P_{i,j}$ 的中心点 $c_{i,j}$ 、宽度 $w_{i,j}$ 以及总的(综合的)衰减(图 3A 中的阴影面积)。例如可以将中心点 $c_{i,j}$ 识别为尖峰的最大值或极限点 $b_{i,j,1}, b_{i,j,r}$ 之间的中点。

[0087] 为了提高尖峰检测步骤的精度,利用任意适合的插值算法通过内插来增加空间透射信号中的信号值的密度是可能的。这相当于增加与空间透射信号相关的外耦合点和检测线的空间密度。

[0088] 增加尖峰检测步骤的精度的一种方法是对每个尖峰拟合一个基函数或一组基函数,并确定拟合的基函数上的极限点。这个或这些基函数可以具有任意形状,例如高斯钟、柯西-洛伦茨分布、低通滤波顶帽函数等。

[0089] 还可以对尖峰检测步骤进行适配以用于识别图 3B 所示的触摸签名,该触摸签名是通过使不同触摸物体产生的尖峰相重叠而形成的,并且用于将重叠的尖峰分离开。这种分离可以通过为合并的尖峰拟合一组基函数(图 3B 中的虚线所示)并根据拟合的基函数来确定各个尖峰的极限点来实现。

[0090] 在一个示例尖峰检测步骤中,对每个空间透射信号通过以下步骤进行处理:

[0091] 1. 在空间透射信号的最左端开始。

[0092] 2. 从左至右,在空间透射信号 S_i 的信号值上进行迭代,并且找到衰减变得比阈值 q_t 更大以及又变得比阈值 q_t 更小的位置。将这些位置存储为尖峰 $P_{i,j}$ 的极限点 $b_{i,j,1}, b_{i,j,r}$ 。对于每一个尖峰 $P_{i,j}$,还存储尖峰是有界的或无界的信息,即是否极限点之一与空间透射信号 S_i 中活动区域(见下文)的端部相一致。

[0093] 3. 对每一个尖峰 $P_{i,j}$,对极限点 $b_{i,j,1}, b_{i,j,r}$ 进行处理以便有可能将它们稍微移离开尖峰 $P_{i,j}$ 。例如,只要信号值幅度下降,就可以将每个极限点尖峰移开。此步骤可用于确保微弱的触摸签名作为一个整体包含在内而不只是触摸签名的细长区域(具有高于阈值 q_t 的信号值)。然后将产生的极限点作为后续计算中的极限点。

[0094] 4. 对于所有的尖峰 $P_{i,j}$,有可能的是利用所添加的约束条件,采用任意适合的算法搜索极限点之间的局部最小值,该约束条件即局部最小值的深度必须高于预定的或预设的噪声等级。为每个尖峰存储与局部最小值 $b_{i,j,m}$ 相关的信息。

[0095] 5. 对具有一个或多个局部最小值的所有尖峰进行尖峰分离。利用上述基函数,所分离的尖峰的极限点可以通过使用局部最小值的位置作为极限点或通过任意适合的技术来确定。

[0096] 多边形集合的产生(步骤 204)

[0097] 为了解释和示例产生多边形集合的步骤,考虑了图 4A 中的扫描光束实施方案。这里,六条光束 B1 至 B6 扫过触摸表面,其中射出第一组光束 B1、B3、B4 以便从第一内耦合位点 10 向第一外耦合位点 11 传播,同时在第一主方向 R1 上进行扫描,并且射出第二组光束 B2、B5、B6 以便从第二内耦合位点 10 向第二外耦合位点 11 传播,同时在第二主方向 R2 上进行扫描第一和第二主方向 R1、R2 相互正交并且平行于板的边缘。第一组光束包括垂直于第一内耦合位点 10 的一个光束 B1 以及两个不垂直并且不平行的光束 B3、B4。第二组光束包括垂直于第二内耦合位点 10 的一个光束 B2 以及两个不垂直并且不平行的光束 B5、B6。

[0098] 图 4A 展示了每个光束的中心光线如何与触摸表面上的 4 个触摸物体 6 的外边界进行相互作用。

[0099] 图 4B 展示了光束 B5 的照明区域。由于光束 B5 不垂直于第一内耦合位点,光束 B5 只会在触摸板的一个子集上扫描,因而无法(或基本无法)照明某些部分“盲区”。箭头 IN5 展示了光束 B5 扫描的第一内耦合位点的范围,而箭头 OUT5 展示了光束 B5 扫描的第一外耦合位点的范围。箭头 OUT5 还指示了光束 B5 的空间透射信号的作用区域,该作用区域被映射到第一外耦合位点。

[0100] 图 5A 示出了为光束 B5 获取的空间透射信号 S_5 的实例以及触摸板的俯视图。而且,在信号 S_5 中对应于尖峰 $P_{5,1}, P_{5,2}$ 的衰减路径 $A_{5,1}, A_{5,2}$ 以阴影区域表示。类似的,与信号 S_5 相关联的盲区 $D_{5,1}, D_{5,2}$ 也表示为阴影区域。

[0101] 图 5B 示出了为光束 B5 获取的具有尖峰 $P_{5,1}, P_{5,2}$ 的空间透射信号 S_5 的另一个实例以及相应的衰减路径 $A_{5,1}, A_{5,2}$ 和盲区 $D_{5,1}, D_{5,2}$ 。应当注意,尖峰 $P_{5,1}$ 是无界的并且它的衰减路径 $A_{5,1}$ 至少部分地与盲区 $D_{5,1}$ 重叠。

[0102] 产生多边形集合的步骤包括产生表示在触摸板上触摸物体可能所在的所有区域的多边形。盲区包括在多边形集合中,因为空间透射信号不包含与这些区域有关的信息。

[0103] 因此,图 5A 和 5B 中的阴影区域 $A_{5,1}, A_{5,2}, D_{5,1}, D_{5,2}$ 还表示对应信号 S_5 的多边形集合。应当注意,图 5B 中的盲区 $D_{5,1}$ 和无界尖峰 $P_{5,1}$ 的衰减路径 $A_{5,1}$ 可由多个分离的多边形

或由一个单一组合多边形来表示。

[0104] 返回到图 4A 的扫描光束实施方案和触摸物体集合,为光束 B1 至 B6 产生的结果多边形集合 A_1 至 A_6 示于图 6A 至 6C 中。在图 6 以及后续的图例中,实线表示衰减路径的边缘,而虚线表示盲区的极限。

[0105] 因此,步骤 204 得到了为每个空间透射信号而生成的一个多边形集合,其中多边形集合 A_i 是为空间透射信号 S_i 产生的所有多边形 $A_{i,p}$ 的并集:

$$[0106] \quad A_i = \bigcup_p A_{i,p}$$

[0107] 分析区域的确定 (步骤 205)

[0108] 确定分析区域的步骤包括估计或计算为不同的空间透射信号 S_i 产生的多边形集合 A_i 的总交集 A_{total} :

$$[0109] \quad A_{total} = \bigcap_i A_i$$

[0110] 两个多边形集合的交集可以在触摸板的坐标系中通过两个多边形集合中多边形的逐对匹配来计算。如熟练技术人员众所周知的是,交集的计算对应于执行逻辑与运算。

[0111] 现有技术中存在很多有效的算法用于计算多边形尤其是凸多边形的交集。一个实例是在 Joseph O'Rourke 的著作“C 中的计算几何学 (Computational Geometry in C)” (第二版) 第 7.6 章节中提出的一种线性时间算法。该著作还描述了用于多边形交集的各种其他检测和算法。可替代地或额外地,交集的计算可以使用例如 Christer Ericson 的著作“实时冲突检测 (Real Time Collision Detection)” 的第 5 章 (第 156-160 页) 中描述的分层轴定理 (SAT)。而且,有利的是使用同一著作中第 6 至 9 章描述的分层几何结构以避免需要测试每个多边形对。

[0112] 应当注意,如果一个多边形完全位于另一个多边形内部,这两个多边形的交集将设置为等于较小的多边形。

[0113] 图 6 进一步展示了使多边形集合相交的过程。如上所述, A_1 至 A_6 表示为不同的空间透射信号 S_1 至 S_6 产生的多边形集合。在图 6A 中的实例中,多边形集合 A_5 和 A_3 相交以产生多边形交集 A_{3+5} 。遍及这些附图,在一个多边形交集中包含的多个多边形是以多个暗区来代表。在图 6B 的实例中,多边形集合 A_6 和 A_4 相交以产生多边形交集 A_{4+6} 。在图 6C 的实例中,多边形交集 A_{3+5} 与多边形集合 A_2 相交以产生多边形交集 A_{2+3+5} ,并且多边形交集 A_{4+6} 与多边形集合 A_1 相交以产生多边形交集 A_{1+4+6} ,在此基础上多边形交集 A_{2+3+5} 和 A_{1+4+6} 相交以产生最终的交集 A_{total} 。最终的交集 A_{total} 识别触摸物体可能所在的分析区域。显然,相比于触摸表面的总面积,可能包含触摸物体的总面积已经显著减少了。

[0114] 在此具体实例中,可以看出所产生的分析区域基本上与触摸物体 (参见图 4A) 相一致,所以直接从最终的交集 A_{total} 识别触摸点而无需应用重构步骤 (图 2 的 206) 是可能的。因此,有可能省略重构的步骤,尤其是当有待识别的可能触摸点的数目相比于板内部产生的光线片层的数目较小时。

[0115] 可以看出合并 (相交) 多边形集合的顺序对最终的结果并不重要;从不同多边形集合来合并多边形的任何方式都可以使用。然而,通过利用与每个多边形集合的检测线的倾斜角相关的信息可以减少相交操作的数目。

[0116] 返回到图 4A 的实例,分别地使多边形集合群组相交可能是有利的,该群组与在一

个相同的主方向 R1、R2 上扫描的一个光束相关联。而且,对于这类群组中的第一交集而言,包含与垂直的光束 B1、B2 相关联的多边形集合可能是有利的,因为这易于去除触摸动作并未出现在其上的所有盲区多边形。在图 7 中示出了相交处理的这种实施方案,其中多边形集合 A_2 、 A_5 和 A_6 (对应于图 4A 中的扫描方向 R2) 在一个第一群组中相交,而多边形集合 A_1 、 A_4 和 A_3 (对应于图 4A 中的扫描方向 R1) 在一个第二群组中相交。在第一群组中,多边形集合 A_2 (由垂直的光束 B2 产生) 首先与多边形集合 A_5 相交,以产生多边形交集 A_{2+5} ,然后多边形集合 A_2 与多边形集合 A_6 相交,以产生多边形交集 A_{2+5+6} 。在第二群组中,多边形集合 A_1 (由垂直的光束 B1 产生) 首先与多边形集合 A_4 相交,以产生多边形交集 A_{1+4} ,接着集合 A_{1+4} 与多边形集合 A_3 相交,以产生多边形交集 A_{1+4+3} 。然后,多边形交集 A_{2+5+6} 和 A_{1+4+3} 相交以产生最终的交集 A_{total} 。通过比较图 6 与图 7,可以看到通过优化使多边形集合相交的顺序可显著地减少多边形交集集中的多边形数目。

[0117] 应当理解,还可以在扇形光束实施方案中实现多边形集合的产生和相交的上述过程。图 8A 展示了这种扇形光束实施方案的一个实例,其中 6 个发射器 e1 至 e6 位于触摸板边缘附近的各个内耦合位点上,来自每个发射器 e1 至 e6 的透射能量由位于外耦合位点上的多个传感器(未示出,它们围绕触摸板的整个边缘延伸)来测量。这样,每个发射器 e1 至 e6 产生射入板的一束光,以在板平面上形成背离发射器而展开的一个对应的光线片层。图 8A 展示了多个光束,这些光束与触摸表面上的 4 个触摸物体 6 的外边界相互作用。

[0118] 图 8B 展示了多边形集合 A_1 至 A_6 ,这些多边形集合是基于为对应的发射器 e1 至 e6 的光线片层获取的空间透射信号而产生的。每个多边形集合 A_1 至 A_6 包括多条衰减路径(与相应的空间透射信号(未示出)中的尖峰相对应)以及与空间透射信号相关联的多个盲区。这些盲区基本上由对应的发射器的光束角给出。在图 8B 的左手侧,实线表示衰减路径的边界,而虚线表示盲区的边界。在图 8B 的右手侧,多边形集合 A_1 至 A_6 中的多边形由暗区来表示。

[0119] 图 9 展示了图 8B 中使多边形集合 A_1 至 A_6 相交的结果。以此方式,多边形集合 A_1 和 A_4 相交产生多边形交集 A_{1+4} ,多边形集合 A_3 和 A_6 相交产生多边形交集 A_{3+6} ,多边形集合 A_2 和 A_5 相交产生多边形交集 A_{2+5} 。接着,多边形交集 A_{1+4} 和 A_{3+6} 相交产生多边形交集 $A_{1+4+3+6}$,多边形交集 $A_{1+4+3+6}$ 与多边形交集 A_{2+5} 相交产生最终的交集 A_{total} 。

[0120] 最终的交集 A_{total} 表示可能包含触摸物体的总区域。图 9 表示该区域由触摸表面的一个较小部分构成。通过比较图 8A 与图 9 中的 A_{total} ,可以看出在这种具体实例中,相交步骤产生了不对应于正确的(真实的)触摸点的某些分析区域。可以在后续的重构和触摸识别步骤(图 2 的步骤 206 至 207)中移除这些分析区域。对于给定数目的真实触摸点,通过增加照射板的光线片层的数目,可以减少分析区域的数目。

[0121] 应当理解,存在很多用于产生多边形并使其相交步骤的替代形式。

[0122] 例如,产生和相交步骤可以相互交叉而不是顺序执行。在一个这类实施方案中,所指的“中心线相交”,对空间透射信号成对地进行处理,其中合并来自每一对的尖峰数据以产生对应的多边形集合。这种尖峰数据可以是每个尖峰的中心点 $c_{i,j}$ 以及宽度 $w_{i,j}$ (参见图 3A)。然后如上所述使得到的多边形集合相交,以产生一个最终交集。中心线相交技术进一步在图 10 中示例。在图 10A 中,基于在空间透射信号 S_5 中识别的尖峰的中心点,并利用检测线从板底部上的外耦合位点进行延伸的相关知识,在触摸板上重新描绘三个中心

线（实线）。而且，盲区包括在图 10A 的中心线表示中。在图 10B 中，基于在空间透射信号 S_4 中识别的尖峰的中心点，在触摸板上重新描绘三个中心线（实线）。应当注意，这些物体中的两个基本上与检测线在同一条线上并且在峰尖峰识别步骤中没有彼此分离。因此，从图 10B 中的最高尖峰的中心点重新描绘一个单一中心线。图 10C 展示了将图 10A 和 10B 中的中心线表示相交的结果。在图 10D 中，多边形已经在中心线的每个交叉处周围产生，方法是将对应的尖峰的宽度重新描绘到交叉点。而且，多边形同样在盲区产生。因此，正如以上相对于图 6 至 9 所述的，图 10D 中的多边形集合 A_{4+5} 基本上对应于一个多边形交集。图 10E 和 10F 展示了多边形集合 A_{1+2} 和 A_{3+6} ，它们是分别基于空间信号 S_1, S_2 和 S_3, S_6 而产生。然后，如以上相对图 6 至 9 所述的图 10D 至 10F 中的多边形集合 A_{4+5}, A_{1+2} 和 A_{3+6} 相交产生图 10G 中所示的最终交集 A_{total} 。当对空间透射信号进行组对以产生初始的多边形集合（参见图 10D 至 10F）时，中心线相交技术可以受益于将检测线之间的正交性最大化。这可以使得交叉点的位置不易受到空间透射信号中的噪声的干扰。

[0123] 在另一种变化形式中，省略了多边形生成步骤（步骤 204）。取而代之的是，修改步骤 205 以便基于触摸表面的图 / 图像来获取分析区域，其中该图被分为多个分辨率单元或像素。对于图中的每个像素，在沿着相关检测线来匹配各个空间透射信号时，检查像素是否落在尖峰之内。如果对于所有检测线而言该像素都落在尖峰内，则认为该像素是分析区域的一部分。应当认识到，该算法需要计算与每个像素相关联的检测线的数目（如果像素位于一个或多个盲区之内，该数目更低）。

[0124] 另一个变化形式是基于使用上述的多边形集合（在步骤 204 中产生），其中修改步骤 205 以采用逻辑与运算来合并所有多边形集合中的相应的像素，通过这种方式，只要所有合并的像素都属于一个衰减路径或盲区，就认为合并的像素是分析区域的一部分。

[0125] 涉及逐像素分析的后续技术可能比多边形相交技术和中心线相交技术需要更多的计算，以实现给定的空间分辨率。

[0126] 应当理解，中心线相交和逐像素分析技术还可以用于对扇形光束实施方案中获取的空间透射信号进行处理。

[0127] 在所有涉及多边形交集的实施方案中，在缺乏分析区域的情况下实现提前终止的机制是可能的。具体而言，由于多边形交集由逻辑与运算产生，如果发现任意多边形交集（ A_{3+5}, A_{4+6} 等）是空集，即不是多边形，可以得出最终的交集 A_{total} 点也将是空集的结论。因此，无论何时发现多边形交集中的任意一个是空集，该过程可以直接跳到步骤 208 以输出一个空坐标系，然后准备一次新的迭代（见图 2）这种提前终止机制还可以为空集来检查某些多边形集合并且如果发现了一个空集就终止。这可以应用于没有盲区的任何多边形集合，例如图 6C 中的多边形集合 A_1 和 A_2 。如果这些多边形集合中任意一个为空集，那么最终的交集 A_{total} 也会是空集。这与无论何时尖峰检测步骤（图 2 中的步骤 203）无法识别为垂直光束 B1、B2（图 4A）获取的空间透射信号 S_1, S_2 的至少一个中的任何尖峰时就终止是等同的。在一个实施方案中，将步骤 203 配置为使得在其他空间透射信号之前处理这些空间透射信号 S_1, S_2 ，并且在它无法找到 S_1 或 S_2 中的尖峰时就终止。

[0128] 局部重构（步骤 206）

[0129] 在重构步骤中，对分析区域进行处理以识别触摸点的存在。重构步骤典型地包括产生空间分布图，空间分布图表示能量 / 衰减 / 透射率值在分析区域内的空间分布。这种

空间分布图可以通过适配任意现有的图像重构技术（该技术可用于重构整个触摸表面上的空间分布图）来产生，以便只在分析区域内局部地生成空间分布图。

[0130] 在一个实例中，例如可以适配像滤波反投影这样的标准层析成像方法以用于分析区域内的局部重构。层析成像重构的理论在本领域中众所周知。在教科书中也已透彻地描述，例如 Frank Natterer 和 Frank Wübbeling 的“图像重构中的数学方法 (Mathematical Methods in Image Reconstruction)”，以及 Kak 和 Slaney 的“计算机层析成像的原理 (Principles of Computerized Tomographic Imaging)”。

[0131] 为了透彻地描述滤波反投影算法以及以平行检测线（在扫描光束实施方案中获取）进行设置和以发散检测线（在扇形光束实施方案中获取）进行设置之间的实现方式的差异，我们参考以上提供的教科书。这里，我们将给出该算法中主要步骤的粗略概述，并说明我们可以怎样受益于分析区域的使用。

[0132] 滤波反投影算法通常在所谓的投影上进行运算，投影可以对应于上述的空间透射信号，这些信号典型地（但并非一定）转换为透射或对数透射（参见下文）。正如应用于整个触摸表面的重构，该算法对每个投影进行操作于：

[0133] 1. 将适合的滤波器用于投影。可在文献中找到适合的滤波器，但可是例如 Ram-Lak 或 Shepp-Logan。滤波器可用在傅立叶平面或用在空间域中。

[0134] 2. 对于空间分布图中的每一个点 / 像素，利用所有滤波后的投影来计算重构后的信号值以作为像素的相互作用的总和；这就是反投影处理。

[0135] 在图 11A 的三维图中给出了基于一组空间透射信号通过这种完全重构产生的空间分布图的一个实例，该图在触摸板的 XY 坐标系中示出了重构后的衰减值。

[0136] 为了适配该反投影算法用于局部重构，可以修改以上的步骤 2 以便不计算反投影处理过程中整个触摸表面平面内的像素总和，而仅仅计算分析区域内的像素的总和。图 11B 展示了基于该组空间透射信号（用于产生图 11A 的完全重构）通过多边形生成和相交（步骤 204 至 205）来计算的最终交集 A_{total} 。正如所示，最终的交集产生了五个分析区域。图 11C 展示了这些分析区域内的局部重构的结果。通过比较图 11A 和图 11C，可以看出局部重构在触摸板的多个相关部分产生了与完全重构相同的结果。还可以看出，通过选择合适的局部重构算法，降低噪声等级是可能的。在滤波反投影中，例如在重构之前基于分析区域，通过将除相关尖峰之外的衰减设置为 0（或等同地，将透射率设置为 1），可以对投影信号（即空间透射信号）进行预处理以降低噪声这种预处理可以在使用上述滤波器（例如 Ram-Lak 或 Shepp-Logan）之前完成。而且，局部重构处理可以比完全重构更为超定，因为将重构限制于分析区域时消去了很多未知数。熟练技术人员认识到，通过合理地设计重构过程以利用增加的信息来进一步降噪是可能的。

[0137] 应当强调的是，触摸确定过程中的处理需求主要由步骤 2 产生，即实际的重构。对于大部分层析成像重构技术，处理随着投影的数目以及重构图像（即空间分布图）中的点（像素）的数目而变化。可以在以上概述的算法中找到其基本原理。对于空间分布图中的每个点，我们应当添加来自所有投影的反投影值。当我们将重构限制于分析区域时，我们减少了我们重构的空间分布图中的点的数目。针对图 2 进行说明，本发明的实施方案对于 40 英寸触摸板上的十次触碰能够减少大约 44 倍的重构处理。如果在同一个触摸板上出现四次触碰，处理量大约可以减少约 275 倍，而如果在该板上只出现两次触碰，处理量大约可以

减少约 1100 倍。

[0138] 应当强调的是,局部重构不限于使用滤波反投影算法。实际上可以使用任何现有的图像重构技术,包括但不限于 CT(计算机断层扫描)、ART(代数重构技术)、SIRT(联合迭代重建层析成像技术)、SART(代数重构技术)、直接 2D FFT(二维快速傅立叶变换)重构、或统计重构方法,例如贝叶斯反演。在申请人于 2009 年 10 月 19 日提交的第 61/172,667 号美国临时专利申请以及于 2010 年 5 月 3 日提交的第 61/282,973 号中进一步披露了用于图像重构技术的实施方案,这些申请通过引用结合在此。

[0139] 局部重构的总体优点在于在后续的触摸识别步骤 207 中,使分析区域中对真实的和假的触摸点的区分成为可能。因此,如果在步骤 203 中没有识别或分开任何完全或部分重叠的尖峰,在步骤 205 中这些尖峰将产生多个分析区域,在步骤 206 的重构之后,在步骤 207 中处理这些区域以识别真实的触摸点。

[0140] 触摸识别和数据提取(步骤 207 至 208)

[0141] 在局部重构步骤 206 完成后,可以使用任意已知的技术来分离空间分布图内的真实(实际)触摸点。例如,可以使用普通的团块检测和跟踪技术来找到实际的触摸点。但是应当认识到,前述的局部重构步骤降低了提取触摸点所需的处理量。

[0142] 在一个实施方案中,首先将一个阈值用于空间分布图上以去除噪声。可以对高于该阈值的区域进行进一步待处理以便通过对区域中的信号值进行拟合(例如二维高斯钟形状),或通过找到该区域内信号值的加权惯性椭圆来找到中心和形状。还存在很多本领域已知的其他技术,包括但不限于拟合二维二阶多项式、K 均值聚类、高斯调和量算子(LoG)以及分水岭算法。

[0143] 可以对空间分布图进行处理以提取任意类型的触摸数据。这种触摸数据可以包括每个触摸物体在触摸表面的坐标系内的坐标。其他类型的触摸数据包括每个触摸物体的区域和/或形状。由于面积是所施加的压力的函数,至少对于灵活的物体(例如指尖),还可以为每个触摸物体估计物体和触摸表面之间的触摸压力。

[0144] 仍进一步地,步骤 208 可以为某些物体限制输出触摸数据,例如基于它们的面积和/或形状。例如,对于手掌,不需要输出触摸数据,而应该输出指尖的触摸数据。

[0145] 在又一个实施方案中,将空间分布图中检测的任意触摸点与前述迭代(参见图 2 中的迭代)中检测的触摸进行匹配。对于很多应用,知道一个触摸点是触摸点时间序列的一部分是有利的。这可以例如帮助辨认触摸表面上的触摸姿态等。

[0146] 如以上所述,可以省去局部重构步骤 206,并且触摸识别步骤 207 可以直接在步骤 205 中识别的分析区域上操作。当可能的触摸点的数目受到限制并且小于板中相交光线片层的数目时,这种变化是尤其合理的。例如,可以基于分析区域的形状和/尺寸在分析区域中将真实触摸点与假触摸点区分开,前提是触摸物体的形状和/或面积是已知的或可预测的。

[0147] 图 12A 展示了在如本文所述的这种用于触摸传感装置中的触摸确定方法的一个实施方案。该方法包括获取一个或多个投影信号,每个信号表示光在触摸传感装置的一个外耦合位点中空间分布(步骤 1200),并对该投影信号进行处理以识别所有的信号分布曲线(步骤 1202),这些信号分布曲线表示由一个或多个触摸物体所产生的衰减。该方法进一步包括为每个信号分布曲线确定触摸表面上的衰减路径(步骤 1204),并且根据一组由此

确定的衰减路径来识别触摸表面上的一个或多个候选触摸区域,其中每个候选触摸区域是触摸表面的一个子集(步骤1206)。通过基于候选触摸区域为每个触摸物体确定触摸数据来结束该方法(步骤1208)。

[0148] 图12B展示了在如本文所述的一种用于触摸传感装置中的触摸确定的方法的实施方案。图12B中的方法包括获取一个或多个投影信号(步骤1200),并在这个或这些投影信号中识别多个信号分布曲线(步骤1202)。该方法进一步包括根据这些信号分布曲线识别触摸表面上的一个或多个候选触摸区域(步骤1206),并对这个或这些投影信号进行处理以重构信号值在该候选触摸区域内的二维分布(步骤1207)。通过基于候选触摸区域为每个触摸物体确定触摸数据来结束该方法(步骤1208)。

[0149] 触摸确定过程典型地通过一个数据处理装置(参见图1A中的7)来执行,连接该装置以接收触摸传感装置中的这个或这些光传感器的一个或多个输出信号。图13A示出了这种数据处理装置7的实例,该装置用于执行图12B的处理。在所示的实例中,装置7包括获取一个或多个投影信号的一个元件(或装置)1300,以及对投影信号进行处理以便识别所有信号分布曲线(表示由一个或多个触摸物体产生的衰减)的一个元件(或装置)1302。还提供了一个元件(或装置)1304,用于基于信号分布曲线识别触摸表面上的一个或多个候选触摸区域,并且提供可一个元件(或装置)1306,用于对投影信号进行处理以重构信号值在候选触摸区域内的二维分布。装置7进一步包括一个元件(或装置)1308,该元件用于根据这些候选触摸区域为每个触摸物体确定触摸数据。

[0150] 装置7可以由运行在一个或多个通用的或专用的计算装置上的专用软件(或固件)来实现。在本文的语境中,应当理解这种计算装置的每一个“元件”或“装置”是指一个方法步骤的概念等效物;在元件/装置和具体的硬件或软件程序体之间不总是一一对应。一个硬件有时包括不同的装置/元件。例如,处理单元在执行一条指令时用作一个元件/装置,但在执行另一条指令时用作另一个元件/装置。另外,在一些情况中一个元件/装置可以由一条指令来实现,但在一些其他情况中由多条指令来实现。如图13B所指出,这种软件控制的计算装置7可以包括一个或多个处理单元1320,例如CPU(“中央处理单元”)、DSP(“数字信号处理器”)、ASIC(“专用集成电路”)、分立的模拟和/数字组件、或一些其他可编程逻辑装置,例如FPGA(“现场可编程门阵列”)。计算装置7可以进一步包括一个系统存储器1322和一个系统总线1324,该系统总线将包括系统存储器1322的各种系统组件连接至处理器单元1320上。系统总线1324可以是若干类型总线结构中的任意一种,包括存储器总线或存储控制器、外围总线以及使用各种总线架构中任意一种的本地总线。系统存储器1322可以包括易失和/或非易失存储器形式的计算机存储媒质,例如只读存储器(ROM)、随机存储器(RAM)以及闪存。专用软件可以存储在系统存储器中,或存储在其他可移除/不可移除的易失和/或非易失计算机存储媒质上,该存储媒质包含在计算装置中或可接入该计算装置,例如磁媒质、光媒质、闪存卡、数字磁带、固态RAM、固态ROM等。计算装置7可以包括一个或多个通信接口1326,例如串行接口、并行接口、USB接口、无线接口、网络适配器等,以及一个或多个数据获取装置1328,例如A/D转换器。该专用软件可以在任意适合的计算机可读媒质上提供给计算装置,包括记录媒质、只读存储器或电载波信号。

[0151] 在所有以上实施方案中,发射器可以在任意适合的波长范围内运行,例如在红外或可见波长范围内。所有的光线片层可以利用相同的波长来产生。可替代地,不同的光线

片层可以利用不同波长范围中的光来产生,以允许基于波长的多个光线片层之间的差异。而且,发射器可以输出连续或脉冲辐射。仍进一步地,多个发射器可以并行地或顺序地启动。能够在所希望的波长范围内发光的任意类型的发射器可以用于例如二极管激光器、VCSEL(垂直腔面发射激光器)、或LED(发光二极管)、白炽灯、卤素灯等。

[0152] 可以通过能够将光转换为电信号的任意类型的光传感器来测量透射能量。应当注意,在本说明书的语境中,“光传感器”表示一种零维光检测器。因此,光传感器3(图1B)可以是一个单一的光感测元件,例如光检测器,或CCD或CMOS检测器上的一个像素。可替代地,光传感器3可以由光感测元件群组来形成,通过对硬件或软件中独立元件的输出进行集总/平均来组合这些光感测元件以进行零维光检测。

[0153] 透光板1可以由在相关波长范围中透射足够光量的任意材料制成,以允许合理测量透射能量。这种材料包括玻璃、聚乙烯(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)以及聚碳酸脂(PC)。板1可以由一种单一材料制成,或者可以由多层不同材料形成。触摸表面中的内反射可以通过全内反射(TIR)产生,是板材料和周围媒质(典型地是空气)之间的折射率差异的结果。在相对边缘表面中的反射可以由TIR或由涂覆到相对界面的反射涂层来产生。

[0154] 输出信号的归一化

[0155] 如上所提到的,空间透射信号可以通过与背景信号的归一化而获取。背景信号典型地表示没有物体触碰板时的透射能量,因此表示光在对应的外耦合位点处的空间分布。对每个检测器/外耦合位点或每个输出信号而言,背景信号可以是或可以不是唯一的。可以对背景信号进行预设,在一个单独的校准步骤中获取,或者在一个或多个先前迭代过程中可能通过对一组这类输出信号进行平均处理而获取的输出信号(没有任何物体触碰板)中推导。

[0156] 为了进一步示例空间透射信号的这类计算,图14A展示了在一个单一物体触碰板时获取的非归一化空间透射信号 S_1 ,该信号以透射能量随内耦合位点中位置而变化的图示给出。图14B示出了一个对应的背景信号REF,该信号也以透射能量随内耦合位点中位置而变化的图示给出。在此示例中,辐射的分布在外耦合位点内高度不均匀。图14C示出了得到的归一化空间透射信号结果 $T_1 = S_1/\text{REF}$,这在大约为1的(相对)透射率上产生了基本均匀的信号等级,尖峰 $P_{1,1}$ 由触摸物体产生。应当理解,转化为归一化的空间透射信号可以显著地帮助相关尖峰的确定。这也使得比较不同外耦合位点上和/或为不同光束而获取的信号中的多个尖峰成为可能。在一种变化形式中,对空间透射信号进行转换以表示衰减而非透射,以 $1-T_1$ 给出。

[0157] 如上所提,如果在同一个检测线上存在多于两个的触摸点,总的透射信号是这些触摸点的单个透射率的乘积。假如光束的剩余部分抵达外耦合位点(和传感器),这对任何检测线上的任意数目物体情况是适用的。因此,通过在归一化的空间透射信号上进行操作,将空间透射信号中单个触摸物体对尖峰的作用相分离是可能的。

[0158] 熟练技术人员认识到,触摸确定可以通过在对数上进行运算(在任何基上)得以简化,因为沿检测线的总透射率的对数等于该测量线上触摸点的单个透射率对数的总和。进而,通过对数上进行运算,归一化可以通过减法运算而不是除法操作来执行: $\log(T_1) = \log(S_1) - \log(\text{REF})$ 。然而,不需要使用对数。

[0159] 散射的使用

[0160] 本申请人已经认识到,通过设计触摸确定处理以考虑光散射的影响可以改善触摸确定。

[0161] 在触摸表面 4 上,光散射可由漫反射表面结构产生,也称为遮光结构 (AG)。AG 结构可用于减少由触摸表面上的外部照射产生的眩光。而且,当触摸物体是裸指时,触摸表面和手指之间的触摸一般会在触摸表面上留下指纹。在一个理想的平坦表面上,这样的指纹是清晰可见的,并且通常是不需要的。通过将 AG 结构加到触摸表面,可以降低指纹可见度。而且,当使用 AG 结构时,减少了手指和触摸表面之间的摩擦,这可以增强用户体验。AG 结构以光泽度单位 (GU) 规定,其中低 GU 值产生较小的眩光。

[0162] 当光通过内反射在一个透光板 (该板在其一个或两个边界面上具有 AG 结构) 中传播时,碰到这种散射界面的每一次内反射会使得光从光束的主方向偏离并且还可以使辐射通过该界面逃逸。

[0163] 光散射可以具有其它原因,例如其他类型的涂层、透光板上的层面或表面结构、板中或相关光组件中的缺陷或瑕疵、板的边界面上的杂质 (指纹,灰尘,等)、触摸传感装置内的衍射效应等。

[0164] 不论起因如何,本申请人已经发现,当光束从其入口点在板上传播时,光散射通常会导致光束在板的平面上扩展。这种扩展使得空间透射信号中触摸签名的形状依赖于触摸物体在触摸板上的位置,尤其是触摸物体和相关内耦合 / 入口点之间的距离。图 15A 展示了触摸物体产生的触摸签名的宽度和 (触摸物体和入口点之间的) 距离之间示例相关性。触摸物体的实际宽度是 W_n 。当触摸物体靠近入口点处时,检测到的触摸签名会比较清晰且其宽度与实际宽度相似。当触摸物体背离入口点移动时,检测到的触摸签名会逐渐扩展。当接近外耦合点时,触摸签名的宽度会再次变得稍微小些。应当理解,宽度和触摸位置之间的实际函数相关性主要依赖于触摸传感装置的实际光学设计,而图 15A 仅作为一个示例而给出。

[0165] 图 15A 中,可以看出位于入口和外耦合点之间中央处的小触摸物体会产生与更接近于入口点的较大触摸物体一样的触摸签名宽度。基于图 15A 中的数据,根据触摸物体和入口点之间的距离,确定产生一定触摸签名宽度的触摸物体的实际宽度是可能的。这种类型的函数相关是指下文的散射函数。图 15B 是用于确定图 15A 中数据的散射函数的示意图。因此,图 15B 展示了不同位置上真实的物体宽度,这些不同位置在空间透射信号中产生相同的触摸签名宽度。如以下将要进一步解释的,这种散射函数可用于改善触摸确定过程。

[0166] 将会针对图 1C 的扫描光束实施方案对散射函数的起因进一步作出解释。为了理解一个具体触摸传感装置的性能,有必要分析其光学设计。来自入口点的一组发散射线的形状依赖于许多因素,例如,板厚度、边界面上的内入射角、AG 结构等。除了该组发散的射线,所产生的触摸签名依赖许多其它因素,例如检测器表面面积、检测器数值孔径、入射光的截面等。当光束平行于板边缘扫描时,检测器特有参数典型地对靠近外耦合点的触摸位置的触摸签名具有更大的影响。相反,发射器特有参数主要影响靠近入口点的触摸位置的触摸签名。

[0167] 如上所解释,一束透过板的光由光散射现象而变宽。图 16A 是板 1 的俯视图,其中光束 B1 在入口侧射入并向外耦合侧传播。在外耦合侧,光束 B1 的能量在一个封闭区域内 (以 3' 表示,并且下文中表示“接收区域”) 被感测。接收区 3' 的长度依赖光传感器安排

(例如如图 1C 中输出扫描器安排 9) 的数值孔径,即光传感器安排可接收光的角度范围。

[0168] 如图 16A 所示,当光束 B1 通过板传播时它会发散。因为接收区域 3' 长度有限,它只会接收到达外耦合侧的发散光束 B1 的中间部分。图 16B 示出了到达接收区域 3' 的外部射线。

[0169] 图 16C 展示了当物体 6 触碰靠近入口侧(本实例中是左侧)的板 1 时的情况。为简单起见,我们可以考虑相对于光束 B1 移动的触摸物体 6,但是结论同样适用于静态触摸物体和移动的光束(如在扫描光束实施方案中)。图 16C 左手侧示出了触摸物体 6 的 4 个不同位置。显然,触摸物体 6 在一个短距离上与光束 B1 相互作用。图 16C 还示出了触摸物体 6 与光束 B1 的大部分相互作用。因此,所得的触摸签名会变窄(窄宽度)并且变强(低透射率)。

[0170] 图 16D 展示了物体 6 触碰距离入口侧更远的板 1 的情况。显然,触摸物体 6 在一个更长的距离上与光束 B1 相互作用。还可以看到,触摸物体 6 与光束 B1 的较小部分交互作用。因此,所得的触摸签名会更宽并且更弱。

[0171] 在图 16 的实例中,对于图 16D 中触摸物体 6 的右侧位置,触摸签名宽度将会略有减少。这种签名行为也在图 15A 的示意图中示出。应该指出的是,这种签名宽度的减少只在接收区域 3' 的长度小于外耦合位点上散射光束的宽度时发生(例如,如图 16A 所示)。例如,在上述的一个单一延伸传感器排列在外耦合侧而非输出扫描器安排上的变化形式中,是不可能观察到触摸签名宽度的减少。

[0172] 在上文中,触摸签名的宽度和高度随触摸物体位置而改变是由于光散射效果而产生。在下文中,现在解释如何利用所得的散射函数来改善触摸确定。出于解释的原因,散射效果在以下披露所附的图示中稍微放大。

[0173] 图 17A 至 17B 展示了一个扫描光束实施方案,其中 3 个准直的非平行光束在板上扫描(平移),产生了 3 个空间透射信号。

[0174] 图 17A 展示了 3 个光束 B1 至 B3 以及所得的空间透射信号 S_1 至 S_3 。平行于板 1 上下边缘的第一光束 B1 在从底部到顶部(反之亦然)扫描的同时从左侧射入并在板 1 右侧进行检测。得到的空间透射信号 S_1 显示在板 1 右侧。不平行于板 1 边缘且具有扫描角的第二光束 B2 在从左至右(反之亦然)扫描的同时在顶部射入且在底部进行检测。所得的空间透射信号 S_2 显示在底部。平行于板 1 左右边缘第三光束 B3 在从左到右(反之亦然)扫描的同时从底部射入并在顶部进行检测。所得的空间透射信号 S_3 显示在顶部。每个空间透射信号 S_1 至 S_3 包含由触摸物体 6 产生的对应的的触摸签名 $P_{1,1}$, $P_{2,1}$, $P_{3,1}$ 。

[0175] 图 17B 展示了由光束 B1 至 B3 产生的空间透射信号 S_1 至 S_3 中触摸签名 $P_{1,1}$, $P_{2,1}$, $P_{3,1}$ 的衰减路径,这些触摸签名是通过将散射函数应用于每个触摸签名 $P_{1,1}$, $P_{2,1}$, $P_{3,1}$ 的宽度上而获取的。通过理论计算或通过测量,可以为扫描光束实施方案来确定该散射函数。因此,每个衰减路径由两条散射线界定,这两条散射线表示产生所检测触摸签名宽度的触摸物体 6 的实际宽度,该检测到的触摸签名根据到入口点的距离而变化。可见,如果触摸物体 6 靠近入口点,真实宽度基本上与触摸签名宽度相等。如果触摸物体 6 远离入口点,它的实际宽度不得不更小以产生检测的触摸签名 $P_{1,1}$ 。出于参考的目的,图 17B 还展示了未校正的衰减路径(直平行线),该路径通过跟踪沿着相关检测线的触摸签名 $P_{1,1}$, $P_{2,1}$, $P_{3,1}$ 的极限点而生成。

[0176] 可以认识到,通过多边形集合中使用校正的衰减路径,散射函数可以用于增加以上图 5 至 7 和图 10 对应描述并示例的多边形集合的精度。类似地,在中心线交集(图 10)中,散射函数可用于确定交叉点上的真实宽度。而且,在所有的实施方案中,散射函数可应用于修改盲区范围。在具有散射触摸表面的扫描光束实施方案中,应用散射函数可产生更小/更少的分析区域,并因此提高触摸确定的准确度,同时减少要求的处理量和/或提高处理速度。

[0177] 通常,散射函数表现为一个非线性曲线,因此校正的衰减路径通常不用多边形限定。这样,当应用散射函数时以及在其他方面,上述的多边形集合实际上可以包含任何形式的数学限定区域,不仅仅是多边形区域。因此,一般意义上,多边形集合应当被认为只是“路径图”的一个实例,它的生成是用来表示衰减路径以及(如果存在的话)盲区。通常,衰减路径、盲区和交集可以用非多边形几何物体来表示,如圆、椭圆、样条曲线的组合等。然而,为了方便相交处理,用多边形(优选地是凸多边形)来近似每个衰减路径和盲区是有利的。例如,校正的衰减路径和盲区的边界可由直线来近似。

[0178] 在扇形光束实施方案中,散射函数可简单地用于产生衰减路径。与扫描光束实施方案相比的一个不同之处是,扇形光束通常来源于一个更小的内耦合位点并且甚至在无光散射的情况下在板的平面中扩展。因此,在一个扇形光束实施方案中,触摸签名包含与入口点和触摸物体之间的距离相关的信息,即使板基本上没有光散射。然而,光散射的存在使得扇形光束在从内耦合位点向外耦合位点传播的同时在板的平面中变宽。因此,可以为一个特定的扇形光束实施方案测量或计算一个散射函数。应用散射函数的基本原则与扫描光束实施方案相同。将参考图 18A 至 18B 进一步对此进行解释。

[0179] 在图 18A 至 18B 的实例中,两个扇形光束在内部照射板。尽管在图中未示出,但在板两侧设置有若干个传感器以测量扇形光束形成的光线片层的透射能量。

[0180] 图 18A 展示了一个基本上没有光散射现象的触摸传感装置。细线代表来自两个发射器(未示出)的光锥的边界,光锥与两个触摸物体 6 相互作用。应当注意的是,尽管绘制的光锥似乎来自于一个寄点(即,一个单一内耦合位点),但实际上它们通常来自一个延展的内耦合位点,该内耦合位点可以包括多于一个的用于解码处理的内耦合点。图 18A 还展示了衰减路径,该衰减路径是从透射信号 S_1, S_2 中的所得触摸签名 $P_{1,1}, P_{1,2}, P_{2,1}, P_{2,2}$ 获取的。

[0181] 图 18B 展示了存在光散射的情况下在图 18A 的触摸传感装置中获取的空间透射信号 S_1, S_2 , 例如如果它的多个边界中的至少一个配置有 AG 结构。与图 18A 相比,图 18B 表示触摸签名 $P_{1,1}, P_{1,2}, P_{2,1}, P_{2,2}$ 由于光散射已经变得更宽并且变得稍微更弱。图 18B 示出了与物体 6 相互作用的光锥(细线)以及校正的衰减路径(粗线),它们是通过将散射函数应用于透射信号 S_1, S_2 中的触摸签名 $P_{1,1}, P_{1,2}, P_{2,1}, P_{2,2}$ 而获取的。

[0182] 因此可以认识到,在扇形光束实施方案中出现光散射时,采用与扫描光束实施方案相同的方式,散射函数可用于增强触摸确定过程。

[0183] 获取散射函数

[0184] 如上所述,散射函数可以通过对特定触摸传感装置进行理论计算或通过测量来获取。图 19 是由图 1C 所示的扫描光束实施方案获取的测量数据的示意图,其中测量数据是对一个直径 37 英寸的矩形透光板获取的。示意图示出了所测得的随入口点(例如位于图 1C

中板左侧)和触摸物体之间的距离变化的触摸签名半宽。因此,该示图对应于图 15A 中的图形。触摸签名宽度很明显依赖于到入口点的距离(并且还依赖于到外耦合点的距离)。在此具体实例中,当触摸物体位于外耦合点附近时,触摸签名宽度没有减少。在重新计算为图 15B 所示的函数后,可以适当地通过实际测量数据产生散射函数,或者基于测量数据拟合的适合函数来获取散射函数。这种拟合的函数可能是线性的、多边形的、样条等。

[0185] 还应当注意,在扇形光束实施方案中,可以毫无困难地测量相应的散射函数。

[0186] 大体上已经参考一些实施方案描述了本发明。然而,正如本领域的熟练技术人员容易理解的是,除了以上披露的实施方案外,其它实施方案同样可能在本发明的范围和精神之内,仅通过所附专利权利要求来限制和限定。

[0187] 例如,在确定分析区域(步骤 205)时没有必要说明散射散射,即使触摸传感装置包含明显的光散射现象,例如一个 AG 结构。在步骤 205 中忽略散射通常产生更大的分析区域,并且可能因此增加局部重构步骤中所需的处理。然而即使忽略了散射,与完全重构相比,处理量显著降低。

[0188] 进一步地,本发明不限于本文披露的扇形光束和扫描光束实施方案。应当认识到,本发明适用于任何基于 FTIR 的触摸传感装置,这种装置产生至少一个投影信号以进行触摸数据确定的处理。一种替代的触摸传感装置的实例可在申请人于 2010 年 5 月 14 日提交的 PCT 申请第 PCT/SE2010/000135 号中找到。本文中,光线片层射入在延伸内耦合位点上的板中并且通过与内耦合位点相对的延伸外耦合位点进行收集,其中每个光线片层基本上在沿着对应的主方向的板的平面上是平行的。

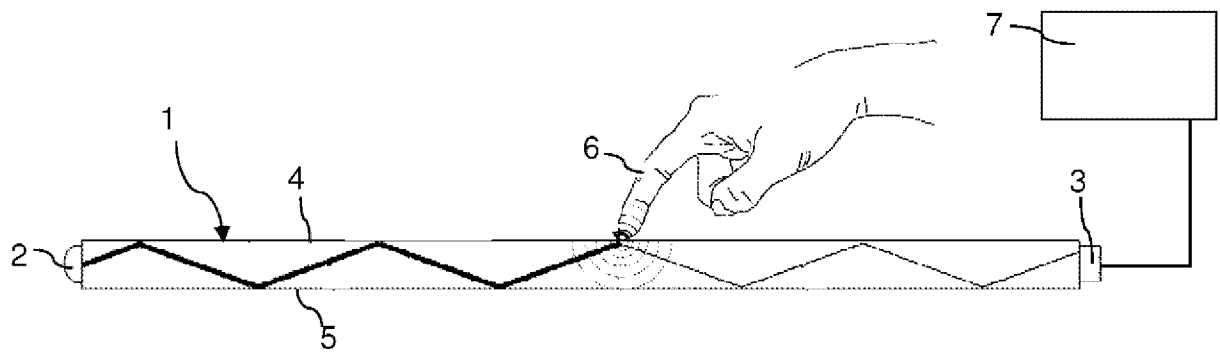


图 1A

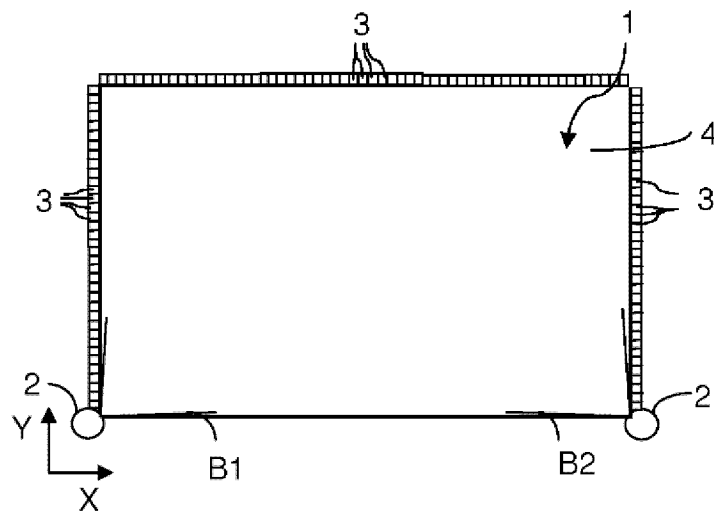


图 1B

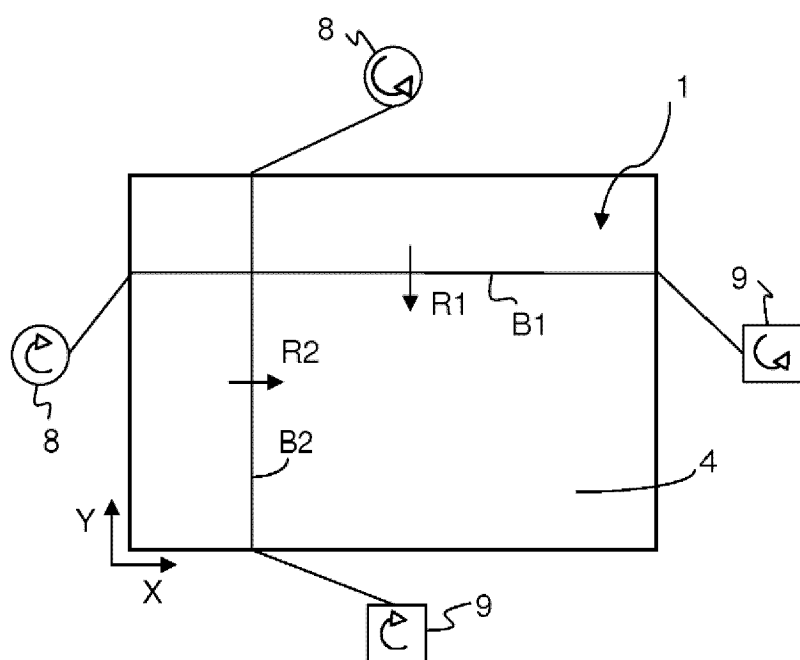


图 1C

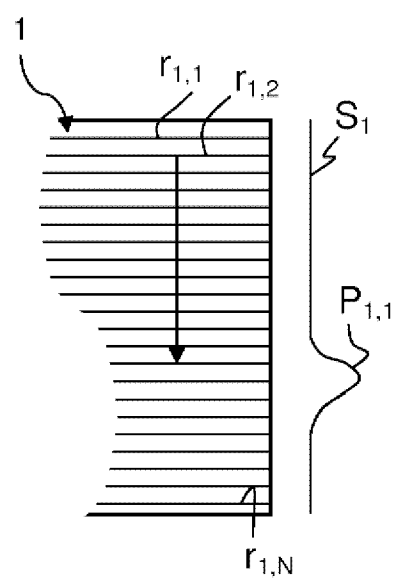


图 1D

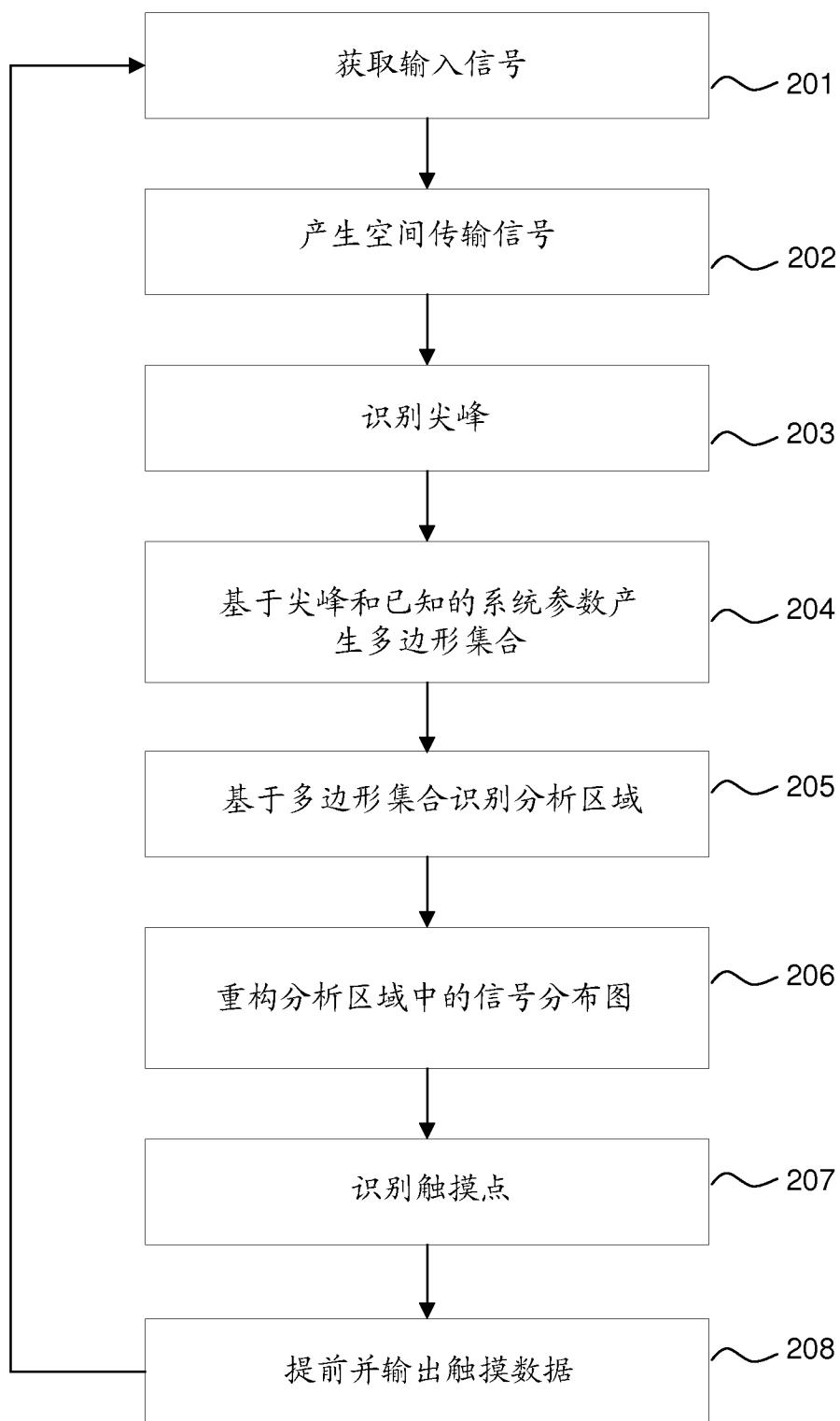


图 2

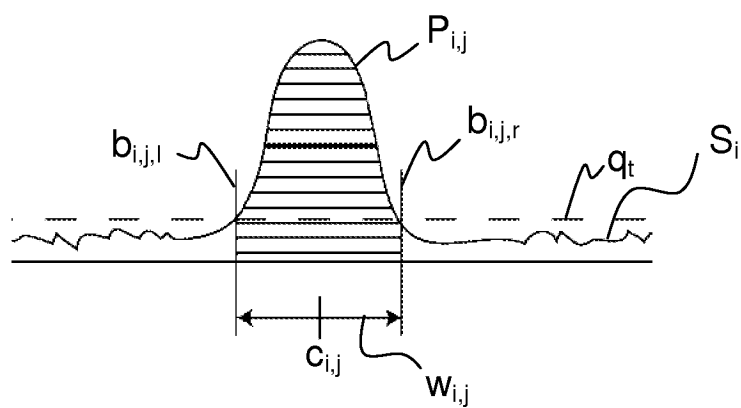


图 3A

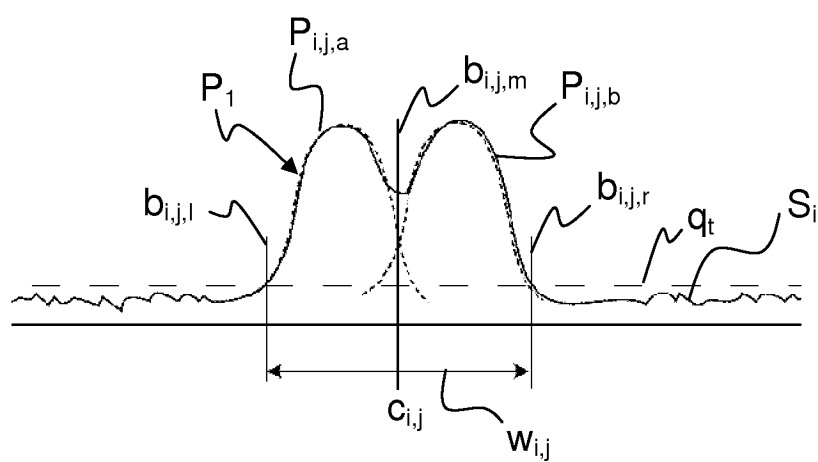


图 3B

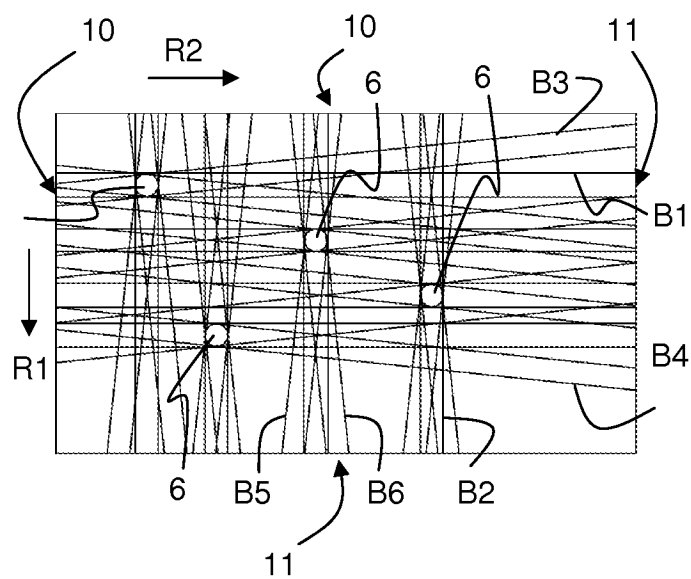


图 4A

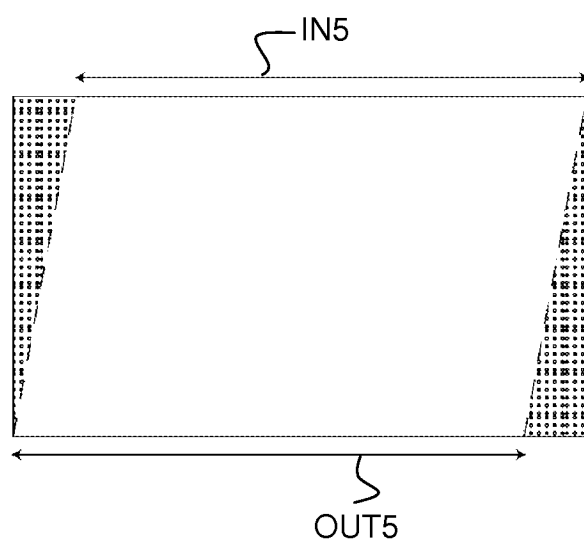


图 4B

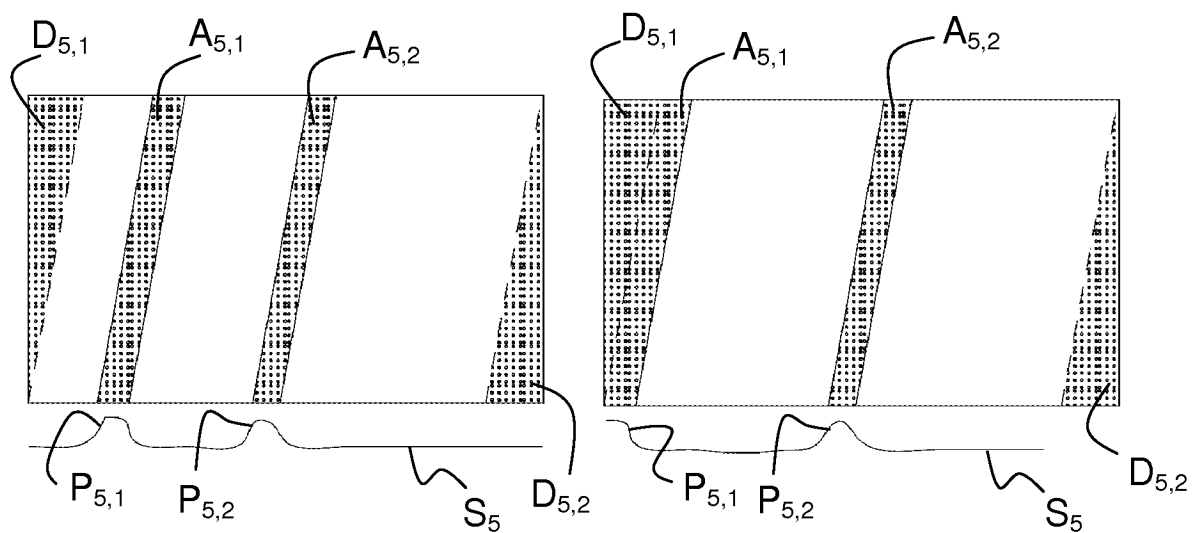


图 5A

图 5B

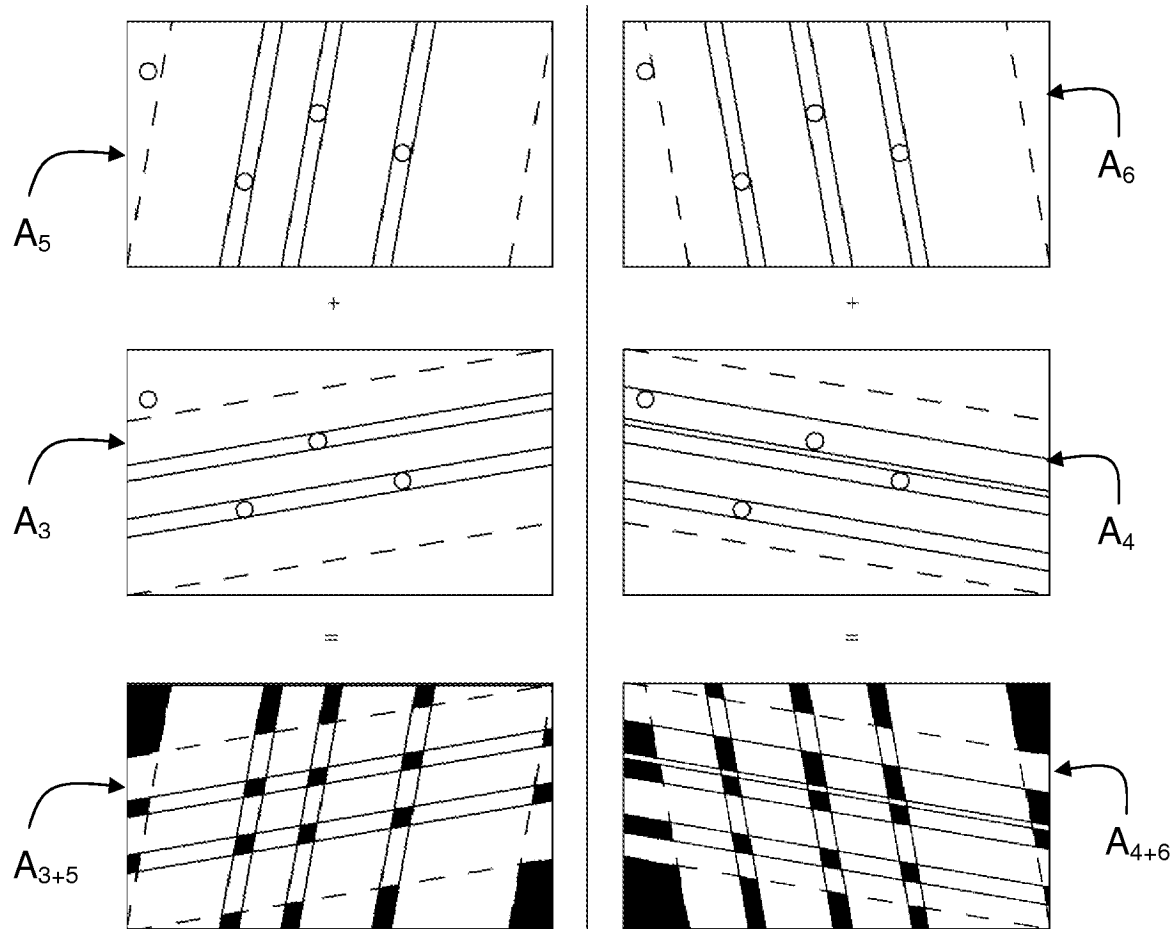


图 6A

图 6B

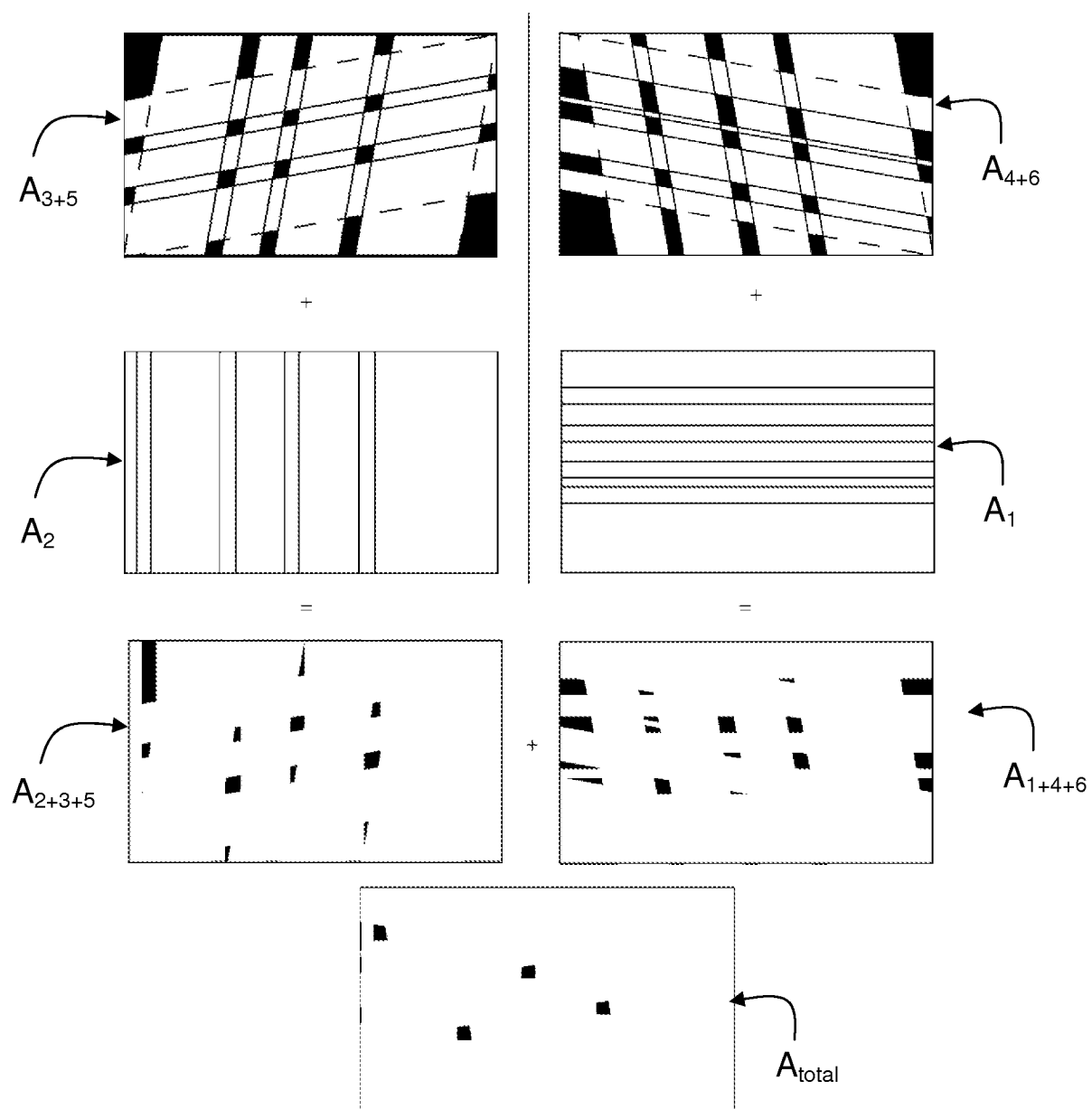


图 6C

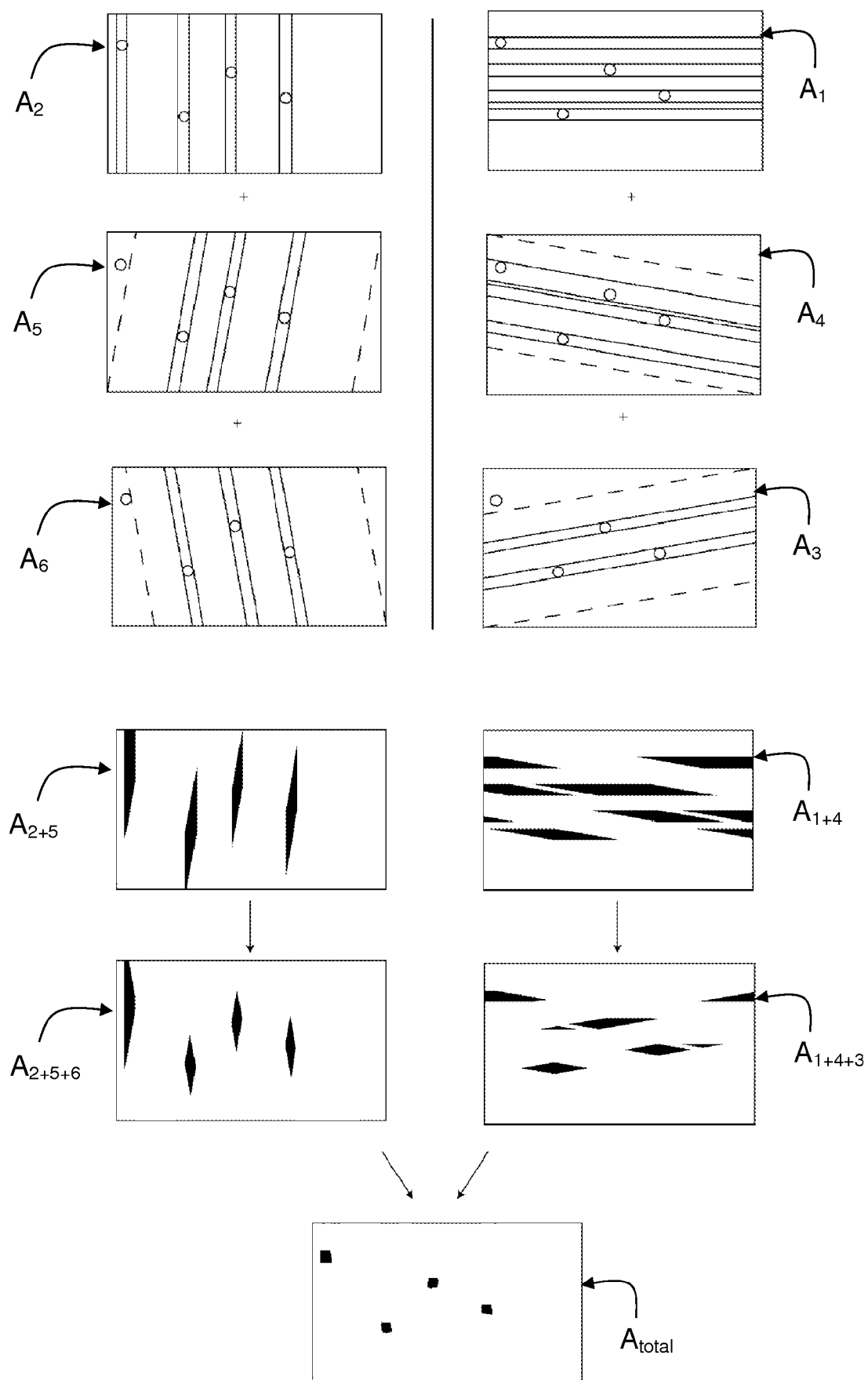


图 7

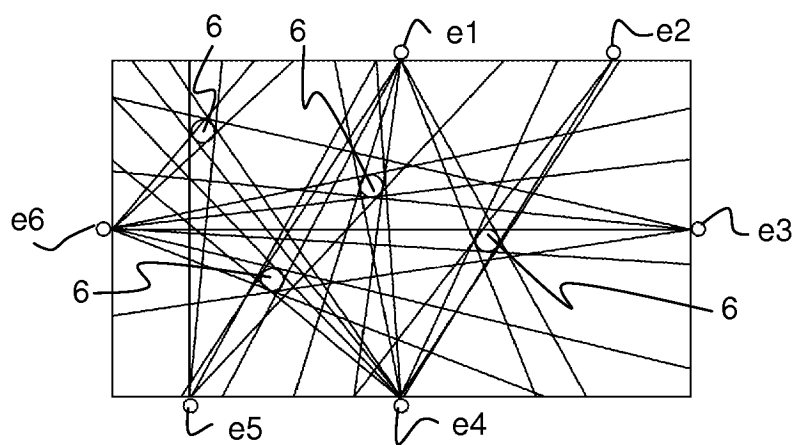


图 8A

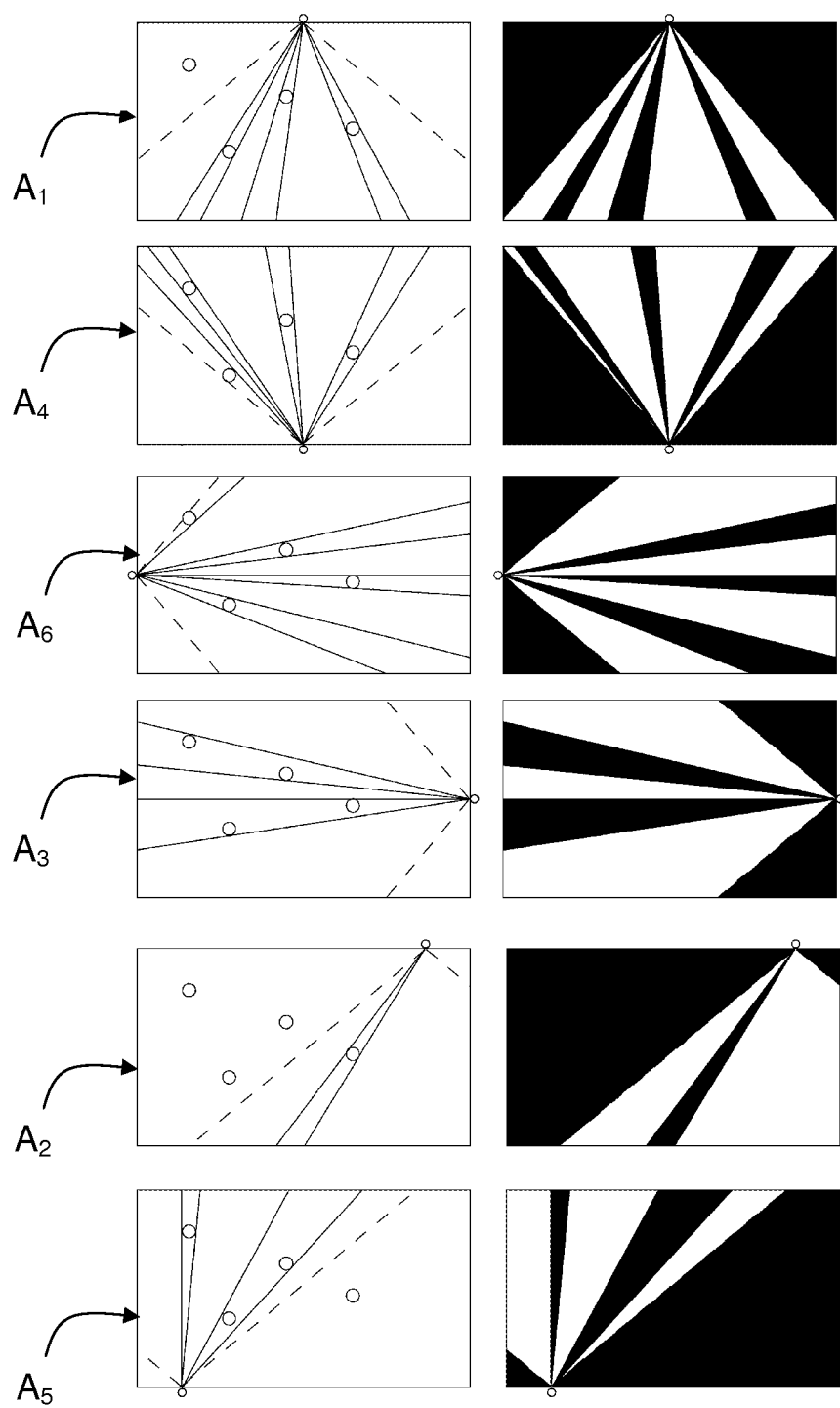


图 8B

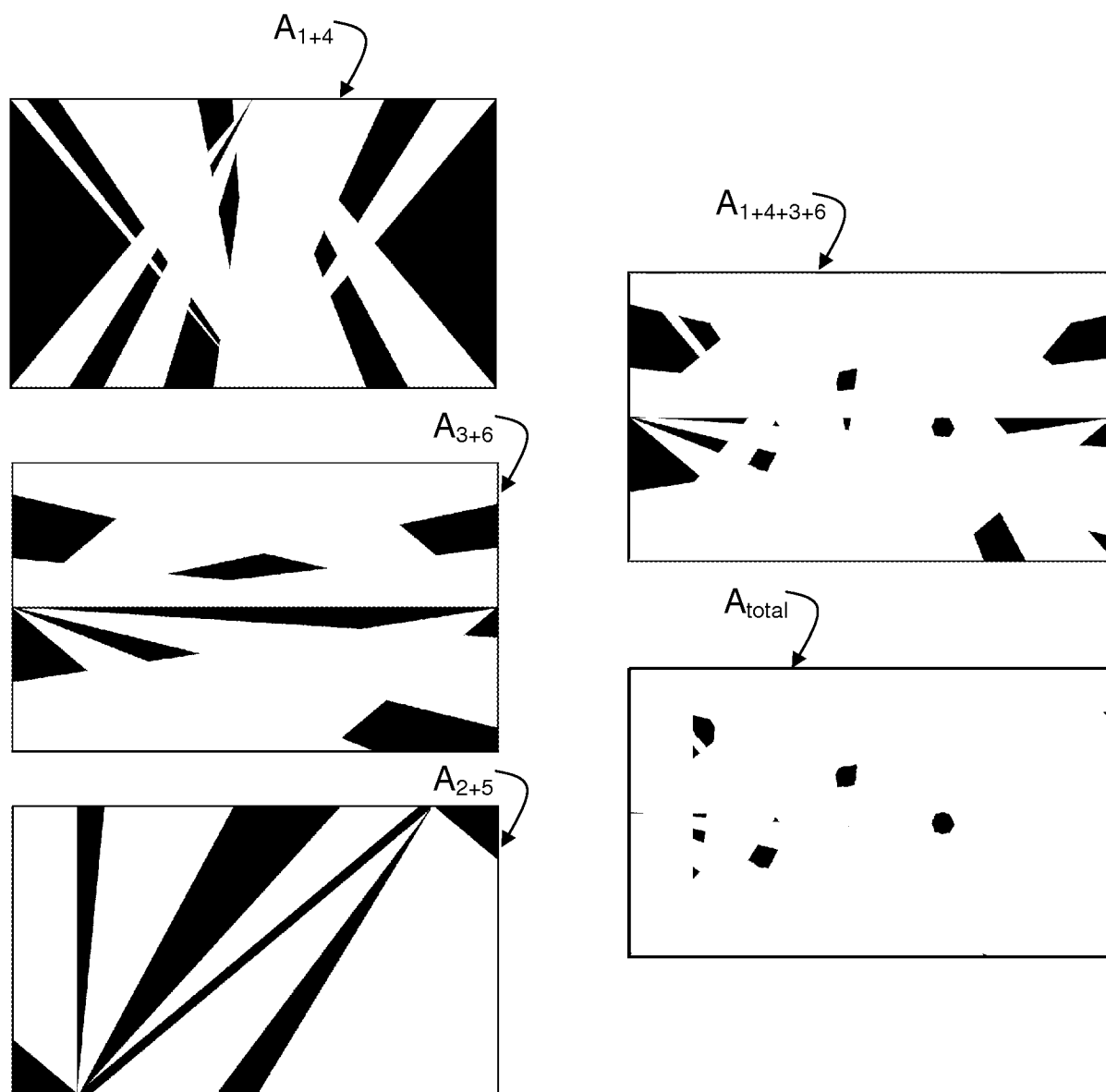


图 9

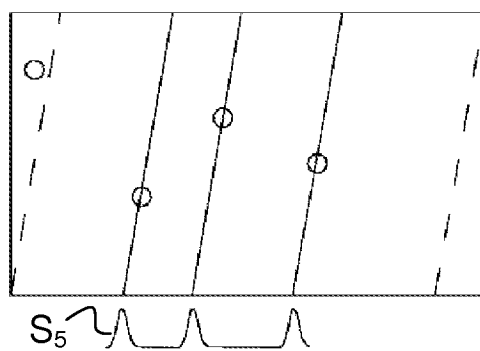


图 10A

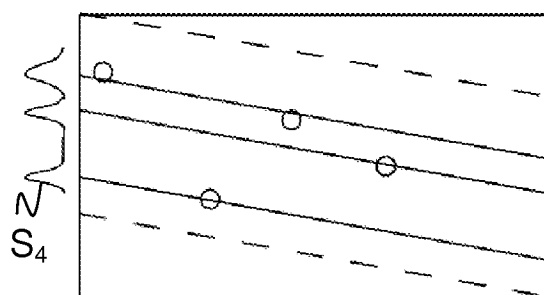


图 10B

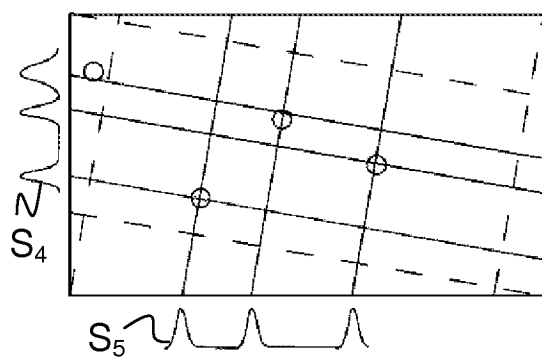


图 10C

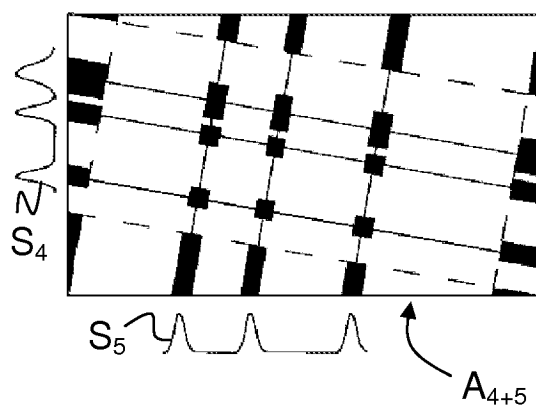


图 10D

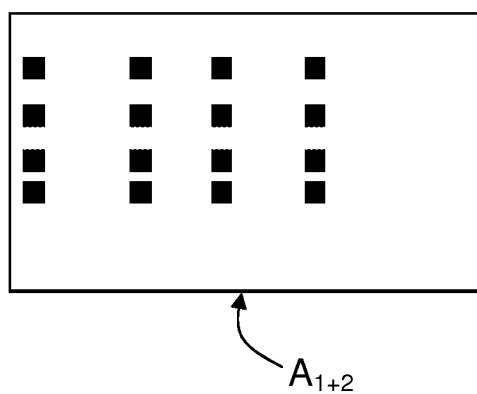


图 10E

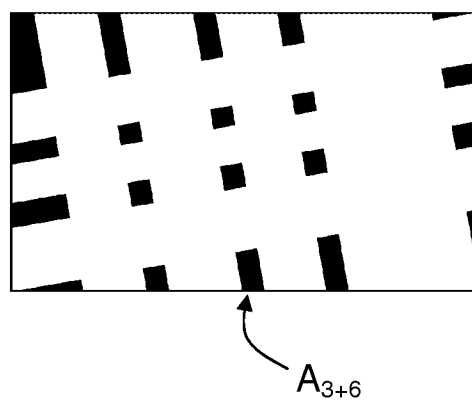


图 10F

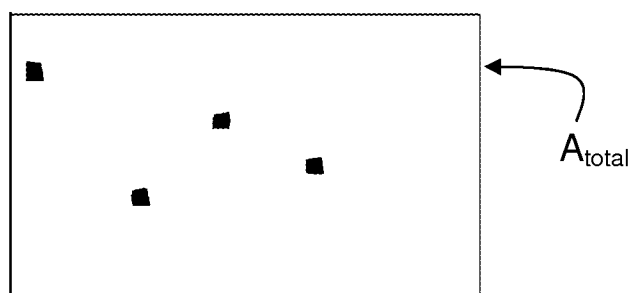


图 10G

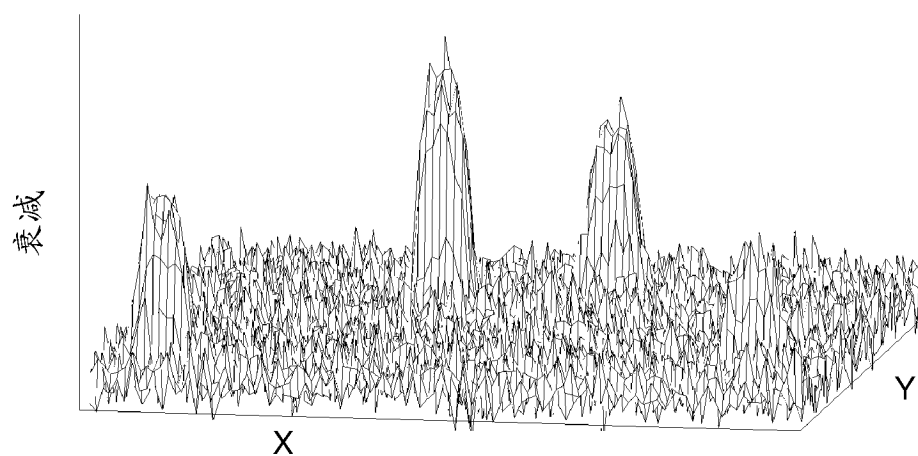


图 11A

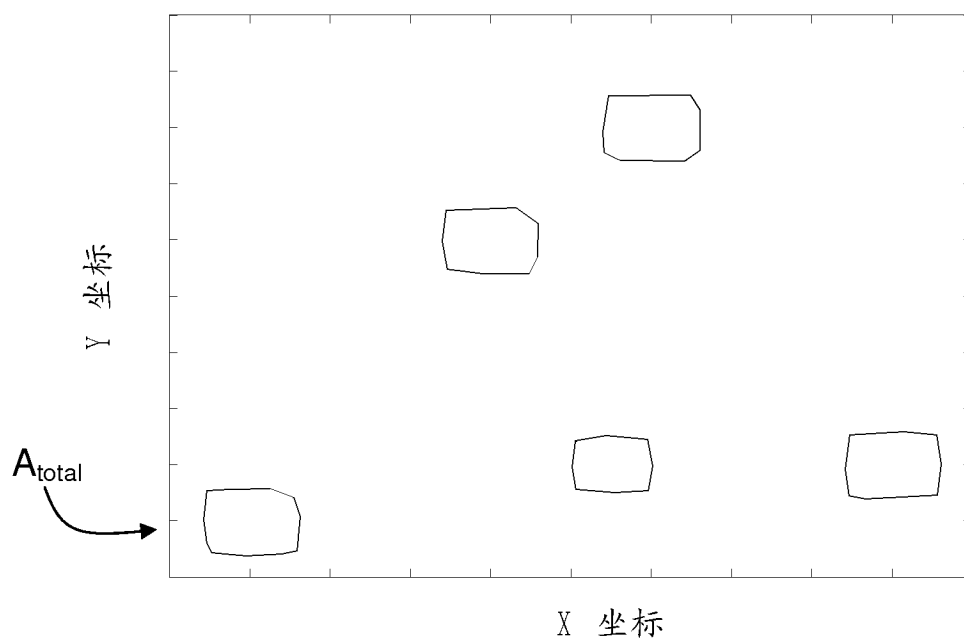


图 11B

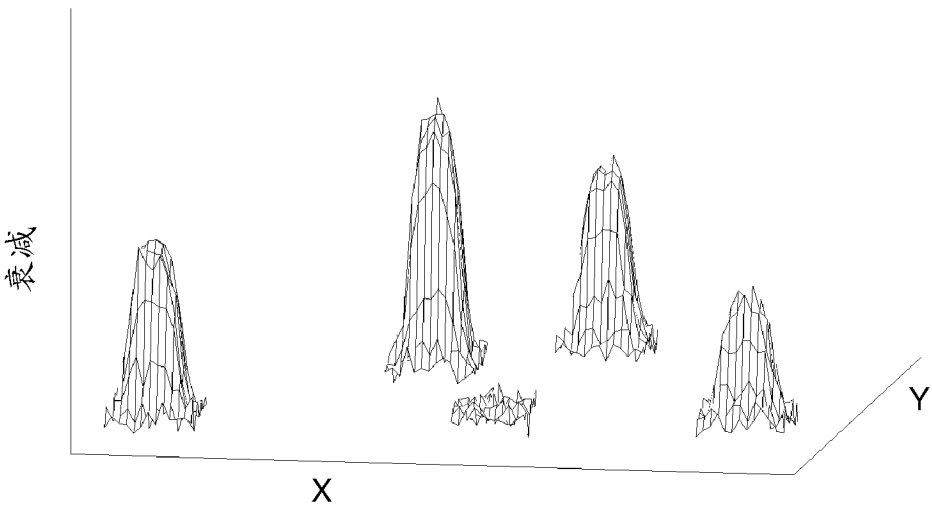


图 11C

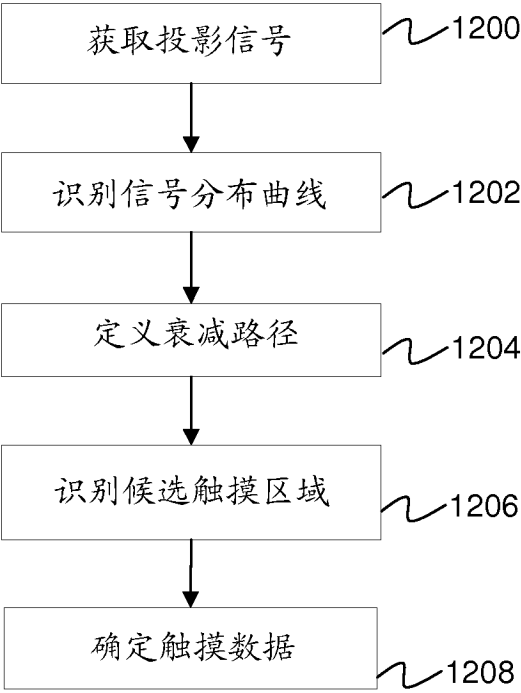


图 12A

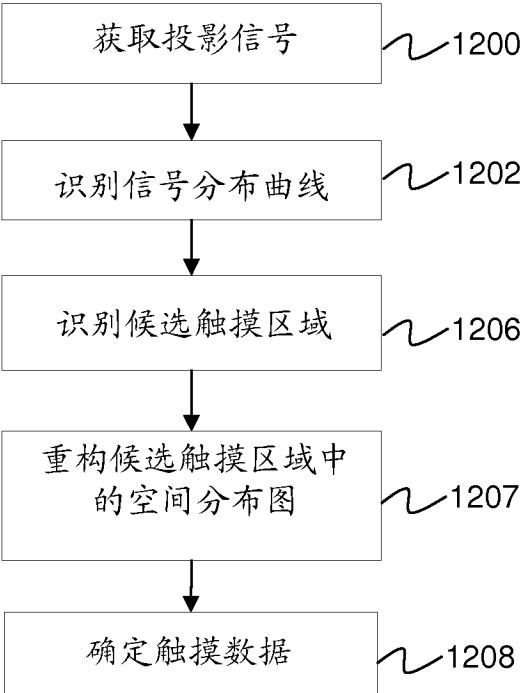


图 12B

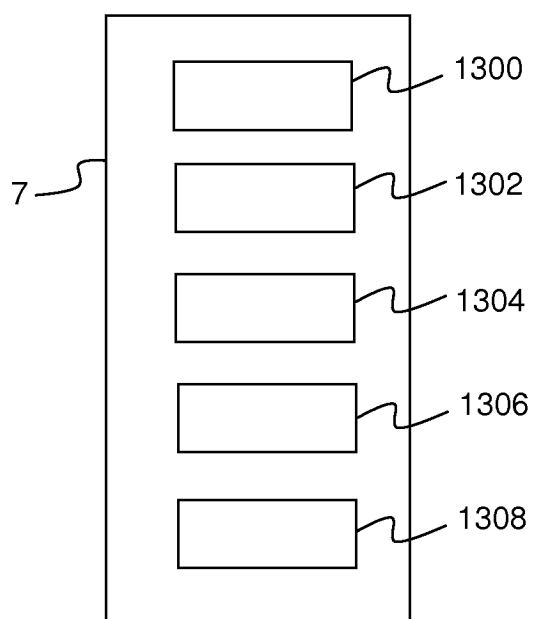


图 13A

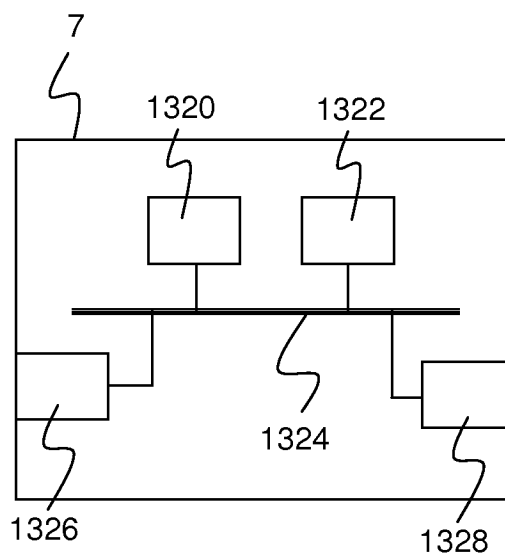


图 13B

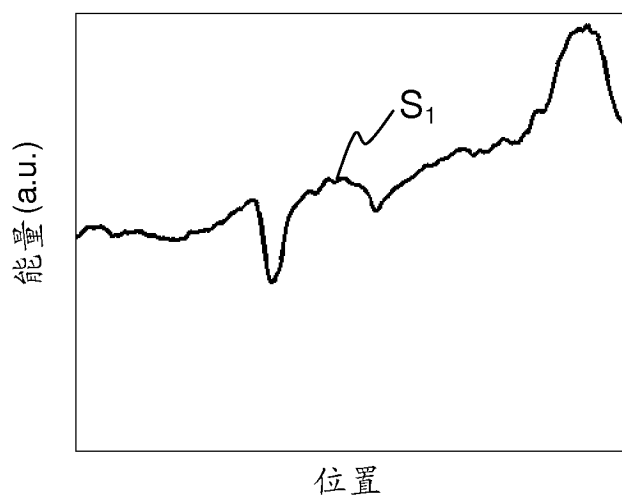


图 14A

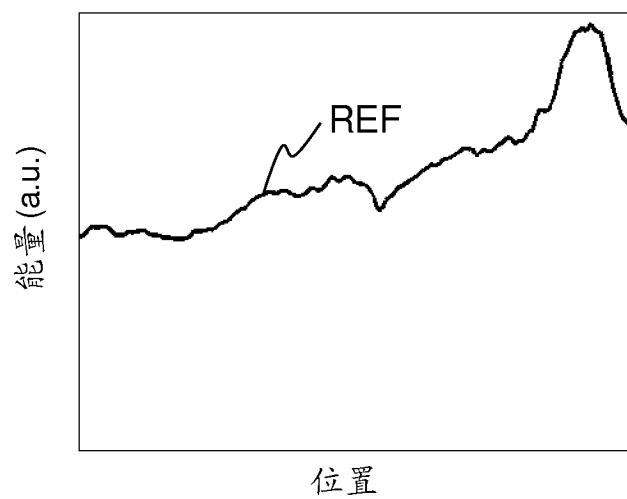


图 14B

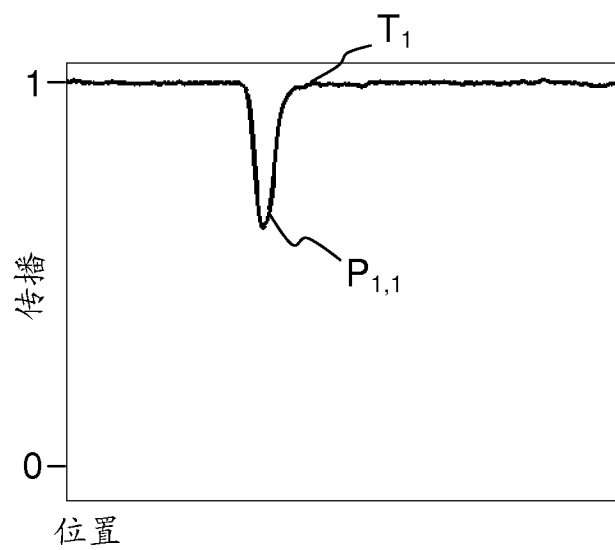


图 14C

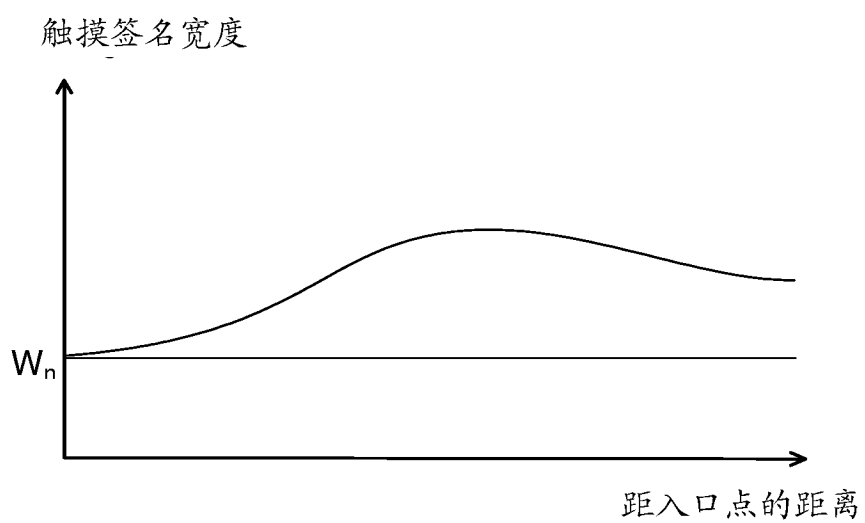


图 15A

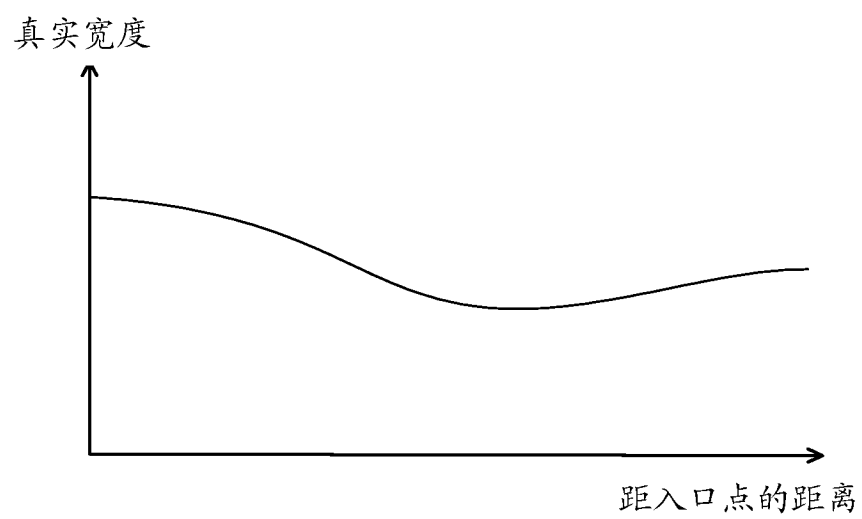


图 15B

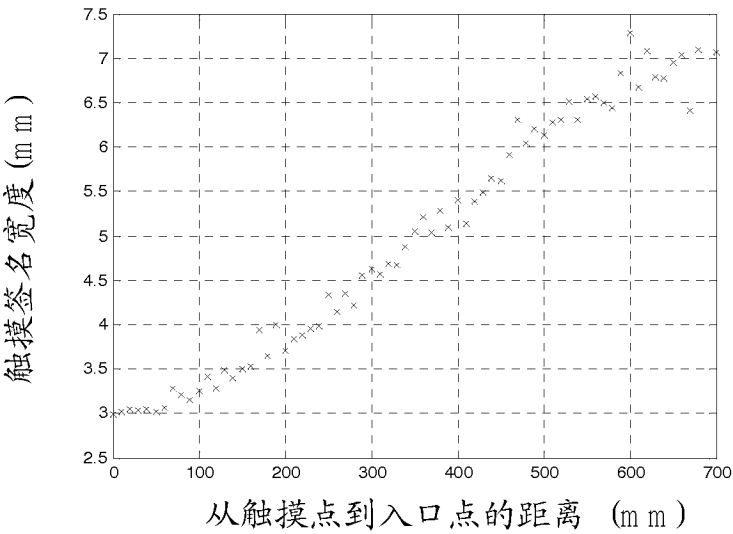


图 19

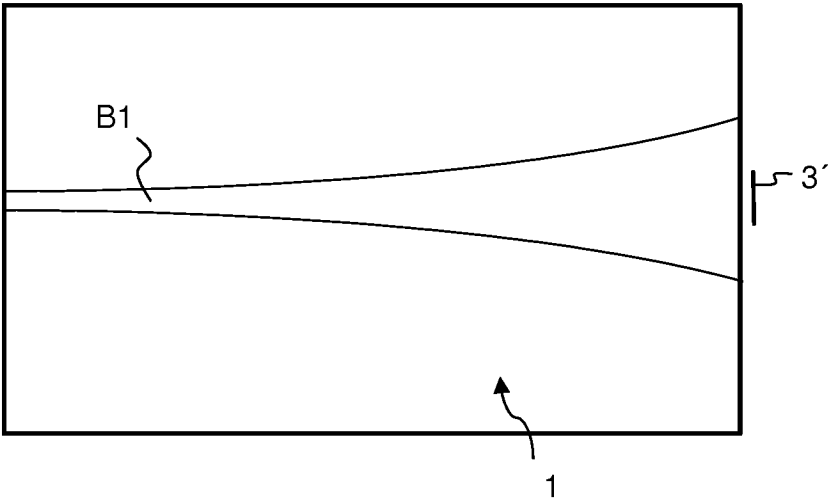


图 16A

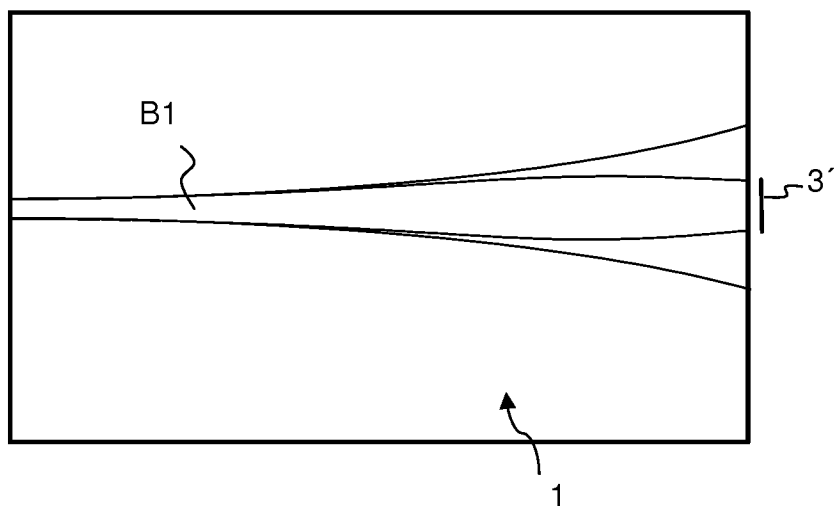


图 16B

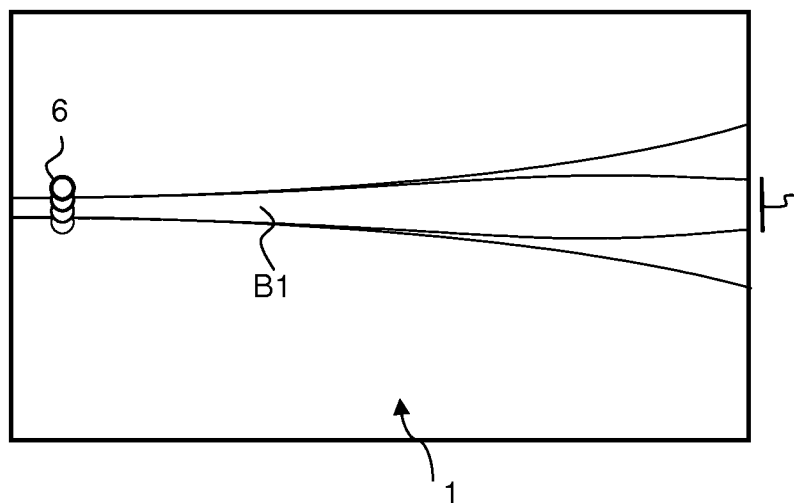


图 16C

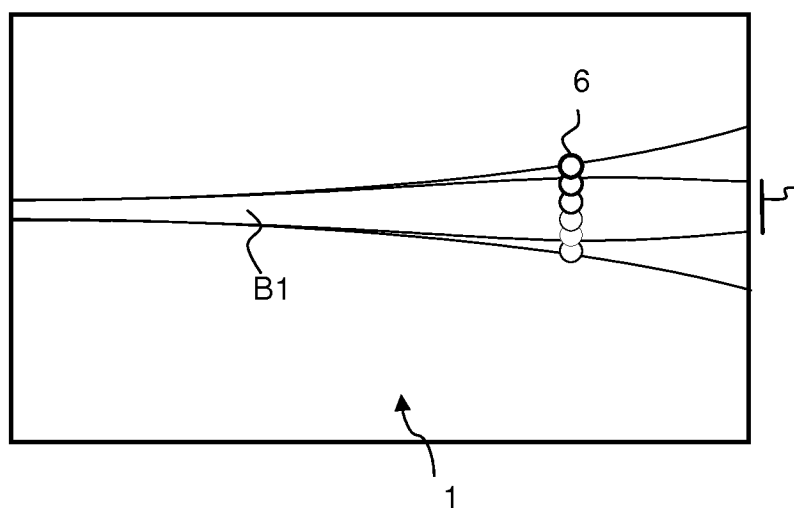


图 16D

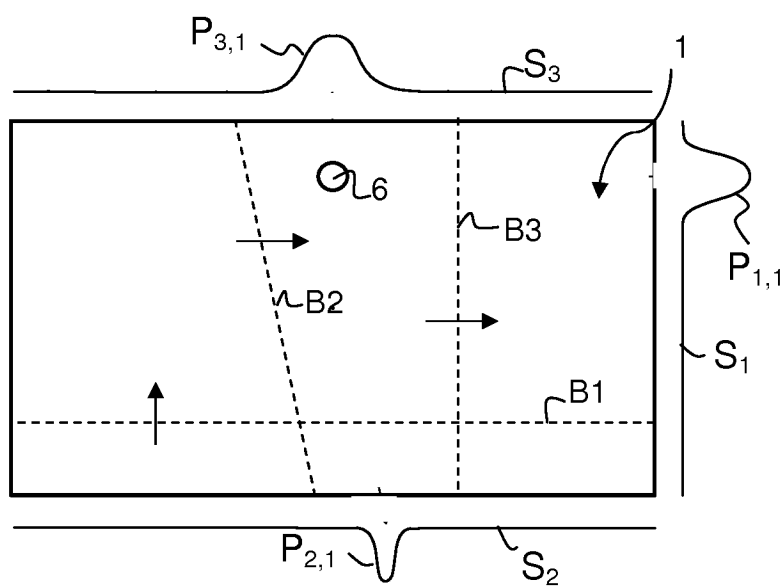


图 17A

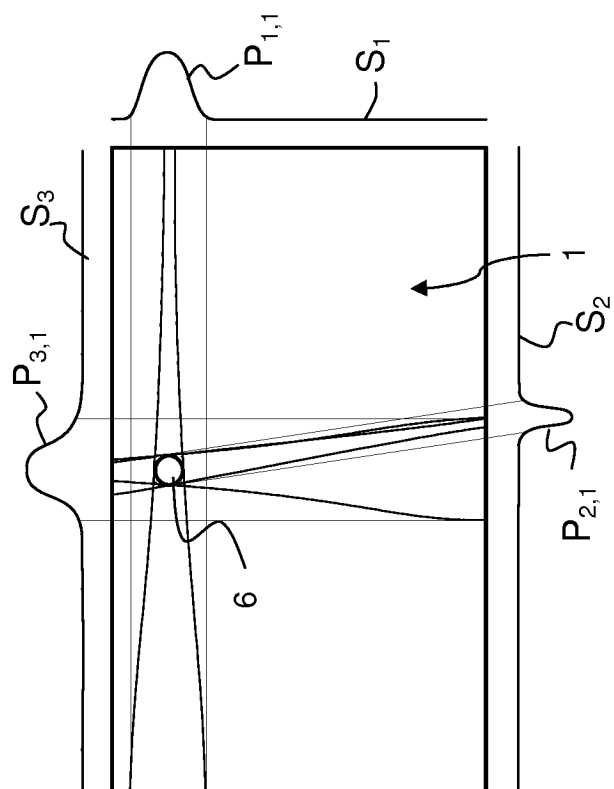


图 17B

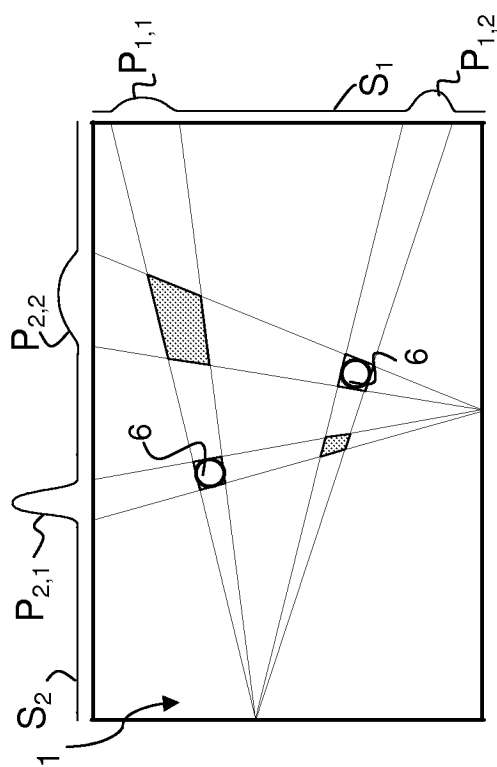


图 18A

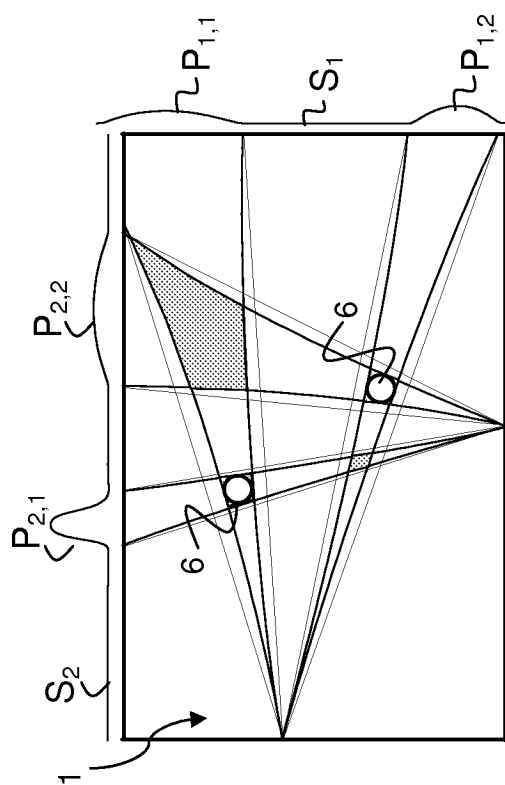


图 18B