



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110869897 A

(43)申请公布日 2020.03.06

(21)申请号 201880046422.9

(22)申请日 2018.07.10

(30)优先权数据

2017-138308 2017.07.14 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.01.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/026090 2018.07.10

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/013222 JA 2019.01.17

(71)申请人 株式会社和冠

地址 日本埼玉县

(72)发明人 齐藤俊也 佐野重幸

艾戈·卡尔宗采夫 刘勰明

门胁淳

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 任天诺 高培培

(51)Int.Cl.

G06F 3/041(2006.01)

G06F 3/044(2006.01)

G06F 3/03(2006.01)

权利要求书3页 说明书12页 附图11页

(54)发明名称

修正笔坐标与指示器的显示位置之间的偏
离的方法

(57)摘要

准确地修正笔坐标与墨水数据的显示位置
之间的偏离。一种方法,由构成为能够检测与液
晶面板重叠设置的触摸面上的触控笔的指示位
置的传感器控制器执行,其中,包括:接收步骤
(步骤S20),从主机处理器接收与规定图案在液
晶面板上的显示位置相关联的反馈信息;及反馈
步骤(步骤S22),基于接收到的反馈信息,更新在
针对配置于触摸面上的多个位置的每个位置存
储位置校正值的修正表中存储的多个位置校正
值中的至少一部分。



(a)



(b)

1. 一种方法,由构成为能够检测与显示部重叠设置的操作面上的触控笔的指示位置的设备执行,其中,包括:

接收步骤,从主机处理器接收与规定图案在所述显示部上的显示位置相关联的反馈信息;

反馈步骤,基于接收到的所述反馈信息,更新在针对配置于所述操作面上的多个位置的每个位置存储位置校正值的修正表中存储的多个所述位置校正值中的至少一部分;

暂定指示位置检测步骤,检测所述触控笔的暂定指示位置;

修正步骤,从所述修正表读出与所述暂定指示位置对应的位置校正值,通过基于该位置校正值对所述暂定指示位置进行修正来导出输出位置;及

输出步骤,将所述输出位置对所述主机处理器报告。

2. 根据权利要求1所述的方法,

所述规定图案包括用于催促用户实施使用所述触控笔在所述操作面上在规定的连续区间描摹的操作的图案,

所述反馈信息包括表示由所述主机处理器进行的所述规定图案的显示期间的信息。

3. 根据权利要求2所述的方法,

在所述反馈步骤中,基于由所述反馈信息表示的所述显示期间内的所述触控笔的一系列指示位置来更新存储于所述修正表的多个位置校正值中的至少一部分。

4. 根据权利要求3所述的方法,

所述主机处理器构成为将包括所述规定图案的多个图案依次显示于所述显示部,所述反馈步骤在每当由所述主机处理器进行所述多个图案的各自的显示时执行。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的方法,

所述规定图案是线段。

6. 根据权利要求5所述的方法,

所述规定图案是相当于所述显示部的画面的对角线的线段。

7. 根据权利要求5所述的方法,

所述规定图案是相当于所述显示部的画面的一边的线段。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的方法,

所述主机处理器构成为将用于对用户指定所述规定图案的显示中的触控笔的把持角度的把持角度指定信息显示于所述显示部。

9. 根据权利要求8所述的方法,

所述修正表还存储用于修正所述触控笔的倾斜角的倾斜角校正值,

所述反馈信息包括所述把持角度指定信息,

在所述反馈步骤中,基于接收到的所述反馈信息中包含的所述把持角度指定信息和在所述显示部显示有所述规定图案时取得的所述触控笔的倾斜角来更新存储于所述修正表的所述倾斜角校正值。

10. 根据权利要求1所述的方法,

所述主机处理器构成为将所述规定图案多次显示于所述显示部,对与该显示对应地由所述设备检测到的所述多次的所述触控笔的指示位置进行规定的统计处理,

所述反馈信息包括表示所述统计处理的结果的信息。

11. 根据权利要求10所述的方法，

所述规定图案包括用于催促用户实施使用所述触控笔在所述操作面上在规定的连续区间描摹的操作的图案，

所述规定的统计处理是基于所述规定图案与在该规定图案显示于所述显示部时所述设备检测到的一系列指示位置之间的关系的统计处理。

12. 根据权利要求11所述的方法，

所述规定的统计处理包括通过将所述一系列指示位置近似成规定的函数而得到的近似式与所述规定图案之间的误差的导出处理，

所述反馈信息包括用于向减小所述误差的方向变更所述位置校正值的信息。

13. 根据权利要求12所述的方法，

所述规定的统计处理是基于所述误差对与配置于所述操作面上的多个位置中的各个位置相适的位置校正值进行机器学习的处理。

14. 一种方法，由构成为能够检测与显示部重叠设置的操作面上的触控笔的指示位置的设备执行，其中，包括：

第一值取得步骤，取得作为所述触控笔的指示位置的第一值；

第二值取得步骤，取得与所述触控笔相关联的第二值；

修正步骤，通过根据基于所述第二值取得的所述第一值的校正值对所述第一值进行修正来导出输出位置；及

输出步骤，将所述输出位置对主机处理器报告。

15. 根据权利要求15所述的方法，

所述第二值是与所述第一值不同的所述触控笔的指示位置，

所述输出位置是连结所述第一值与所述第二值的线段的外分点。

16. 根据权利要求15所述的方法，

所述校正值是与所述输出位置与所述第一值之间的距离相当的值，

所述第一值与所述第二值之间的距离越大则所述校正值越大。

17. 根据权利要求15或16所述的方法，

所述第一值取得步骤和所述第二值取得步骤以时间分割来执行，

所述第二值取得步骤以每当执行多次所述第一值取得步骤时执行1次该第二值取得步骤的频度执行，

在所述修正步骤中，每当执行所述第一值取得步骤时，使用最新的所述第一及第二值来进行所述校正值的取得及所述输出位置的导出。

18. 根据权利要求15所述的方法，

在所述第一值取得步骤中，利用静电容方式来取得所述第一值，

在所述第二值取得步骤中，基于所述触控笔发送出的笔信号来取得所述第二值。

19. 根据权利要求18所述的方法，

在所述第一值取得步骤中，基于在配置于所述操作面内的多个电极与在所述触控笔的笔尖的附近设置的第一电极之间产生的静电容的变化来取得所述第一值。

20. 根据权利要求18或19所述的方法，

在所述第二值取得步骤中，基于所述触控笔通过在所述触控笔的笔尖的附近设置且与

所述第一电极不同的第二电极发送出的笔信号来取得所述第二值。

21. 根据权利要求15所述的方法，

在所述第一值取得步骤中，基于所述触控笔通过在所述触控笔的笔尖的附近设置的第一电极发送出的笔信号来取得所述第一值，

在所述第二值取得步骤中，基于所述触控笔通过在所述触控笔的笔尖的附近设置且与所述第一电极不同的第二电极发送出的笔信号来取得所述第二值。

22. 一种方法，由构成为能够检测与显示部重叠设置的操作面上的触控笔的指示位置的设备执行，其中，包括：

第一指示位置取得步骤，基于所述触控笔通过在笔尖的附近设置的第一电极发送出的笔信号来取得所述触控笔的第一指示位置；

第二指示位置取得步骤，基于在配置于所述操作面内的多个电极与所述第一电极之间产生的静电容的变化来取得所述触控笔的第二指示位置；及

倾斜角导出步骤，基于所述第一及第二指示位置来导出所述触控笔的倾斜角。

23. 根据权利要求22所述的方法，

在所述倾斜角导出步骤中，根据所述第一指示位置与所述第二指示位置之间的距离来导出所述倾斜角。

24. 根据权利要求22或23所述的方法，包括：

修正步骤，基于所述倾斜角来取得所述第一指示位置的校正值，通过基于取得的所述校正值对所述第一指示位置进行修正来导出输出位置；及

输出步骤，将所述输出位置对主机处理器报告。

25. 根据权利要求22所述的方法，

所述倾斜角导出步骤构成为将导出的倾斜角保存于存储器，

所述方法还包括以下步骤：

判定在所述第二指示位置取得步骤中是否正常取得了所述第二指示位置；及

在判定为在所述第二指示位置取得步骤中未正常取得所述第二指示位置的情况下，从所述存储器读出倾斜角。

修正笔坐标与指示器的显示位置之间的偏离的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及修正笔坐标与指示器的显示位置之间的偏离的方法。

背景技术

[0002] 近年来,作为用于在平板终端等电子设备上进行手写输入的工具,能够利用各种各样的方式的触控笔。其中,被称作主动触控笔的触控笔具备电源部和信号处理电路,且构成为,通过将信号处理电路生成的信号对应的电荷向设置于触控笔的顶端附近的电极(笔电极)供给,能够朝向电子设备内的传感器控制器发送笔信号。在笔信号中包括位置信号和数据信号,位置信号是用于通知自身的位置的突发信号,数据信号包括表示触控笔检测到的笔压的值的笔压数据、表示在触控笔的侧面或末端设置的操作按钮的按下按起的数据及预先写入到触控笔的固有ID等各种数据。

[0003] 电子设备构成为除了上述的传感器控制器之外,还具有液晶显示装置、触摸传感器、主机处理器及存储装置。触摸传感器是具有由呈矩阵状配设的多个电极构成的电极群的装置,配置于液晶显示装置的画面。当主动触控笔为了发送笔信号而向笔电极供给电荷时,在主动触控笔的指示位置附近的空间产生电场,由此在构成触摸传感器的电极群感应电荷。传感器控制器通过针对各电极检测这样感应的电荷的变化来进行触控笔发送出的笔信号的检测,基于该结果来进行主动触控笔的位置检测和主动触控笔发送出的数据的接收。

[0004] 传感器控制器构成为将表示检测到的位置的坐标(笔坐标)和接收到的数据向主机处理器输出。主机处理器基于这样供给的笔坐标及数据来生成墨水数据,并在液晶显示装置的画面显示。由此,能够将用户使用触控笔在触摸传感器上描绘的文字、图形实时地在液晶显示装置上显示。另外,主机处理器也进行将生成的墨水数据向存储装置保存的处理。

[0005] 传感器控制器也通过检测因手指与电极群接触而产生的静电容的变化来进行手指触摸的位置检测。尤其是,主动触控笔的检测和手指触摸的检测利用相同的电极群而以时间分割来执行。传感器控制器将表示这样检测到的手指触摸的位置的坐标也对主机处理器输出,接收到该坐标的主机处理器与触控笔的情况同样地生成墨水数据,将生成的墨水数据在液晶显示装置上显示并且向存储装置保存。

[0006] 在专利文献1中公开了以下技术:关于在CRT显示器上设置超声波式的坐标检测器的情况,在CRT显示器显示多个基准点并让用户触摸,基于作为其结果而得到的坐标来修正从坐标检测器输出的坐标。

[0007] 另外,在专利文献2中公开了以下技术:在触控笔设置3个笔电极,利用从它们的各自发送的笔信号而在电子设备侧算出触控笔的倾斜。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特公平5-31766号公报

[0011] 专利文献2:日本专利第6021174号公报

发明内容

[0012] 发明所要解决的课题

[0013] 在如上所述的电子设备中,有时会在用户利用触控笔触摸的位置(笔坐标)与作为触摸的结果而在画面上显示的线的位置(指示器的显示位置)之间产生偏离。作为偏离的产生原因,除了组装触摸传感器和液晶显示装置时的机构上的位置偏离之外,也可考虑触摸传感器与触控笔的组合的差异、好使的手、触控笔的拿法、显示视点位置、书写速度等各用户的差异等各种原因,但不管怎样,若产生这种偏离则会使用户感到违和感,因此要求偏离的减少。

[0014] 专利文献1所公开的技术是修正这种偏离的一个方法,但只能对触摸传感器整体施加基于线性变换的一样的修正。实际产生的偏离在更细微的单位(例如,区域单位、像素单位)下大小、方向不同,另外,有时需要通过线性变换无法表现的变换,因此专利文献1所公开的技术是不充分的。

[0015] 因此,本发明的目的之一在于,提供能够与现有技术相比准确地修正笔坐标与指示器的显示位置之间的偏离的方法。

[0016] 用于解决课题的方案

[0017] 本发明的一侧面的修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离的方法是由构成为能够检测与显示部重叠设置的操作面上的触控笔的指示位置的设备执行的方法,其中,包括:接收步骤,从主机处理器接收与规定图案在所述显示部上的显示位置相关联的反馈信息;反馈步骤,基于接收到的所述反馈信息,更新在针对配置于所述操作面上的多个位置的每个位置存储位置校正值的修正表中存储的多个所述位置校正值中的至少一部分;暂定指示位置检测步骤,检测所述触控笔的暂定指示位置;修正步骤,从所述修正表读出与所述暂定指示位置对应的位置校正值,通过基于该位置校正值对所述暂定指示位置进行修正来导出输出位置;及输出步骤,将所述输出位置对所述主机处理器报告。

[0018] 另外,本发明的另一侧面的修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离的方法是由构成为能够检测与显示部重叠设置的操作面上的触控笔的指示位置的设备执行的方法,其中,包括:第一值取得步骤,基于所述触控笔通过设置于笔尖的附近的第一电极发送出的笔信号来取得作为所述触控笔的指示位置的第一值;第二值取得步骤,取得与所述触控笔相关联的第二值;修正步骤,通过根据基于所述第二值取得的所述第一值的校正值对所述第一值进行修正来导出输出位置;及输出步骤,将所述输出位置对主机处理器报告。

[0019] 另外,本发明的又一侧面的修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离的方法是由构成为能够检测与显示部重叠设置的操作面上的触控笔的指示位置的设备执行的方法,其中,包括:第一值取得步骤,基于所述触控笔通过设置于笔尖的附近的第一电极发送出的笔信号来取得所述触控笔的指示位置即第一值;第二值取得步骤,基于在配置于所述操作面内的多个电极与所述第一电极之间产生的静电容的变化来取得所述触控笔的指示位置即所述第二值;及倾斜导出步骤,基于所述第一及第二值来导出所述触控笔的倾斜。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明的一侧面,能够基于在显示部显示有规定图案时的操作面上的触控笔

的指示位置和该规定图案在显示部上的显示位置来更新修正表内的位置校正值。因此,能够准确地更新笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离。

[0022] 另外,根据本发明的另一侧面,由于能够基于与触控笔相关联的第二值来修正触控笔的指示位置,所以能够准确地修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离。

[0023] 另外,根据本发明的又一侧面,由于能够基于第一及第二值来导出触控笔的倾斜,所以能够准确地修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离。

附图说明

[0024] 图1是示出本发明的第一实施方式的电子设备1及触控笔10的结构图。

[0025] 图2是示出本发明的第一实施方式的修正表的图。

[0026] 图3是说明需要修正表的理由的图。

[0027] 图4是示出本发明的第一实施方式的电子设备1的动作的序列图。

[0028] 图5是本发明的第一实施方式的触控笔10的结构以及暂定指示位置PI、指示位置P0及校正值C(PI)的说明图。

[0029] 图6是示出本发明的第一实施方式的修正表更新处理的流程图。

[0030] 图7是示出在图6的步骤S10中显示的规定图案的一例的图。

[0031] 图8是说明在图6的步骤S22中实施的处理的一例的图。

[0032] 图9是示出本发明的第一实施方式的变形例的修正表的图。

[0033] 图10是示出本发明的第一实施方式的变形例的电子设备1的动作的序列图。

[0034] 图11是示出本发明的第一实施方式的变形例的修正表更新处理的流程图。

[0035] 图12是本发明的第二实施方式的触控笔10的结构以及第一指示位置PI1、二指示位置PI2、指示位置P0及校正值C(PI)的说明图。

[0036] 图13是示出本发明的第二实施方式的输出位置报告处理的流程图。

[0037] 图14是在图13的步骤S62中实施的处理的说明图。

[0038] 图15是本发明的第二实施方式的第一变形例的说明图。

[0039] 图16是示出本发明的第二实施方式的第一变形例的输出位置报告处理的流程图。

[0040] 图17是本发明的第二实施方式的第二变形例的触控笔10的结构以及第一指示位置PI1、第二指示位置PI2、指示位置P0及校正值C(PI)的说明图。

具体实施方式

[0041] 以下,一边参照附图一边对本发明的实施方式进行详细说明。

[0042] 图1是示出本发明的第一实施方式的电子设备1及触控笔10的结构图。本实施方式的电子设备1是例如平板型的计算机,如该图所示,构成为具有主机处理器2、液晶显示装置3、传感器控制器4(设备)及触摸传感器5。触控笔10是上述的主动触控笔。

[0043] 主机处理器2是具有处理器2a和存储器2b的计算机,通过处理器2a将存储于存储器2b的程序读出并执行来进行包括图示的液晶显示装置3及传感器控制器4的电子设备1的各部的控制、包括描绘用的应用的各种应用的执行等各种处理。存储器2b包括DRAM(Dynamic Random Access Memory:动态随机存取存储器)等主存储器和快闪存储器等辅助存储装置。

[0044] 液晶显示装置3是具备具有呈矩阵状配置的多个像素的液晶面板3a(显示部)和通过驱动该液晶面板3a来进行任意的显示的驱动电路(未图示)的装置。驱动电路构成为接受主机处理器2的控制而驱动液晶面板3a的各像素。

[0045] 传感器控制器4及触摸传感器5是相对于主机处理器2的输入装置。具体说明,首先,触摸传感器5构成为具有用于供触控笔10或用户的手指触摸的平面即触摸面5a(操作面)和配置于触摸面5a的正下方的各多个线状电极5x、5y。触摸面5a与液晶显示装置3的液晶面板3a重叠设置,多个线状电极5x、5y配置于触摸面5a与液晶面板3a之间。多个线状电极5x分别在图示的y方向(触摸面5a内的方向)上延伸,且在图示的x方向(在触摸面5a内与y方向正交的方向)上以相等间隔配置。另外,多个线状电极5y分别在图示的x方向上延伸,且在图示的y方向上以相等间隔配置。也可以将多个线状电极5x、5y的一方与液晶面板3a内的共用电极(未图示)共用。

[0046] 传感器控制器4是具有处理器4a和存储器4b的定制LSI(集成电路),构成为通过处理器4a将存储于存储器4b的程序读出并执行,能够检测触摸面5a上的触控笔10及用户的手指的指示位置,并且接收触控笔10发送出的数据信号。触控笔10的指示位置的检测通过静电电容方式或主动静电方式来执行。另外,用户的手指的位置的检测通过静电电容方式来执行。

[0047] 静电电容方式是基于在多个线状电极5x、5y与设置于触控笔10的笔尖的附近的笔电极10a(参照图5)或用户的手指之间产生的静电电容的变化来取得各指示位置的方式。在进行基于静电电容方式的位置检测的情况下,传感器控制器4将规定的检测用信号向多个线状电极5x的各自供给,测定多个线状电极5y各自的电位。在笔电极10a或用户的手指接近某线状电极5x与线状电极5y的交点的情况下,从该线状电极5x朝向该线状电极5y流动的电荷的一部分会朝向用户的人体流出,因此关于该线状电极5y测定的电流或电位变小。传感器控制器4利用该变化来进行触控笔10或用户的手指的指示位置的检测。

[0048] 主动静电方式是利用触摸传感器5接收触控笔10发送出的笔信号,基于该结果来检测触控笔10的指示位置的方式。如上所述,在笔信号中包括是无调制的突发信号的位置信号和表示与触控笔10相关联的各种数据的数据信号。各种数据包括表示向触控笔10的笔尖施加的压力的笔压数据、表示触控笔10的侧开关(未图示)的接通断开的侧开关信息、对触控笔10预先分配的固有ID等。

[0049] 在进行基于主动静电方式的指示位置的检测的情况下,传感器控制器4利用多个线状电极5x、5y的各自接收位置信号,基于该结果来检测触控笔10的指示位置。另外,传感器控制器4使用多个线状电极5x、5y中的与检测到的指示位置最近的线状电极来进行触控笔10检测到的数据信号的接收。

[0050] 传感器控制器4构成为,将表示如以上这样检测到的触控笔10及用户的手指的指示位置的坐标和从触控笔10接收到的数据信号中包含的各种数据对主机处理器2报告。不过,关于触控笔10的指示位置,将利用后述的修正表(存储于存储器4b)修正后的坐标设为报告的对象。关于这一点的详情将在后文叙述。另外,传感器控制器4构成为基于从触控笔10接收的笔压数据来进行表示触控笔10接触了触摸面5a的落笔信息和表示触控笔10离开了触摸面5a的抬笔信息的取得,并在各自的定时下对主机处理器2报告。

[0051] 主机处理器2接受从传感器控制器4输入了坐标这一情况,基于在坐标位置处进行动作的操作系统的桌面或在前台进行动作的应用的状况来进行指示器的显示。其中,指示

器的显示通过在液晶显示装置3的面板面上的与输入的坐标对应的笔尖的位置显示规定的指示器图像来进行。

[0052] 根据描绘应用等应用,指示器的位置如由作为墨水数据而从传感器控制器4依次供给的多个坐标的各自形成的一连串轨迹那样显示。主机处理器2关于用户的手指,以坐标的输入开始为契机而开始墨水数据的生成,以坐标的输入结束为契机而结束墨水数据的生成。另一方面,关于触控笔10,以落笔信息的输入为契机而开始墨水数据的生成,以抬笔信息的输入为契机而结束墨水数据的生成。需要说明的是,在关于触控笔10生成墨水数据时,主机处理器2基于从触控笔10接收的笔压数据、侧开关信息、固有ID等,也进行构成墨水数据的曲线数据的宽度和/或透明度的控制。主机处理器2进行生成的墨水数据的渲染而使其显示于液晶显示装置3,并且使生成的墨水数据存储于存储器2b。

[0053] 图2是示出存储于存储器4b的修正表的图。修正表是针对配置于触摸面5a上的多个位置的各自存储校正值(位置校正值)的表,在工场出货时的阶段中向存储器4b内保存。如该图所示,校正值由从对应的位置(x_i, y_i) (i 是0以上的整数)起的方向(A_i)及距离(D_i)表现。保存于修正表的多个位置的选择方法没有特别的限定,例如可以利用与液晶面板3a的各像素对应的位置,也可以利用与多个线状电极5x、5y的各交点对应的位置。另外,修正表可以具有相对于位置(x_i)及位置(y_i)的各自的校正值,也可以取代绝对的位置而利用从最近的线状电极或交点起的相对的位置($\Delta x_i, \Delta y_i$)。

[0054] 图3是说明需要修正表的理由的图。在该图中,将线状电极5x、5y分别图示了各2条。如该图所示,实际的线状电极5x、5y有时不是单纯的长方形,而是分别具有多个菱形被系成一串的形状。各菱形的尺寸及配置以使线状电极5x、5y在菱形的连接部分处相交的方式设定。另外,虽然未图示,但菱形的内部不是由均匀的导体而是由网状的导线填埋。

[0055] 触控笔10发送出的笔信号在传感器控制器4中的接收电平根据触控笔10与线状电极5x、5y的相对的位置关系而变化。在如图3那样将线状电极5x、5y形成为菱形的情况下,越接近线状电极5x、5y的边缘则笔信号的接收电平越大,因此粗略地说,在图示的区域5xa、5ya中接收电平变得比较大,在图示的区域5xb、5yb中接收电平变得比较小。另外,即使在将线状导体5x、5y形成为条纹状的情况下,笔信号的接收电平也同样地根据触控笔10的指示位置与线状电极5x、5y的位置关系而变化。这样,作为笔信号的接收电平根据触摸面5a内的位置而变化的结果,基于位置信号检测的指示位置会从本来的指示位置(笔尖与触摸面5a的接触位置)稍微偏离。修正表为了修正这样的偏离而准备。

[0056] 图4是示出包括使用修正表的检测位置的修正处理的电子设备1的动作用的序列图。如该图所示,传感器控制器4当检测到触控笔10的指示位置时(步骤S1.暂定指示位置检测步骤),将与检测到的指示位置对应的校正值从修正表读出,基于读出的校正值来修正指示位置,从而导出输出位置(步骤S2.修正步骤)。然后,将导出的输出位置对主机处理器2报告(步骤S3.输出步骤)。

[0057] 接受了输出位置的报告的主机处理器2基于输入的输出位置来生成上述的墨水数据(步骤S5)。然后,执行生成的墨水数据的渲染(步骤S6),通过作为其结果而得到的描绘数据来控制液晶显示装置3的显示(步骤S7)。由此,用户使用触控笔10在触摸面5a上描绘的线在液晶面板3a上显示。

[0058] 本实施方式的电子设备1在“除了以上的处理之外,还进行使通过用户将触控笔10

相对于触摸面5a斜着保持而产生的笔坐标与墨水数据的显示位置的偏离反映于修正表的处理”这一点上具有特征。以下,对这一点进行详细说明。

[0059] 图5是本实施方式的触控笔10的结构以及暂定指示位置PI、指示位置P0及校正值C (PI) 的说明图。暂定指示位置PI是在图3的步骤S4中传感器控制器4检测的指示位置,指示位置P0是触控笔10与触摸面5a实际接触的位置。

[0060] 如图5所示,在触控笔10的内部设置有作为笔信号的发送天线发挥功能的笔电极10a。笔电极10a具体而言是沿着触控笔10的轴向具有一定的长度的导体,因此若用户将触控笔10相对于触摸面5a斜着保持,则如图5所示,在暂定指示位置PI与指示位置P0之间产生偏离。电子设备1为了修正该偏离,在液晶面板3a上显示规定图案并让用户描摹,基于该结果,将相当于暂定指示位置PI与指示位置P0之间的偏离的量的校正值C (PI) 针对存储于修正表的各位置导出,利用导出的校正值C (PI) 来更新修正表。通过这样,只要用户继续相同的拿法,就能够消除暂定指示位置PI与指示位置P0之间的偏离。另外,利用该方法修正后的坐标能够设为也吸收了因显示面和覆盖显示面的玻璃的厚度等而产生的视差误差的位置。

[0061] 图6是示出本实施方式的修正表更新处理的流程图。修正表更新处理是主机处理器2及传感器控制器4协同执行的处理,在该图的(a)中示出主机处理器2侧的处理,在该图的(b)中示出传感器控制器4侧的处理。

[0062] 首先参照图6(a),主机处理器2构成为执行将用于催促用户实施使用触控笔10在触摸面5a上在规定的连续区间内描摹的操作的规定图案在液晶面板3a上显示的处理(步骤S10)和将表示该规定图案的显示位置及显示期间的反馈信息向传感器控制器4发送的处理(步骤S11)。

[0063] 图7是示出在图6的步骤S10中显示的规定图案的一例的图。该例的主机处理器2显示相当于液晶面板3a的画面的对角线的线段P作为规定图案。不过,规定图案的具体形状不限于该线段P。例如,也可以使用相当于液晶面板3a的画面的一边的线段作为规定图案。另外,还可以使用曲线、折线作为规定图案。

[0064] 接着参照图6(b),传感器控制器4接收主机处理器2在步骤S11中发送出的反馈信息(步骤S20。接收步骤),并且取得由反馈信息表示的显示期间的触控笔10的一系列指示位置(步骤S21)。在此取得的指示位置是在图4的步骤S1中检测的指示位置(利用修正表修正前的指示位置)。然后,进行基于取得的一系列指示位置和由反馈信息表示的规定图案的显示位置来更新修正表的处理(步骤S22。反馈步骤)。在该处理中,存储于修正表的多个校正值中的至少一部分被更新。这样,若通过反馈信息能够得到主机处理器2当前正在进行何种显示的信息,则传感器控制器4能够在用户正在对触控笔10进行按照其显示的描摹操作这一前提下得到校正值。

[0065] 图8是说明在步骤S22中执行的处理的一例的图。该例的传感器控制器4进行将一系列指示位置PI的各个向线段P上投影的处理。此时,将检测到落笔时的指示位置PI与线段P的起点建立对应,将检测到抬笔时的指示位置PI与线段P的终点建立对应,将中途的指示位置PI与线段P的中途的点建立对应。然后,将以各指示位置PI为起点且以对应的投影点为终点的矢量的方向及长度作为校正值C (PI) 导出。然后,利用这样导出的校正值C (PI) 来更新修正表。

[0066] 在此,在步骤S21中取得的指示位置PI有时与保存于修正表的多个位置都不一致。

另外,仅靠通过描摹规定图案而得到的一系列指示位置PI的话,难以包罗保存于修正表的多个位置。于是,传感器控制器4也可以通过对关于通过描摹规定图案而得到的一系列指示位置PI导出的校正值C (PI) 进行外插,来导出关于其他位置的校正值C (PI)。具体而言,例如,可以求出对检测到的一系列坐标进行了直线近似的情况下的与直线的截距对应的偏差量,将该偏差量设为显示了规定图案的描摹位置附近的校正值。通过这样,即使关于通过描摹规定图案而得到的一系列指示位置PI中不包含的位置,也能够更新修正表。

[0067] 如以上说明这样,根据本实施方式,能够基于在液晶面板3a显示有规定图案时的触摸面5a上的触控笔10的指示位置和该规定图案在液晶面板3a上的显示位置来更新修正表内的校正值。因此,能够准确地修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离。

[0068] 需要说明的是,在本实施方式中,举出了作为规定图案而如图7所示那样仅使用1个线段P的情况,但也可以使用多个图案。在该情况下,图6 (a) (b) 所示的处理优选针对各图案执行。即,优选以将多个图案依次显示于液晶面板3a的方式构成主机处理器2,在每当由主机处理器2进行多个图案的各个的显示时,利用传感器控制器4来执行图6 (b) 所示的各处理。

[0069] 另外,反馈信息只要是能够将主机处理器2当前显示的显示图案向传感器控制器4传递的信息就足够了,也可以是缩短的数据。例如,只要在传感器控制器4与主机处理器2 (在主机处理器2中动作的规定的程序) 之间实现确定,则也可以是识别描摹位置、描摹的形状等显示图案的ID这样的数据。

[0070] 另外,主机处理器2在图6的步骤S10中显示规定图案时,也可以将用于对用户指定规定图案的显示中的触控笔的把持角度的把持角度指定信息也显示于液晶面板3a。通过这样,能够在触控笔10以指定的角度被把持的状态下进行修正表的更新。把持角度的指定可以是“请相对于面板面垂直把持”等指定角度的值,也可以是“请以平时拿笔的角度把持”等平时的使用状况的角度指定。而且,还可以是指定平时使用触控笔描绘的视点的位置。通过这样,能够导出用户在平时自然进行描绘的视点位置自然把持主动触控笔10的状态下的校正量。

[0071] 另外,主机处理器2也可以使相同的图案多次显示于液晶面板3a,每次从传感器控制器4取得一系列指示位置,通过进行基于它们的统计处理来取得应该在修正表设定的校正值。该情况下的统计处理优选包括通过将一系列指示位置近似为规定的函数而得到的近似式与显示于液晶面板3a的图案之间的误差的导出处理,更优选是基于导出的误差来对与配置于触摸面5a上的多个位置中的各个位置相适的位置校正值进行机器学习的处理。另外,该情况下的反馈信息优选包括表示统计处理的结果的信息 (更具体而言是用于向减小导出的误差的方向变更校正值的信息),传感器控制器4优选基于该反馈信息来更新修正表。

[0072] 另外,在本实施方式中,将修正表保存于传感器控制器4的存储器4b,设为指示位置的修正处理及修正表的更新处理都由传感器控制器4进行,但也可以将修正表保存于主机处理器2的存储器2b,设为指示位置的修正处理及修正表的更新处理都由主机处理器2进行。

[0073] 另外,在本实施方式中,虽然说明了对存储指示位置的校正值的修正表进行更新的例,但本发明也能够应用于对存储触控笔10的倾斜角、方位角等位置以外的物理量的校

正值的修正表进行更新的情况。以下,关于倾斜角,一边参照图9~图11一边详细说明。虽然详细的说明省略,但关于方位角也是同样。

[0074] 图9是示出本实施方式的变形例的修正表的图。该修正表存储有相对于触控笔10的倾斜角的校正值(倾斜角校正值)。倾斜角校正值由角度的差值($\Delta\theta$)表示。虽然未图示,但保存倾斜角的校正值的修正表与保存位置的校正值的修正表同样,可以针对各部分区域具有与1维或2维位置或各相对位置对应的校正值,或者,也可以使用除了位置之外还加入了倾斜值的3维的修正表。

[0075] 图10是示出包括使用了本变形例的修正表的倾斜的修正处理的电子设备1的运动的序列图。需要说明的是,虽然在该图中省略,但以下说明的步骤S31~S33与图4所示的步骤S1~S3平行地执行。

[0076] 本变形例的传感器控制器4首先检测触控笔10的倾斜角(步骤S31)。关于倾斜角的具体检测方法,将在后述的第二实施方式中详细说明。接着,传感器控制器4将倾斜角校正值从修正表读出,通过基于读出的倾斜角校正值修正倾斜角来导出输出用的倾斜角(步骤S32)。然后,将导出的输出用的倾斜角对主机处理器2报告(步骤S3)。接受了倾斜角的报告的主机处理器2的处理与图4所示的步骤S5~S7的处理是同样的。不过,在该情况下,步骤S5中的墨水数据的生成也基于倾斜角而执行。

[0077] 图11是示出本变形例的修正表更新处理的流程图。与图6的情况同样,该情况下的修正表更新处理也是主机处理器2及传感器控制器4协同执行的处理,在该图的(a)中示出主机处理器2侧的处理,在该图的(b)中示出传感器控制器4侧的处理。需要说明的是,虽然在该图中省略,但图11(b)所示的步骤S51、S52与图6(b)所示的步骤S21、S22平行地执行。

[0078] 首先参照图11(a),主机处理器2将上述的把持角度指定信息和与图6(a)的情况同样的规定的图案一起显示于液晶面板3a上(步骤S40)。然后,将表示规定图案的显示位置及显示期间以及把持角度指定信息的反馈信息向传感器控制器4发送(步骤S41)。

[0079] 接着参照图11(b),传感器控制器4接收主机处理器2在步骤S11中发送出的反馈信息(步骤S50),并且取得由反馈信息表示的显示期间内的触控笔10的倾斜角(步骤S51)。在此取得的倾斜角优选设为在图10的步骤S31中检测的倾斜角(利用修正表修正前的倾斜角)在上述显示期间内的平均值。然后,进行基于取得的倾斜角和反馈信息中包含的把持角度指定信息来更新修正表的处理(步骤S52)。具体而言,以使在图10的步骤S32中导出的修正后的倾斜角接近由把持角度指定信息表示的倾斜角的方式更新倾斜角校正值。通过这样,能够使向主机处理器2供给的倾斜角接近实际的倾斜角的值。

[0080] 接着,对本发明的第二实施方式进行说明。本实施方式的电子设备1的基本的结构及功能与在第一实施方式中说明的电子设备1是同样的。本实施方式的特征在于传感器控制器4基于触控笔10的倾斜角而实时地修正触控笔10的指示位置这一点。以下,以该特征为中心来详细说明。

[0081] 图12是本实施方式的触控笔10的结构以及第一指示位置PI1、第二指示位置PI2、指示位置P0及校正值C(PI)的说明图。如该图所示,本实施方式的触控笔10在笔尖的附近除了图5所示的笔电极10a(第一电极)之外,还具有用于检测倾斜角的追加电极10b(第二电极)。追加电极10b设置于与笔尖侧的端部相反一侧的笔电极10a的端部附近。

[0082] 第一指示位置PI1是使用笔电极10a检测的位置(第一值),第二指示位置PI2是使

用追加电极10b检测的位置(第二值)。传感器控制器4在第一指示位置PI1及第二指示位置PI2的检测中使用的具体的方式是任意的,但例如可以将第一指示位置PI1利用静电电容方式来检测,将第二指示位置PI2利用主动静电方式来检测。在该情况下,基于静电电容方式的第一指示位置PI1的检测基于在图1所示的多个线状电极5x、5y与笔电极10a之间产生的静电电容的变化来执行。另外,基于主动静电方式的第二指示位置PI2的检测基于触控笔10通过追加电极10b而发送出的笔信号(更具体而言是上述的位置信号)来执行。各自的更详细的检测方法如上所述。在利用静电电容方式来进行第一指示位置PI1的检测时,需要进行用户的手指的指示位置和笔电极10a的指示位置的识别,但例如通过“若检测到的指示位置从即刻之前检测到的第二指示位置PI2起处于规定范围内则判定为笔电极10a的指示位置,若不是这样则判定为用户的手指的指示位置”来识别即可。

[0083] 传感器控制器4也可以将第一指示位置PI1及第二指示位置PI2双方利用主动静电方式来检测。在该情况下,触控笔10将使用笔电极10a作为天线的笔信号的发送和使用追加电极10b作为天线的笔信号的发送以时间分割来进行。另外,在各笔信号中包括表示作为发送用的天线而使用的电极的1位的信息。通过这样,传感器控制器4能够识别笔信号是从笔电极10a及追加电极10b的哪一个发送出的,并依次接收双方。并且,能够取得基于从笔电极10a发送出的笔信号而检测到的指示位置作为第一指示位置PI1,并取得基于从追加电极10b发送出的笔信号而检测到的指示位置作为第二指示位置PI2。

[0084] 若触控笔10相对于触摸面5a未倾斜,则第一指示位置PI1、第二指示位置PI2及指示位置P0成为相同的值。另一方面,如从图12所理解那样,若触控笔10相对于触摸面5a倾斜,则成为互相不同的值。在该情况下,第二指示位置PI2、第一指示位置PI1及指示位置P0依次在直线上排列,第一指示位置PI1与指示位置P0之间的距离D1及第二指示位置PI2与第一指示位置PI1之间的距离D2都成为触控笔10的倾斜越大则越大的值。另外,距离D1成为距离D2越大则越大的值。

[0085] 如图12所示,应该取得的第一指示位置PI1的校正值C(PI)成为与距离D1相同的大小的值。本实施方式的传感器控制器4构成为,基于第二指示位置PI2来取得该校正值C(PI),通过基于取得的校正值C(PI)对第一指示位置PI1进行修正来导出输出位置。这样导出的指示位置与指示位置P0相等。以下,一边参照传感器控制器4进行的输出位置报告处理的流程图,一边对该修正及输出位置的导出进行详细说明。

[0086] 图13是示出本实施方式的传感器控制器4所进行的输出位置报告处理的流程图。如该图所示,传感器控制器4首先利用主动静电方式来取得触控笔10的第二指示位置PI2(步骤S60。第二值取得步骤)。接着,传感器控制器4利用主动静电方式或静电电容方式来取得触控笔10的第一指示位置PI1(步骤S61。第一值取得步骤)。然后,基于最新的第一指示位置PI1及第二指示位置PI2来取得第一指示位置PI1的校正值(步骤S62)。

[0087] 图14是在步骤S62中实施的处理的说明图。该图所示的距离D3、D4分别是笔电极10a的中心与追加电极10b的中心之间的距离及触控笔10的笔尖与追加电极10b的中心之间的距离,都是已知的值。因此,如从图14所理解那样,通过将以下的式(1)关于校正值C(PI)求解,能够导出校正值C(PI)。

[0088] $C(PI) + D2 : D4 = C(PI) : D4 - D3 \cdots (1)$

[0089] 式(2)示出将式(1)关于校正值C(PI)求解的结果。在步骤S62中,使用该式(2)来导

出第一指示位置PI1的校正值C (PI)。

[0090] $C(PI) = (D4-D3) \times D2/D3 \cdots (2)$

[0091] 在此,式(2)内出现的D2/D3若使用图14所示的触控笔10的倾斜角 θ 则能够如以下的式(3)这样表示。

[0092] $D2/D3 = \cos\theta \cdots (3)$

[0093] 因此,能够将上述的式(2)如以下的式(4)这样改写。在步骤S62的处理中,也可以首先使用式(3)来根据距离D2、D3求出倾斜角 θ (或其余弦),通过将该结果向式(4)代入来导出第一指示位置PI1的校正值C (PI)。

[0094] $C(PI) = (D4-D3) \times \cos\theta \cdots (4)$

[0095] 需要说明的是,校正值的导出也可以通过从事先存储有与PI2与PI1之间的距离对应的校正量C (I)的存储器读出该校正量C (I)来进行。另外,倾斜 θ 也可以将面板面的法线方向定义为 0° 。

[0096] 返回图13,取得了校正值C (PI)的传感器控制器4接着通过基于取得的校正值C (PI)对第一指示位置PI1进行修正来导出输出位置(步骤S63.修正步骤)。从图14明显可知,这样导出的输出位置成为连结第一指示位置PI1与第二指示位置PI2的线段的外分点。

[0097] 传感器控制器4将这样导出的输出位置对主机处理器2报告(步骤S64.输出步骤)。由此,报告根据基于第二指示位置PI2取得的校正值C (PI)而被修正后的第一指示位置PI1(=指示位置P0)。

[0098] 在报告输出位置后,传感器控制器4判定是否将第一指示位置PI1的取得反复进行了规定次数(步骤S65)。虽然未图示,但该判定处理在触控笔10中也同样地实施。并且,在判定为还未反复进行规定次数的情况下返回步骤S61,在判定为反复进行了规定次数的情况下返回步骤S60。由此,第二指示位置PI2的取得以每当执行多次第一指示位置PI1的取得时执行1次第二指示位置PI2的取得的频度执行。通过这样,能够提高第一指示位置PI1的取得频度。

[0099] 如以上说明这样,根据本实施方式,能够基于第二指示位置PI2来修正触控笔10的指示位置,能够准确地修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离。

[0100] 需要说明的是,在本实施方式中,虽然基于第二指示位置PI2来修正触控笔10的指示位置,但也可以基于第二指示位置PI2以外的与触控笔10相关联的值(第二值)来修正触控笔10的指示位置。例如,在触控笔10搭载陀螺仪的情况下,也可以根据该陀螺仪的输出取得触控笔10的倾斜角 θ ,利用上述的式(4)求出校正值C (PI),使用该结果来修正触控笔10的指示位置。

[0101] 另外,在图13的步骤S60中取得第二指示位置PI2时,取得的第二指示位置PI2位于液晶面板3a的画面外的区域(所谓的边框区域)的情况下,也可以不使用该第二指示位置PI2,而使用在此之前取得的最新的倾斜角 θ 来进行指示位置的修正。以下,一边参照图15及图16一边对这一点进行详细说明。

[0102] 图15是本实施方式的第一变形例的说明图。如该图所示,液晶显示装置3的液晶面板3a具有在显示区域3aa的周围设置有边框区域3ab的结构。在边框区域3ab内配置将显示区域3aa内的电极等与液晶显示装置3的驱动电路(未图示)连接所需的各种配线。触摸面5a如图15所示那样形成为比显示区域3aa稍大,由此,传感器控制器4构成为在显示区域3aa的

周边也能够检测触控笔10的指示位置。

[0103] 在此,在触控笔10位于触摸面5a的缘部附近的情况下,有可能产生笔电极10a位于触摸面5a的内侧但追加电极10b位于触摸面5a的外侧这一状态。这样一来,传感器控制器4在图13的步骤S60中在第二指示位置PI2的取得上会失败,因此无法在步骤S62中取得校正值。

[0104] 于是,在本变形例中,将传感器控制器4构成为,首先,作为前提,在执行步骤S62的处理前导出倾斜角 θ (或其余弦),在步骤S62中,通过将该倾斜角 θ 向上述的式(4)代入来导出第一指示位置PI1的校正值C(PI)。并且,将传感器控制器4构成为,在第二指示位置PI2没能正常取得的情况下,使用在此之前导出的最新的倾斜角 θ 来执行校正值的导出。通过这样,即使在第二指示位置PI2的取得上失败的情况下,也能够继续导出校正值C(PI)。以下,一边参照本变形例的传感器控制器4所进行的输出位置报告处理的流程图,一边对该处理进行详细说明。

[0105] 图16是示出本变形例的传感器控制器4所进行的输出位置报告处理的流程图。如与图13比较所理解那样,该流程图将步骤S62分解成了步骤S62a~S62d。以下,着眼于与图13的流程图的不同点来说明。

[0106] 在步骤S61中取得了第一指示位置PI1的传感器控制器4判定在步骤S60中是否正常取得了第二指示位置PI2(步骤S62a)。并且,在判定为正常取得的情况下,基于第一指示位置PI1及第二指示位置PI2来导出触控笔的倾斜角 θ (或其余弦),并将其保存于存储器4b(参照图1)(步骤S62b)。该导出具体而言通过上述的式(3)来进行即可。

[0107] 另一方面,在步骤S62a中判定为未正常取得的情况下,从存储器4b读出触控笔的倾斜角 θ (步骤S62c)。由此,读出在此之前导出的最新的倾斜角 θ 。

[0108] 在步骤S62b或步骤S62c结束后,传感器控制器4基于在步骤S62b中导出的倾斜角 θ 或在步骤S62c中读出的倾斜角 θ 来取得第一指示位置PI1的校正值C(PI)(步骤S62d)。该取得具体而言通过上述的式(4)来进行即可。

[0109] 这样,根据本变形例,即使在由于触控笔10位于触摸面5a的缘部附近所以第二指示位置PI2无法正常取得的情况下,也能够使用在此之前取得的倾斜角 θ 来导出第一指示位置PI1的校正值C(PI)。需要说明的是,触控笔10位于图15所示的边框区域3ab内的情况通常可认为是因书写的势头而触控笔10向显示区域3aa外跑出的情况,在这样的情况下可认为倾斜角 θ 维持一定值,因此即使如本变形例这样使用过去导出的倾斜角 θ ,也可认为描绘结果几乎不会变得不自然。

[0110] 另外,在本实施方式中,为了取得第二指示位置PI2而使用了追加电极10b,但也可以通过其他方法来取得第二指示位置PI2。以下,一边参照图17一边对其一例进行说明。

[0111] 图17是本实施方式的第二变形例的触控笔10的结构以及第一指示位置PI1、第二指示位置PI2、指示位置P0及校正值C(PI)的说明图。如该图所示,在本变形例的触控笔10未设置追加电极10b。

[0112] 本变形例的传感器控制器4构成为,基于触控笔10通过笔电极10a而发送出的笔信号来取得第一指示位置PI1,另一方面,基于在多个线状电极5x、5y(参照图1)与笔电极10a之间产生的静电容的变化来取得第二指示位置PI2。也就是说,在本变形例中,利用静电容方式和主动静电方式双方来检测相同的笔电极10a,将分别检测到的指示位置作为第一指

示位置PI1及第二指示位置PI2而取得。

[0113] 在存储器4b内预先保存表示本变形例的距离D2(第二指示位置PI2与第一指示位置PI1之间的距离)与触控笔10的倾斜角 θ 之间的关系的函数作为触控笔10的特性之一。传感器控制器4根据从触控笔10接收到的固有ID来从存储器4b读出该函数,通过取代式(3)而使用读出的函数来导出倾斜角 θ 。这样,由于在本变形例中也能够导出倾斜角 θ ,所以传感器控制器4之后能够与参照图13或图16说明的处理同样地取得校正值C(PI),基于取得的校正值C(PI)来修正第一指示位置PI1。因此,在本变形例中,也能够准确地修正笔坐标与墨水数据的显示位置之间的偏离。

[0114] 需要说明的是,根据在第二实施方式中说明的倾斜角 θ ,也可以不是对修正前的第一指示位置PI1而是对修正后的第一指示位置PI1进行实施方式1的坐标校正。根据该结构,存在以下的可能性:能够通过第二实施方式所示的计算负荷比较少的运算来导出大的误差,之后对运算结果保存或更新修正表,能够将第一实施方式的表利用更小的存储器来构成。

[0115] 另外,修正表也可以作为数据构造而未必以表的形状保存。例如,只要是以根据位置而得到校正量的方式建立了对应的修正数据就足够了,也可以是列表、排列、LUT、地址对应、规定的函数近似、神经网络或对其进行再生的系数行列这样的数据构造。

[0116] 以上,虽然对本发明的优选的实施方式进行了说明,但本发明丝毫不限定于这样的实施方式,本发明当然能够在不脱离其主旨的范围内以各种方案来实施。

[0117] 标号说明

[0118] 1 电子设备

[0119] 2 主机处理器

[0120] 2a 处理器

[0121] 2b 存储器

[0122] 3 液晶显示装置

[0123] 3a 液晶面板

[0124] 3aa 显示区域

[0125] 3ab 边框区域

[0126] 4 传感器控制器

[0127] 4a 处理器

[0128] 4b 存储器

[0129] 5 触摸传感器

[0130] 5a 触摸面

[0131] 5x、5y 线状电极

[0132] 10 触控笔

[0133] 10a 笔电极

[0134] 10b 追加电极。

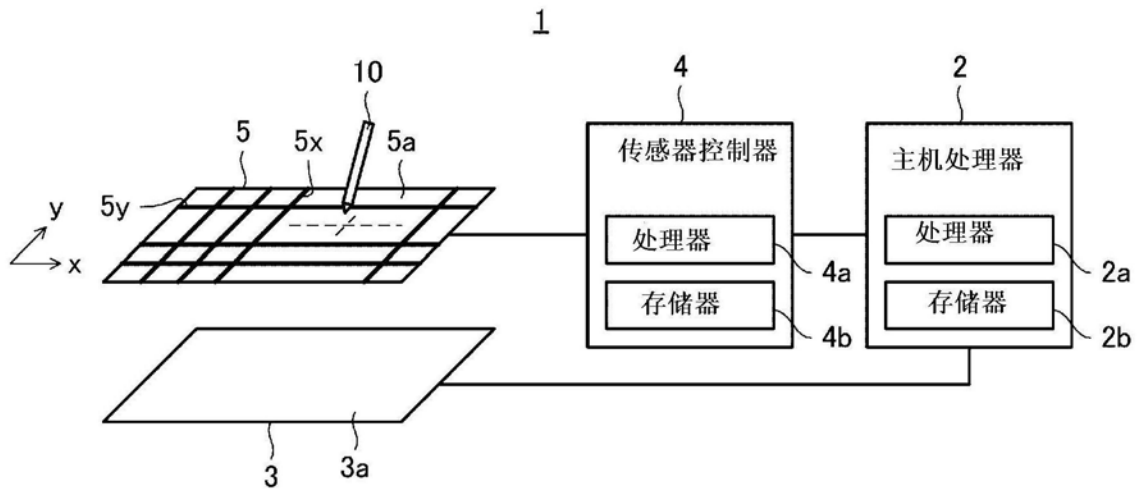


图1

位置	校正值
(x0,y0)	(A0,D0)
(x1,y1)	(A1,D1)
(x2,y2)	(A2,D2)
⋮	⋮

图2

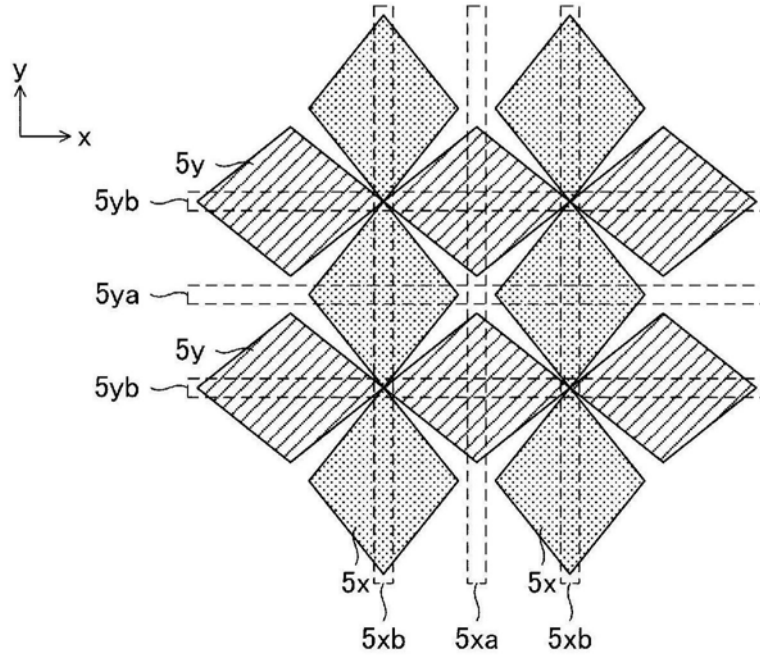


图3

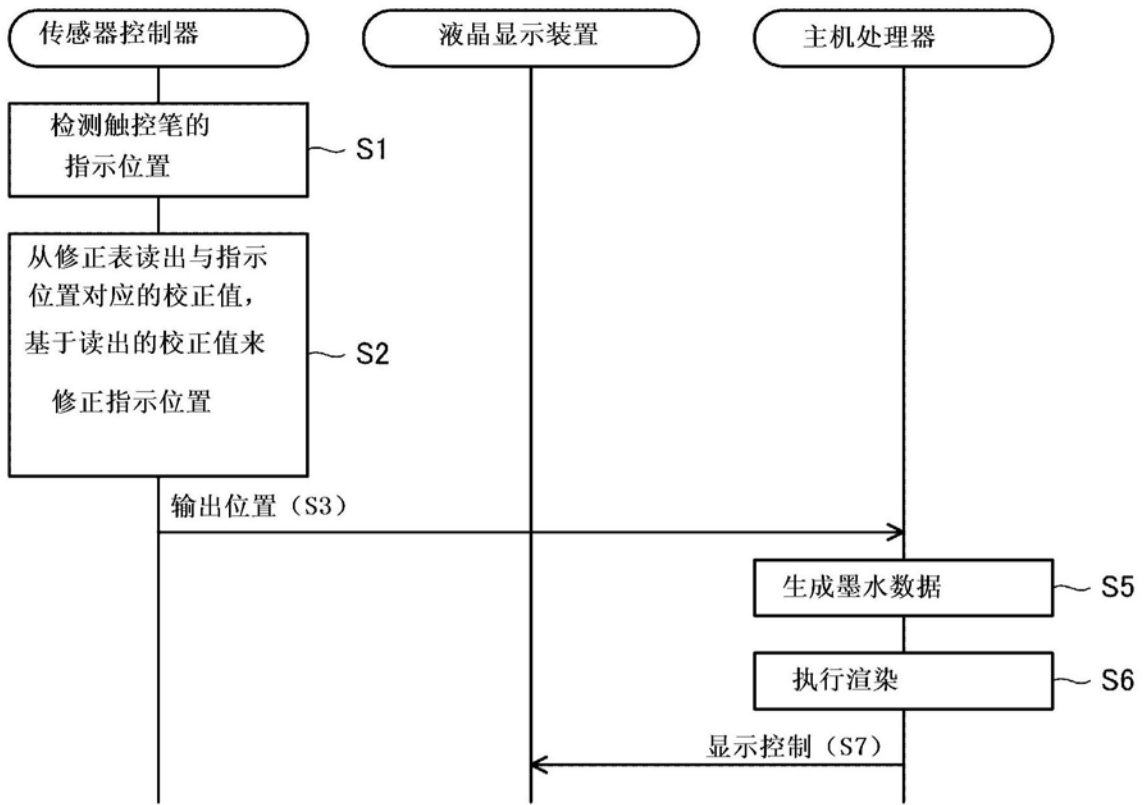


图4

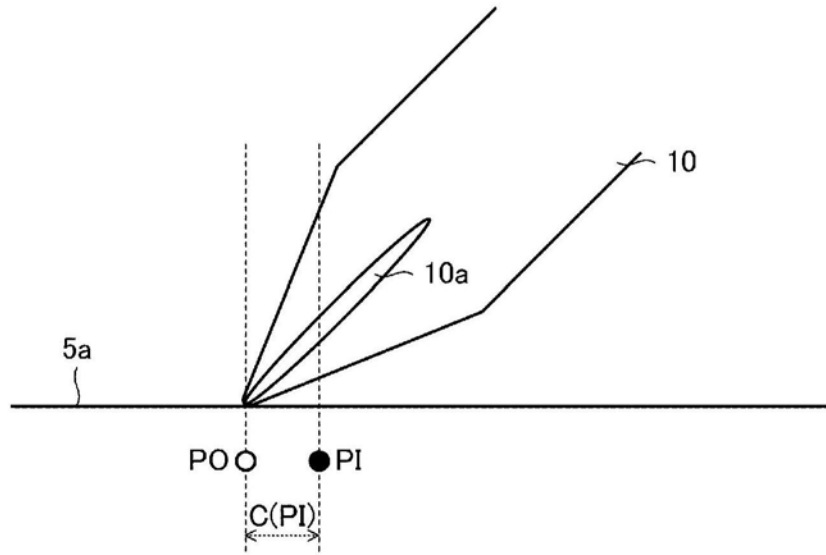
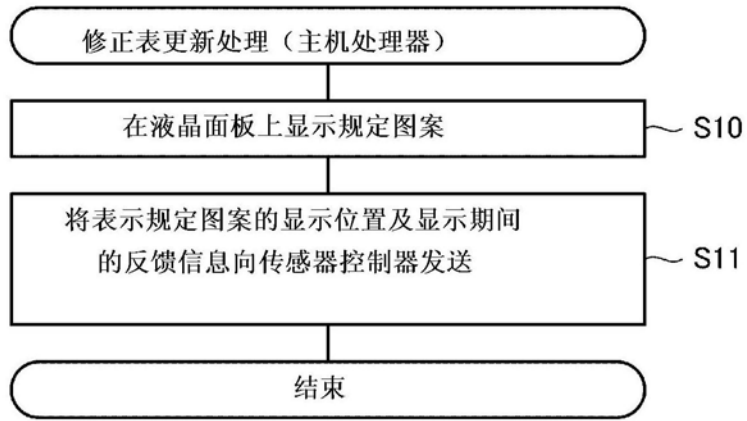
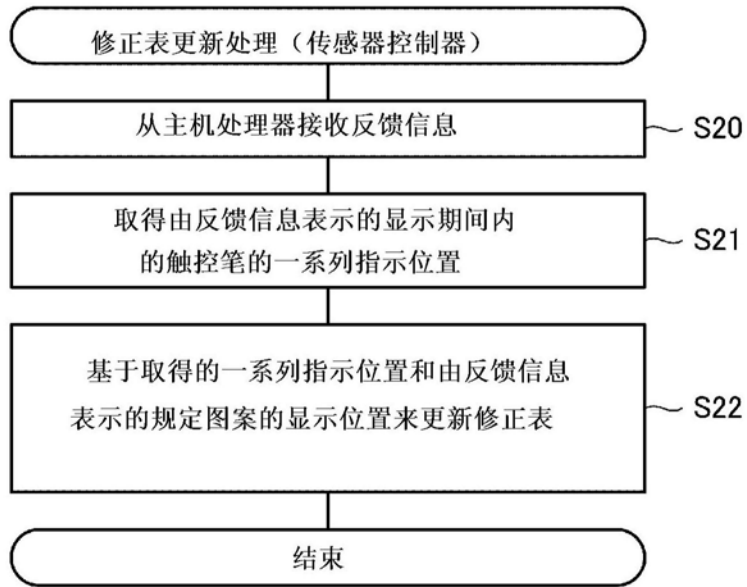


图5



(a)



(b)

图6

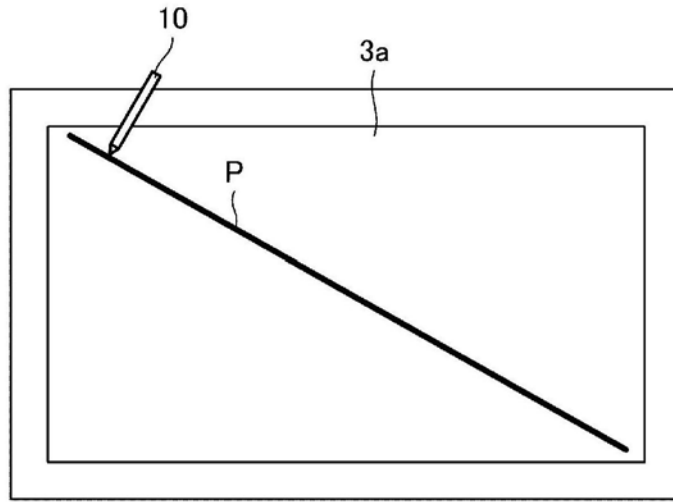


图7

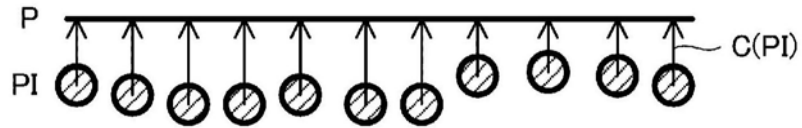


图8

校正值
$\Delta \theta$

图9

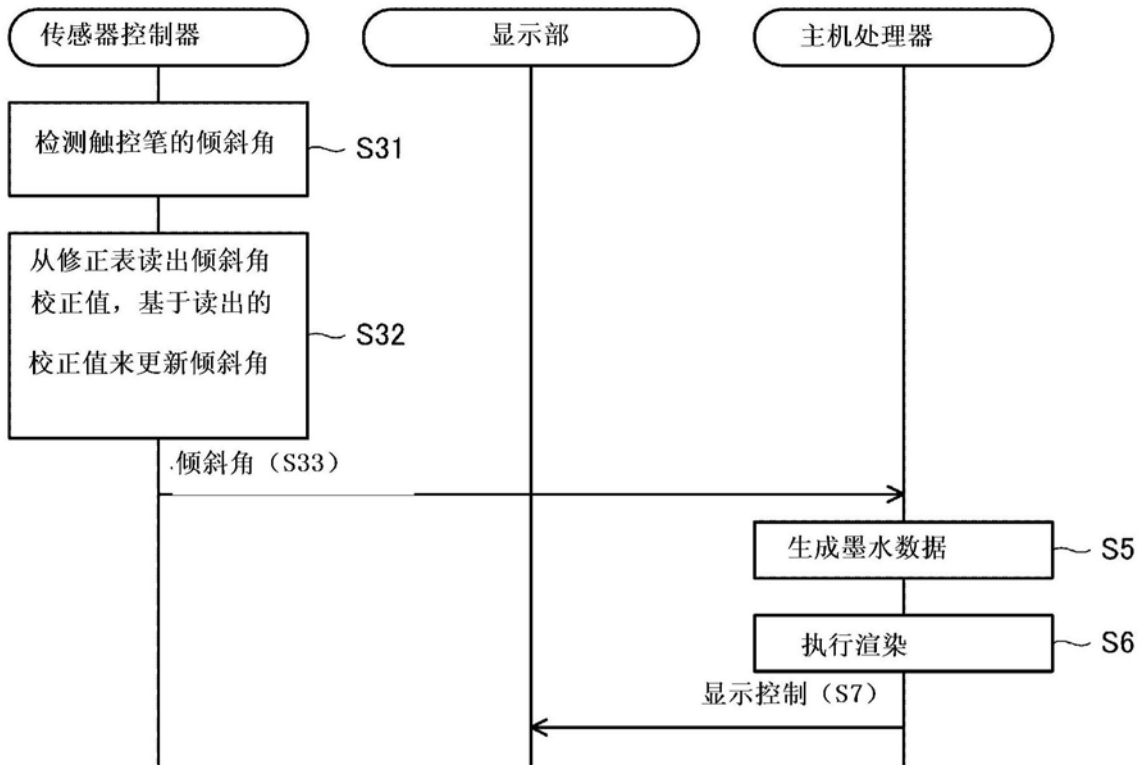


图10

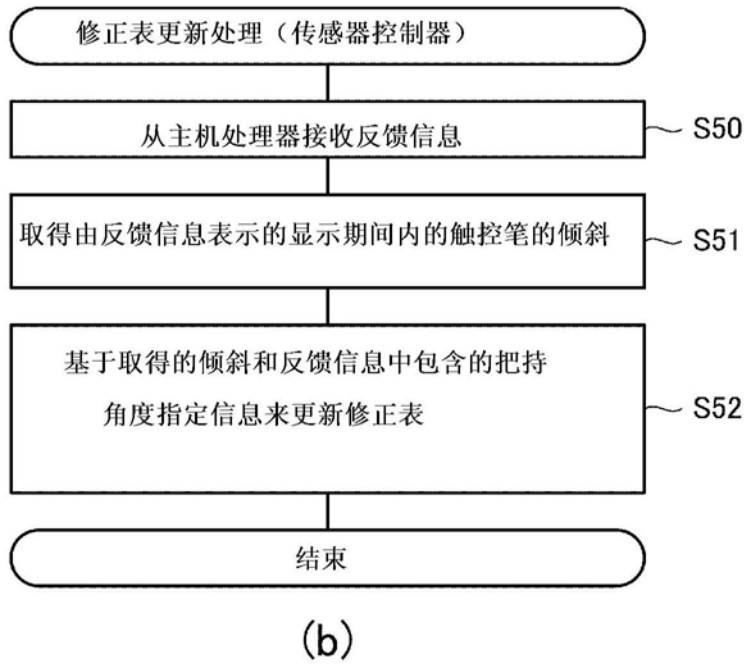
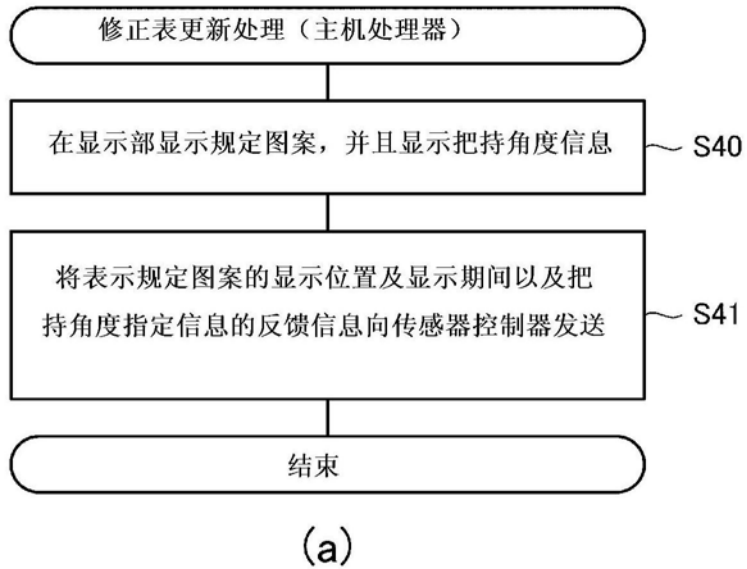


图11

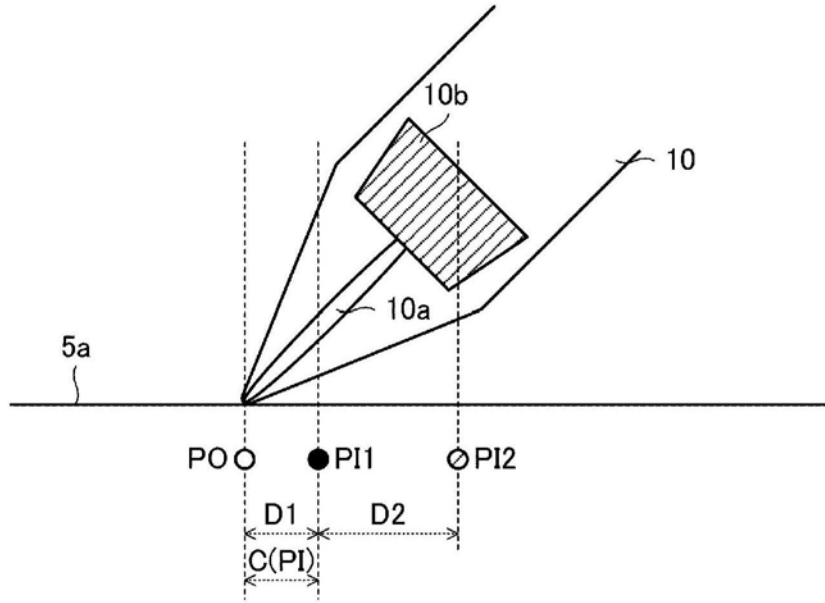


图12

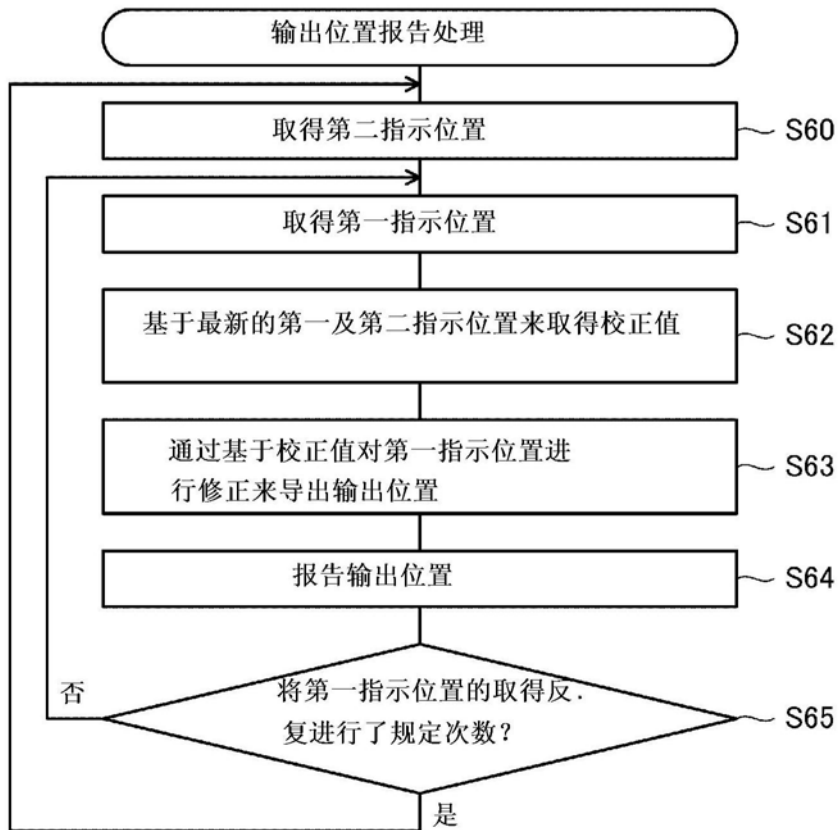


图13

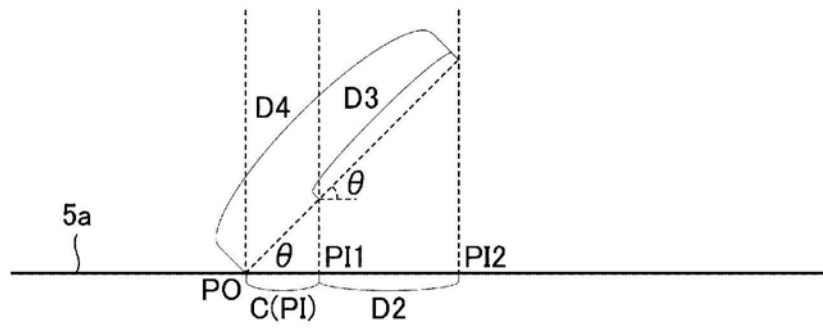


图14

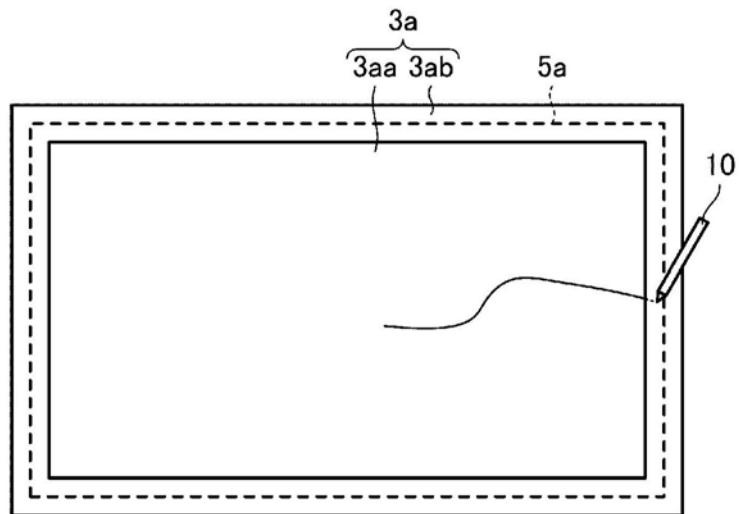


图15

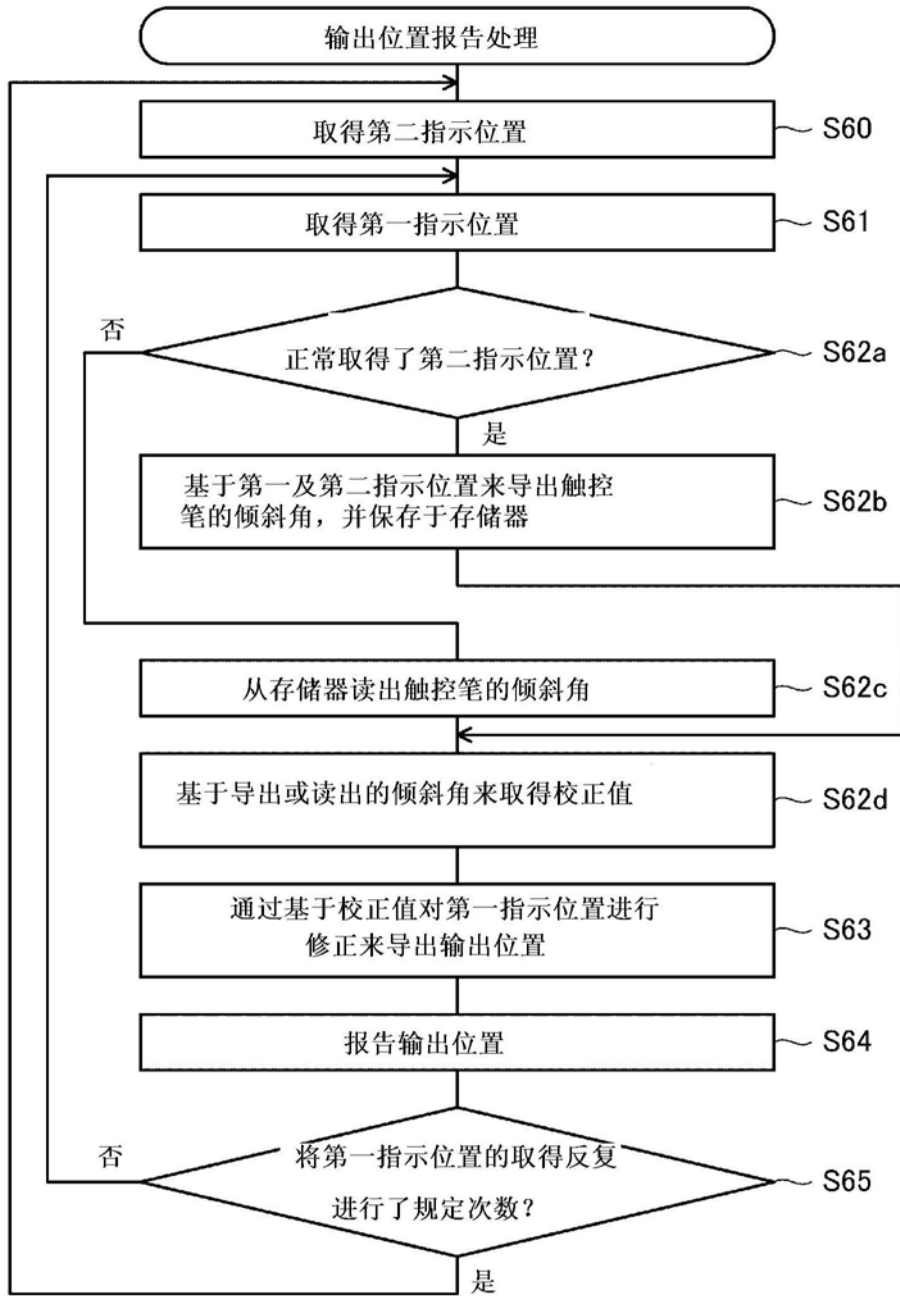


图16

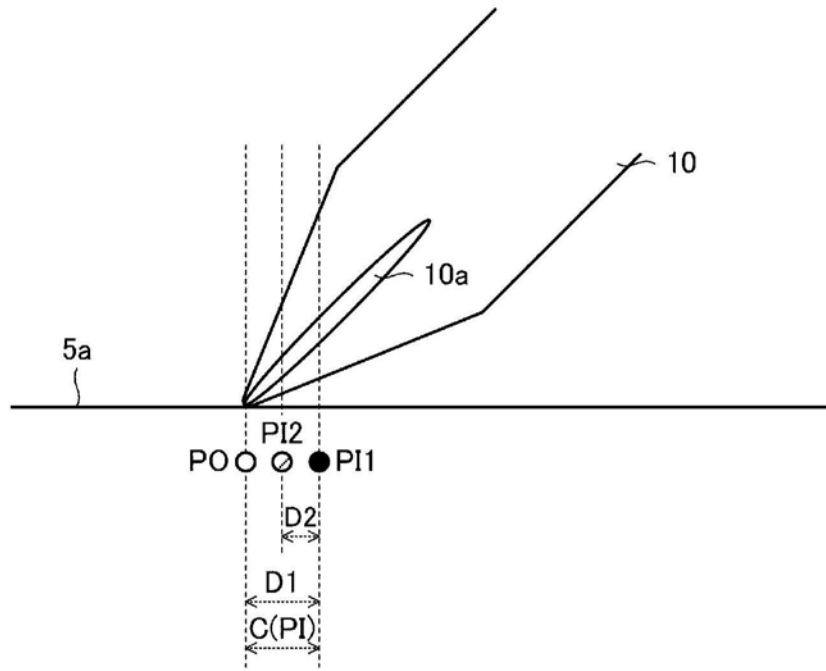


图17