



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119256288 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 03

(21) 申请号 202380040204.5

(22) 申请日 2023.04.18

(30) 优先权数据

2022-091360 2022.06.06 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.11.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/015528 2023.04.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/238517 JA 2023.12.14

(71) 申请人 株式会社和冠

地址 日本

(72) 发明人 水桥比吕志 后藤词贵 李周勋

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

专利代理师 任天诺 高培培

(51) Int.Cl.

G06F 3/046 (2006.01)

G06F 3/041 (2006.01)

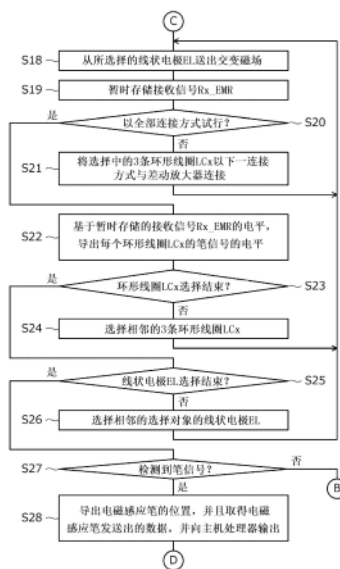
权利要求书3页 说明书23页 附图28页

(54) 发明名称

传感器装置、集成电路及检测指示体的方法

(57) 摘要

使得能够一边利用线状电极来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大。传感器装置具备互相平行地延伸设置的线状电极EL群、与线状电极EL群交叉的环形线圈LCx群、及传感器控制器31。传感器控制器31从线状电极EL群依次送出交变磁场,利用环形线圈LCx群来检测指示体根据该交变磁场而生成的交变磁场,基于该检测的结果而决定由线状电极EL群的一部分构成的线状电极组,将使线状电极组的至少一部分产生交变磁场的处理执行多次,使用作为各处理的执行的结果而由环形线圈LCx群的至少一部分检测到的多个结果值而导出指示体的二维位置,根据所导出的二维位置而更新线状电极组。



1. 一种传感器装置,检测指示体,其中,具备:

线状电极群,互相平行地延伸设置;

检测线圈群,与所述线状电极群交叉;及

集成电路,连接于所述线状电极群及所述检测线圈群,

所述集成电路从所述线状电极群依次送出交变磁场,利用所述检测线圈群来检测所述指示体根据该交变磁场而生成的交变磁场,基于该检测的结果而决定由所述线状电极群的一部分构成的线状电极组,

所述集成电路将从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理执行多次,使用作为各处理的执行的结果而由所述检测线圈群的至少一部分检测到的多个结果值而导出所述指示体的二维位置,

所述集成电路根据所导出的所述二维位置而更新所述线状电极组。

2. 根据权利要求1所述的传感器装置,

所述二维位置是包含构成所述线状电极群的线状电极所排列的第一方向的位置和构成所述检测线圈群的线圈所排列的第二方向的位置的位置。

3. 根据权利要求1所述的传感器装置,

在从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理被执行所述多次的期间,所述线状电极组不被使用于所述指示体生成的交变磁场的检测。

4. 根据权利要求1所述的传感器装置,

从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理是以下的处理:从构成所述线状电极组的多个线状电极中选择规定数量的线状电极,向该规定数量的线状电极中的一半同时供给第一交流电流,向该规定数量的线状电极中的剩余数量同时供给与所述第一交流电流不同的第二交流电流。

5. 根据权利要求4所述的传感器装置,

所述集成电路将从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理一边改变所述规定数量的线状电极中的供给所述第一交流电流的线状电极与所述规定数量的线状电极中的供给所述第二交流电流的线状电极的组合一边执行多次。

6. 根据权利要求1所述的传感器装置,

使所述线状电极组的至少一部分产生交变磁场的处理是以下的处理:选择构成所述线状电极组的多个线状电极中的1个,向夹着选择中的线状电极而在一侧相邻的1条以上的线状电极同时供给第一交流电流,向在另一侧相邻的1条以上的线状电极同时供给与所述第一交流电流不同的第二交流电流。

7. 根据权利要求4~6中任一项所述的传感器装置,

所述第一交流电流及所述第二交流电流以满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的方式生成。

8. 一种传感器装置,检测指示体,其中,具备:

线状电极群,互相平行地延伸设置;

检测线圈群,与所述线状电极群交叉;及

集成电路,连接于所述线状电极群及所述检测线圈群,

所述集成电路构成为:对所述线状电极群中的1个以上的第一线状电极的长度方向的

一端供给第一交流电流,另一方面,对所述线状电极群中的与所述1个以上的第一线状电极不同的1个以上的第二线状电极的长度方向的所述一端供给第二交流电流,

所述第一交流电流及所述第二交流电流以满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的方式生成。

9.根据权利要求8所述的传感器装置,

所述关系是以下的关系:

随着所述第一交流电流的增加量变大而所述第二电流的减小量变大,

随着所述第一交流电流的减小量变大而所述第二电流的增加量变大。

10.根据权利要求8所述的传感器装置,

所述关系是以下的关系:随着所述1个以上的第一线状电极各自的长度方向的另一端相对于一端的电位的增加量变大,所述1个以上的第二线状电极各自的长度方向的一端相对于另一端的电位的增加量变大。

11.根据权利要求8所述的传感器装置,

所述1个以上的第一线状电极是在从所述线状电极群选择的1条线状电极的一侧相邻的规定数条线状电极,

所述1个以上的第二线状电极是在所述1条线状电极的另一侧相邻的所述规定数条线状电极。

12.根据权利要求8所述的传感器装置,

所述1个以上的第一线状电极各自的长度方向的另一端的电位及所述1个以上的第二线状电极各自的长度方向的另一端的电位是因所述第一电流而在所述1个以上的第一线状电极的所述一端产生的电位与因所述第二电流而在所述1个以上的第二线状电极的所述一端产生的电位的中点的电位。

13.根据权利要求12所述的传感器装置,

在所述1个以上的第一线状电极的电位比所述中点大的情况下,所述1个以上的第二线状电极的电位比所述中点小。

14.一种集成电路,连接于互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群,检测指示体,其中,

从所述线状电极群依次送出交变磁场,利用所述检测线圈群来检测所述指示体根据该交变磁场而生成的交变磁场,基于该检测的结果而决定由所述线状电极群的一部分构成的线状电极组,

将从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理执行多次,使用作为各处理的执行的结果而由所述检测线圈群的至少一部分检测到的多个结果值而导出所述指示体的二维位置,

根据所导出的所述二维位置而更新所述线状电极组。

15.一种集成电路,连接于互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群,检测指示体,其中,

对所述线状电极群中的1个以上的第一线状电极的长度方向的一端供给第一交流电流,另一方面,对所述线状电极群中的与所述1个以上的第一线状电极不同的1个以上的第二线状电极的长度方向的所述一端供给第二交流电流,

所述第一交流电流及所述第二交流电流以满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的方式生成。

16. 一种检测指示体的方法, 使用互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群来检测指示体, 其中, 包括:

从所述线状电极群依次送出交变磁场, 利用所述检测线圈群来检测所述指示体根据该交变磁场而生成的交变磁场, 基于该检测的结果而决定由所述线状电极群的一部分构成的线状电极组的步骤;

将从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理执行多次, 使用作为各处理的执行的结果而由所述检测线圈群的至少一部分检测到的多个结果值而导出所述指示体的二维位置的步骤; 及

根据所导出的所述二维位置而更新所述线状电极组的步骤。

17. 一种检测指示体的方法, 使用互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群来检测指示体, 其中, 包括:

生成满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的第一交流电流及第二交流电流的步骤; 及

对所述线状电极群中的1个以上的第一线状电极的长度方向的一端供给第一交流电流, 另一方面, 对所述线状电极群中的与所述1个以上的第一线状电极不同的1个以上的第二线状电极的长度方向的所述一端供给第二交流电流的步骤。

传感器装置、集成电路及检测指示体的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器装置、集成电路及检测指示体的方法。

背景技术

[0002] 作为用于检测平板终端等的面板面内的电磁感应笔的位置的方式之一,已知有电磁感应方式(EMR方式)。EMR方式的平板终端具有配置于面板面内的笔检测用的传感器(以下称作“EMR传感器”)和连接于EMR传感器的传感器控制器。EMR传感器构成为包含在y方向上排列配置的多个Tx线圈和在x方向上排列配置的多个Rx线圈。传感器控制器从多个Tx线圈依次送出交变磁场,每次利用各Rx线圈接收电磁感应笔发送出的反射信号(以下称作“笔信号”),由此检测电磁感应笔的位置并且接收电磁感应笔发送出的数据。

[0003] 在专利文献1中公开了EMR传感器的一例。该文献所记载的EMR传感器构成为:为了抑制价格的上升,将显示装置内的驱动电极(被供给显示用的驱动信号的线状电极)作为Tx线圈而利用,将显示装置内的信号线(被供给图像信号的布线)作为Rx线圈而利用。由驱动电极进行的交变磁场的生成通过以下而执行:利用选择信号选择2条驱动电极,使电流从一方的驱动电极的一端流动到另一端,另一方面,对于另一方的驱动电极,使相同的电流从另一端流动到一端。在该文献中,显示装置内的驱动电极及信号线也被作为用于通过静电容方式来进行手指的检测的触摸电极而使用。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利第6698386号

发明内容

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 在EMR传感器的Tx线圈中,为了生成需要的大小的磁场,需要使比显示用的驱动信号等大的振幅的电流流动。若使这样的大电流向作为Tx线圈的代替的线状电极流动,则由于线状电极的直流电阻比一般的Tx线圈大,所以消耗电力会变大。因此,需要能够一边利用线状电极来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大的技术。

[0009] 因此,本发明的目的之一在于提供能够一边利用线状电极来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大的传感器装置。

[0010] 另外,在如专利文献1所记载的发明那样,利用选择信号选择2条线状电极,使电流从一方的线状电极的一端流动到另一端且使相同的电流从另一方的线状电极的另一端流动到一端,由此生成交变磁场的情况下,在2条线状电极之间产生相位偏移,作为其结果,噪声会向由Rx线圈检测的磁场重叠,因此需要改善。

[0011] 因此,本发明的另一个目的在于提供能够在利用线状电极来代替Tx线圈的情况下降低向由Rx线圈检测的磁场重叠的噪声的传感器装置、集成电路及检测指示体的方法。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明的一侧面的传感器装置检测指示体,其中,具备:线状电极群,互相平行地延伸设置;检测线圈群,与所述线状电极群交叉;及集成电路,连接于所述线状电极群及所述检测线圈群,所述集成电路从所述线状电极群依次送出交变磁场,利用所述检测线圈群来检测所述指示体根据该交变磁场而生成的交变磁场,基于该检测的结果而决定由所述线状电极群的一部分构成的线状电极组,将从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理执行多次,使用作为各处理的执行的结果而由所述检测线圈群的至少一部分检测到的多个结果值而导出所述指示体的二维位置,根据所导出的所述二维位置而更新所述线状电极组。

[0014] 本发明的一侧面的集成电路连接于互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群,检测指示体,其中,从所述线状电极群依次送出交变磁场,利用所述检测线圈群来检测所述指示体根据该交变磁场而生成的交变磁场,基于该检测的结果而决定由所述线状电极群的一部分构成的线状电极组,将从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理执行多次,使用作为各处理的执行的结果而由所述检测线圈群的至少一部分检测到的多个结果值而导出所述指示体的二维位置,根据所导出的所述二维位置而更新所述线状电极组。

[0015] 本发明的一侧面的方法使用互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群来检测指示体,其中,包括:从所述线状电极群依次送出交变磁场,利用所述检测线圈群来检测所述指示体根据该交变磁场而生成的交变磁场,基于该检测的结果而决定由所述线状电极群的一部分构成的线状电极组的步骤;将从所述线状电极组的至少一部分送出交变磁场的处理执行多次,使用作为各处理的执行的结果而由所述检测线圈群的至少一部分检测到的多个结果值而导出所述指示体的二维位置的步骤;及根据所导出的所述二维位置而更新所述线状电极组的步骤。

[0016] 本发明的另一侧面的传感器装置检测指示体,其中,具备:线状电极群,互相平行地延伸设置;检测线圈群,与所述线状电极群交叉;及集成电路,连接于所述线状电极群及所述检测线圈群,所述集成电路构成为:对所述线状电极群中的1个以上的第一线状电极的长度方向的一端供给第一交流电流,另一方面,对所述线状电极群中的与所述第一线状电极不同的1个以上的第二线状电极的长度方向的所述一端供给第二交流电流,所述第一交流电流及所述第二交流电流以满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的方式生成。

[0017] 本发明的另一侧面的集成电路连接于互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群,检测指示体,其中,对所述线状电极群中的1个以上的第一线状电极的长度方向的一端供给第一交流电流,另一方面,对所述线状电极群中的与所述1个以上的第一线状电极不同的1个以上的第二线状电极的长度方向的所述一端供给第二交流电流,所述第一交流电流及所述第二交流电流以满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的方式生成。

[0018] 本发明的另一侧面的方法使用互相平行地延伸设置的线状电极群及与所述线状电极群交叉的检测线圈群来检测指示体,其中,包括:生成满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的第一交流电流及第二交流电流的步骤;及对所述线状电极群中的1个以上的第一线状电极的长度方向的一端供给第一交流电流,另一方面,对所述线状电极群中的与所述1个以上的第一线状电极不同的1个以上的第二线状电极的长度方向的所述一端供给

第二交流电流的步骤。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明的一侧面的传感器装置、集成电路及检测指示体的方法,在一旦确定线状电极组后,通过仅向构成线状电极组的规定条数的线状电极供给电流,能够导出指示体的二维位置,因此能够一边利用线状电极来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大。

[0021] 根据本发明的另一侧面的传感器装置、集成电路及检测指示体的方法,能够防止在2条线状电极之间产生相位偏移,因此能够在利用线状电极来代替Tx线圈的情况下降低向Rx线圈检测的磁场重叠的噪声。

附图说明

[0022] 图1是示出本发明的第一实施方式的位置检测系统1的结构的图。

[0023] 图2是示出图1所示的开关部30的内部结构的图。

[0024] 图3是示出传感器控制器31进行手指F的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0025] 图4是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0026] 图5是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0027] 图6是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0028] 图7的(a)是示出本实施方式中的向线状电极EL的交流电流的供给方法的图,(b)是示出比较例中的交流电流的供给方法的图。

[0029] 图8的(a)是示出在图7的(a)所示的探查区域PA1中测定了向各线状电极EL流动的电流的结果的图,(b)是示出在图7的(b)所示的探查区域PA2中测定了向各线状电极EL流动的电流的结果的图。

[0030] 图9的(a)(b)是关于总寄生电容不同的多个情况将比较例中的相位差 θ 、振幅A、振幅B的测定结果进行了描点的图。

[0031] 图10的(a)是示出与本实施方式相关联的各种信号的波形的图,(b)是示出与比较例相关联的各种信号的供给方法的图。

[0032] 图11是说明从差动放大器30i向传感器控制器31供给的接收信号Rx的图。

[0033] 图12是说明第一比较例的接收信号Rx的图。

[0034] 图13是说明第二比较例的接收信号Rx的图。

[0035] 图14是示出模拟了在电磁感应笔P位于环形线圈LC_{x_n}上的情况下由其附近的各环形线圈LC_x接收的笔信号的电平的结果的图。

[0036] 图15是示出传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。

[0037] 图16是示出传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。

[0038] 图17是示出传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。

图。

[0039] 图18是示出在构成本发明的第二实施方式的位置检测系统1的位置检测装置3内配置的开关部30的内部结构的图。

[0040] 图19是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0041] 图20是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0042] 图21是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0043] 图22是示出在构成本发明的第三实施方式的位置检测系统1的位置检测装置3内配置的开关部30的内部结构的图。

[0044] 图23是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0045] 图24是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0046] 图25是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。

[0047] 图26的(a)~(c)是示意性地示出图23~图25的各自中的交流电流的供给方法的图,(d)~(f)是示出分别以(a)~(c)所示的方法向6条线状电极 $EL_m \sim EL_{m+5}$ 供给了交流电流 i_A 、 i_B 的情况下的等效电路的图。

[0048] 图27是示出传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。

[0049] 图28是示出传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。

[0050] 图29是示出传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。

具体实施方式

[0051] 以下,一边参照附图,一边关于本发明的实施方式详细地说明。

[0052] 图1是示出本发明的第一实施方式的位置检测系统1的结构的图。如该图所示,位置检测系统1构成为具有电磁感应笔P及位置检测装置3。其中,电磁感应笔P是支持EMR方式的位置检测的笔(指示体),构成为在内部具有包含线圈及电容器的谐振电路。

[0053] 位置检测装置3是支持EMR方式的电磁感应笔P的位置检测的装置(传感器装置),构成为包含多个环形线圈LCx(检测线圈群)、多个线状电极EL(线状电极群)、开关部30、传感器控制器31及主机处理器32。典型例的位置检测装置3是显示面兼任触摸面的平板终端或笔记本电脑,但也可以利用不具有显示面的数字转换器等构成位置检测装置3。

[0054] 图示的x、y方向都是触摸面内的方向,互相正交。多个环形线圈LCx以分别在y方向(第一方向)上延伸的方式形成,在x方向(第二方向)上排列配置。另一方面,多个线状电极EL以分别在x方向上延伸的方式形成,在y方向上排列配置。各环形线圈LCx及各线状电极EL

均在两端连接于开关部30。

[0055] 开关部30是由用于切换多个环形线圈LC_x相互的连接并且切换多个环形线圈LC_x及多个线状电极EL与传感器控制器31之间的连接的多个开关构成的开关的集合体。开关部30可以设置于专用的电路基板或集成电路内,也可以设置于与传感器控制器31相同的集成电路内。开关部30的切换状态由传感器控制器31控制。

[0056] 图2是示出开关部30的内部结构的图。为了简单,在该图中,仅将环形线圈LC_x及线状电极EL分别图示了各5条(环形线圈LC_{x_{n-2}}~LC_{x_{n+2}}、线状电极EL_{m-2}~EL_{m+2})。这一点关于后述的图3~图6、图18~图21也是同样的。如图2所示,开关部30构成为包含5种开关30a~30f、驱动电路30g、布线部30h、差动放大器30i及运算放大器30j。

[0057] 开关30a是用于将用于使交变磁场在触摸面上产生的交流电流Tx_EMR向多个线状电极EL供给的结构,构成为具有连接于驱动电路30g的4个输入引脚和针对每个线状电极EL设置的输出引脚。各输出引脚连接于对应的线状电极EL的x方向(长度方向)的一端。开关30a起到根据传感器控制器31的控制而将各输入引脚与任一输出引脚连接的作用。

[0058] 驱动电路30g是根据从传感器控制器31供给的交流电流Tx_EMR而生成交流电流i_A、i_B(参照图4~图6)且将其经由开关30a而向线状电极EL供给的电路。驱动电路30g构成为向开关30a的4个输入引脚中的2个供给交流电流i_A(第一交流电流)且向其他的2个供给交流电流i_B(第二交流电流)。

[0059] 交流电流i_A是通过例如使用缓冲电路将交流电流Tx_EMR放大而生成的电流。另一方面,交流电流i_B是以与交流电流i_A之间满足各自的时间微分互相成为反相这一关系的方式生成的电流。若将该关系以数学式表现,则成为以下的式(1)那样。式(1)的关系可以说是随着交流电流i_A的增加量变大而交流电流i_B的减小量变大、随着交流电流i_A的减小量变大而交流电流i_B的增加量变大的关系,另外,也可以说是随着供给交流电流i_A的1个以上的线状电极EL各自的长度方向的另一端相对于一端的电位的增加量变大而供给交流电流i_B的1个以上的线状电极EL各自的长度方向的一端相对于另一端的电位增加量变大的关系。

$$[0060] \quad \frac{di_A(t)}{dt} = -\frac{di_B(t)}{dt} \quad \dots (1)$$

[0061] 满足式(1)的关系的典型的交流电流i_B由以下的式(2)表示。其中,A是任意的常数。在A=0的情况下,交流电流i_B成为交流电流i_A的反转信号。在该情况下,交流电流i_A和交流电流i_B的符号互相不同。另一方面,在A比交流电流i_A的最大值大的情况下,交流电流i_A和交流电流i_B成为符号相同且电平互相不同的电流。需要说明的是,交流电流i_A的反转信号能够例如使用反转缓冲电路而生成。在图2中,示出了使用该反转缓冲电路的例子。

$$[0062] \quad i_B(t) = -i_A(t) + A \quad \dots (2)$$

[0063] 接受交流电流i_A、i_B的供给的各线状电极EL的另一端的电位优选设定为在被供给了交流电流i_A的线状电极EL的一端产生的电位与在被供给了交流电流i_B的线状电极EL的一端产生的电位的中点的电位。在A=0的情况下,该电位成为0(即接地电位)。

[0064] 开关30b是用于将用于进行手指F的位置检测的触摸检测用信号Tx_TP向多个线状电极EL供给的结构,构成为具有针对每个线状电极EL设置的输入引脚和输出引脚的组。对于各输入引脚,从传感器控制器31供给触摸检测用信号Tx_TP。各输出引脚连接于对应的线

状电极EL。开关30b起到根据传感器控制器31的控制而将各输入引脚与对应的输出引脚连接的作用。

[0065] 开关30f是用于关于线状电极EL的x方向(长度方向)的另一端切换连接于上述的中点的电位的状态和与什么都不连接的浮置状态的结构。在图2中示出了上述的中点的电位是接地电位的情况,如图2所示,该情况下的开关30f构成为具有针对每个线状电极EL设置的输入引脚和接地引脚的组。以下,以上述的中点的电位是接地电位为前提而继续说明。

[0066] 开关30f的各输入引脚连接于对应的线状电极EL的x方向(长度方向)的另一端。另一方面,开关30f的各接地引脚连接于被供给接地电位的接地端。设置开关30f是因为:在传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测时,优选如上述那样使各线状电极EL的x方向的另一端成为接地电位,另一方面,在传感器控制器31进行手指F的位置检测时,需要使各线状电极EL的x方向的另一端成为浮置状态。开关30f起到根据传感器控制器31的控制而切换各输入引脚与对应的接地引脚之间的连接状态的作用。

[0067] 开关30c~30e及布线部30h是用于将由各环形线圈LCx接收到的笔信号(由电磁感应笔P根据通过交流电流Tx_EMR产生的交变磁场而生成的交变磁场表示的信号)向差动放大器30i供给并且将由各环形线圈LCx接收到的触摸检测用信号Tx_TP向运算放大器30j供给的结构。

[0068] 具体来说,首先,开关30c构成为具有针对环形线圈LCx的每个端部设置的输入引脚和针对每个输入引脚设置的4个输出引脚。开关30c起到根据传感器控制器31的控制而将各输入引脚与对应的4个输出引脚中的任一者连接的作用。

[0069] 布线部30h构成为具有4条布线L1~L4。开关30c的每个输入引脚的4个输出引脚与这4条布线L1~L4对应地设置,分别连接于对应的布线。

[0070] 开关30d是根据传感器控制器31的控制而将布线L1与差动放大器30i的非反转输入端子连接且将布线L2与差动放大器30i的反转输入端子连接的开关。开关30e是根据传感器控制器31的控制而将布线L4与运算放大器30j的输入端子连接的开关。开关30d、30e的初始状态都是断开(非连接状态)。

[0071] 差动放大器30i是通过将连接于布线L1的非反转输入端子与连接于布线L2的反转输入端子之间的电压差放大而生成接收信号Rx_EMR的电路,与传感器控制器31一起构成笔信号的接收电路。另外,运算放大器30j是通过将输入端子与接地端子之间的电压差放大而生成静电容方式的接收信号Rx_TP的电路,与传感器控制器31一起构成触摸检测用信号Tx_TP的接收电路。运算放大器30j的输入端子经由开关30e而连接于布线部30h的布线L4,由此,接收信号Rx_TP成为将出现于布线L4的信号放大而得到的信号。在运算放大器30j设置有用于除去高频噪声的并联电容器。由差动放大器30i生成的接收信号Rx_EMR及由运算放大器30j生成的接收信号Rx_TP都向传感器控制器31供给。

[0072] 返回图1。传感器控制器31是具有通过EMR方式来检测触摸面内的电磁感应笔P的位置的功能和通过静电容方式来检测触摸面中的手指F的位置的功能的集成电路。关于电磁感应笔P,进一步构成为也具有通过将电磁感应笔P发送出的笔信号解调而取得电磁感应笔P发送出的数据的功能。电磁感应笔P的位置的检测及来自电磁感应笔P的数据的取得和手指F的位置的检测以时间分割的方式执行。传感器控制器31构成为将检测到的位置及所取得的数据向主机处理器32逐次供给。

[0073] 主机处理器32使用从传感器控制器31供给的位置及数据而进行显示于显示面的光标的移动、表示触摸面内的电磁感应笔P或手指的轨迹的笔划数据的生成等处理。其中,关于笔划数据,主机处理器32也进行将所生成的笔划数据渲染并显示的处理、将包含所生成的笔划数据的数字墨水生成并记录的处理、根据用户的指示而将所生成的数字墨水向外部装置发送的处理等。

[0074] 以下,一边参照图3~图6,一边关于传感器控制器31进行的电磁感应笔P及手指F的位置检测的处理具体地说明。

[0075] 首先,图3是示出本实施方式的传感器控制器31进行手指F的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。如该图所示,该情况下的传感器控制器31以使各输入引脚和对应的输出引脚连接的方式控制开关30b。由此,从传感器控制器31对各线状电极EL的x方向的一端供给触摸检测用信号Tx_TP。另外,传感器控制器31以使各输入引脚被从对应的接地引脚切离的方式控制开关30f,由此使各线状电极EL的x方向的另一端成为浮置状态。

[0076] 由传感器控制器31生成的触摸检测用信号Tx_TP的具体内容能够由以下的式(3)所示的矩阵A表示。矩阵A是具有与多个线状电极EL一一对应的多个行的方块矩阵,对矩阵A的各要素(A_{11} 等)标注的后缀的左侧表示来自传感器控制器31的输出顺序,右侧表示线状电极EL的编号。M是线状电极EL的总数。各要素的具体值是“1”和“-1”中的任一者。矩阵A优选是正交矩阵,但也可以不是正交矩阵。

$$[0077] \quad A = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} & \cdots & A_{M1} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} & \cdots & A_{M2} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} & \cdots & A_{M3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ A_{1M} & A_{2M} & A_{3M} & \cdots & A_{MM} \end{pmatrix} \quad \cdots (3)$$

[0078] 传感器控制器31针对矩阵A的每个列生成触摸检测用信号Tx_TP,并向各线状电极EL供给。典型例的触摸检测用信号Tx_TP是在对应的矩阵A的要素为1的情况下成为高且在对应的矩阵A的要素为1的情况下成为低的2值的脉冲信号。以下,将与矩阵A的1个列对应的触摸检测用信号Tx_TP称作“部分触摸检测用信号Tx_TP”。

[0079] 传感器控制器31在将1个部分触摸检测用信号Tx_TP向各线状电极EL供给的期间,进行一边将开关30e维持为连接状态一边将各环形线圈LCx依次与运算放大器30j连接的处理。具体而言,以使各环形线圈LCx依次在两端与布线L4连接的方式控制开关30c。需要说明的是,在图3中,示出了环形线圈LCx_n连接于布线L4的情况的例子。

[0080] 在此,若将在第m个线状电极EL_m与第n个环形线圈LCx_n之间形成的静电容设为C_{mn},则在与矩阵A的第x个列对应的部分触摸检测用信号Tx_TP向各线状电极EL供给且第n个环形线圈LCx_n连接于运算放大器30j时,从运算放大器30j向传感器控制器31供给的接收信号Rx_TP成为以下的式(4)所示的值。

$$[0081] \quad (A_{x1} \quad A_{x2} \quad A_{x3} \quad \cdots \quad A_{xM}) \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} \quad \cdots (4)$$

[0082] 因此,在执行与矩阵A的各列对应的部分触摸检测用信号Tx_TP的供给的期间关于第n个环形线圈LCx_n得到的接收信号Rx_TP作为整体而由以下的式(5)所示的向量b表示。

$$[0083] \quad b = A \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} \quad \cdots (5)$$

[0084] 传感器控制器31通过对该向量b进行以下的式(6)的左边所示的运算而将每个线状电极EL的静电容C_{mn}分离取得。其中,式(6)中所示的矩阵A⁻¹是矩阵A的逆矩阵。如式(6)所示,若对矩阵A乘以矩阵A⁻¹则成为单位矩阵I,因此,传感器控制器31通过进行该运算,如式(6)的右边所示,能够关于第n个环形线圈LCx_n将与各线状电极EL_m的交点的静电容C_{mn}分离取得。

$$[0085] \quad A^{-1}b = A^{-1}A \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} = I \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{1n} \\ C_{2n} \\ C_{3n} \\ \vdots \\ C_{Mn} \end{pmatrix} \quad \cdots (6)$$

[0086] 传感器控制器31通过将式(6)同样的运算关于各环形线圈LCx执行而关于与线状电极EL与环形线圈LCx的各交点导出静电容C_{mn}。并且,传感器控制器31基于所导出的各静电容C_{mn}在触摸面内的分布而导出手指F的位置(二维位置)。具体而言,将相当于分布的顶点的位置作为手指F的位置而导出即可。

[0087] 接着,图4~图6是示出传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。如这些图所示,传感器控制器31以向夹着1条线状电极EL_m而在一侧相邻的2条线状电极EL_{m-1}、EL_{m-2}(第一线状电极)供给交流电流i_A且向在另一侧相邻的2条线状电极EL_{m+1}、EL_{m+2}(第二线状电极)供给交流电流i_B的方式控制开关30a。另外,传感器控制器31以使各输入引脚和对应的接地引脚连接的方式控制开关30f,由此使各线状电极EL的x方向的另一端成为接地状态。

[0088] 通过该控制,形成以线状电极EL_m为中心的模拟性的线圈,在触摸面上(尤其是线状电极EL_m的上方)生成交变磁场。以下,将这样生成交变磁场称作“从线状电极EL_m送出交变磁场”。传感器控制器31构成为:通过将全部线状电极EL中的除了位于两端的4条线状电极EL之外的线状电极EL依次作为线状电极EL_m而执行同样的处理,从这些线状电极EL依次送出同样的交变磁场。

[0089] 需要说明的是,从上述处理的执行排除的上述4条线状电极EL优选配置于触摸面外的位置,以使得能够在触摸面的整体进行电磁感应笔P的位置检测。另外,在本实施方式中,使交流电流向进行交变磁场的送出的线状电极EL_m的两侧各2条线状电极EL流动,但使交流电流向各1条以上的规定条数的线状电极EL流动即可,例如,也可以使交流电流向两侧各1条、两侧各3条以上的线状电极EL流动。

[0090] 在此,从图4~图6的记载也可理解,驱动电路30g配置于各线状电极EL的长度方向的一端侧,交流电流i_A、i_B均向线状电极EL的x方向(长度方向)的一端(相同侧的端部)供给。

以下,关于通过采用这样的结构而起到的效果,一边也参照比较例一边详细地说明。

[0091] 图7的(a)是示出本实施方式中的向线状电极EL的交流电流的供给方法的图,图7的(b)是示出比较例中的交流电流的供给方法的图。首先参照图7的(a),在本实施方式中,对于线状电极 EL_{m-1} 、 EL_{m-2} ,向长度方向一端供给交流电流 i_A ,另一方面,对于线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+2} ,向长度方向一端供给交流电流 i_B 。相对于此,在比较例中,如图7的(b)所示,对于线状电极 EL_{m-1} 、 EL_{m-2} ,向长度方向一端供给交流电流 i_A ,另一方面,对于线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+2} ,向长度方向另一端供给交流电流 i_A 。比较例所示的交流电流的供给方法是例如记载于专利文献1的供给方法。

[0092] 图8的(a)是示出在图7的(a)所示的探查区域PA1中测定了向各线状电极EL流动的电流的结果的图,图8的(b)是示出在图7的(b)所示的探查区域PA2中测定了向各线状电极EL流动的电流的结果的图。各图中的横轴是时间,纵轴是电流值。需要说明的是,在图8的(a)(b)中,关于在线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+2} 处测定的电流,在反转后描绘。另外,在图8的(a)(b)中,图示了每个线状电极EL的电流路径的寄生电容(以下称作“总寄生电容”)为1800pF的情况。

[0093]

[0094] 能够从线状电极 EL_m 最高效地送出交变磁场的情况是向线状电极 EL_{m-1} 、 EL_{m-2} 流动的电流的振幅(图8的(b)所示的振幅A)和向线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+2} 流动的电流的振幅(图8的(b)所示的振幅B)相等、且向线状电极 EL_{m-1} 、 EL_{m-2} 流动的电流与向线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+2} 流动的电流的反转信号的相位差(图8的(b)所示的相位差 θ)为 0° 的情况。这一点,从图8的(a)可理解,在本实施方式中, $A=B$, $\theta=0^\circ$,可以说在交变磁场的送出效率的观点下实现了理想的状态。另一方面,如图8的(b)所示,在比较例中, $A \neq B$, $\theta \neq 0^\circ$ (具体而言为约 32°)。因此,可以说:根据本实施方式,与比较例相比,能够高效地执行来自线状电极 EL_m 的交变磁场的送出。

[0095] 图9的(a)(b)是关于总寄生电容不同的多个情况将比较例中的相位差 θ 、振幅A、振幅B的测定结果进行了描点的图。图9的(a)(b)的横轴是总寄生电容,图9的(a)的纵轴是相位差 θ ,图9的(b)的纵轴是将振幅B/振幅A以百分率表示的数值。从图9的(a)(b)可理解,在比较例中,总寄生电容越大,则越从理想的状态偏离。因此,可以说:在采用比较例的情况下,需要以使总寄生电容变小的方式规划电流路径。相对于此,在本实施方式中,不管总寄生电容如何都得到图8的(a)那样的理想的状态,因此不特别需要以使总寄生电容变小的方式规划电流路径。因此,根据本实施方式,与比较例相比,也得到电路设计变得容易这一效果。

[0096] 图10的(a)是示出与本实施方式相关联的各种信号的波形的图,图10的(b)是示出与比较例相关联的各种信号的供给方法的图。在这些图中,示出了向线状电极 EL_{m-1} 、 EL_{m-2} 流动的电流的波形、向线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+2} 流动的电流的波形、在电磁感应笔P的内部产生的电压(笔信号)的波形(Pen谐振波形)及由距电磁感应笔P最近的环形线圈LCx检测的接收信号 Rx_EMR 的波形。

[0097] 首先参照图10的(b),可理解:在传感器控制器31向线状电极EL供给交流电流 i_A 的期间(图示的“交变磁场送出期间”),在电磁感应笔P的内部产生笔信号,并且,在接收信号 Rx_EMR 中出现了与在线状电极EL产生的交流电流 i_A 同样的波形。该接收信号 Rx_EMR 的波形通过因从线状电极EL送出的交变磁场而在环形线圈LCx感应的电压信号向因从电磁感应笔

P送出的笔信号而在环形线圈LCx感应的电压信号重叠而形成。若传感器控制器31结束向线状电极EL的交流电流 i_A 的供给,则因从线状电极EL送出的交变磁场而感应的电压信号的部分消失,因此在接收信号Rx_EMR中仅残留因笔信号而感应的电压信号的部分。虽然因比例尺的关系而不容易观察,但向线状电极EL的交流电流 i_A 的供给结束后的接收信号Rx_EMR的波形成为了与笔信号的波形同样的波形。因此,比较例的传感器控制器31将“交变磁场送出期间”后的期间设为进行电磁感应笔P的位置导出及电磁感应笔P发送出的数据的接收的“位置导出·数据接收期间”,基于在该期间内取得的接收信号Rx_EMR而进行电磁感应笔P的位置的导出和电磁感应笔P发送出的数据的接收。

[0098] 相对于此,在图10的(a)中,接收信号Rx_EMR的波形在包括交变磁场送出期间的全部期间成为了与笔信号同样的波形。这是基于:如图8的(a)所示,在向线状电极EL_{m-1}、EL_{m-2}流动的电流与向线状电极EL_{m+1}、EL_{m+2}流动的电流之间不产生相位偏移,因此它们互相消除,因从线状电极EL_m送出的交变磁场而在环形线圈LCx感应的电压信号不向接收信号Rx_EMR重叠。也就是说,可以说:根据本实施方式,实现了降低向由环形线圈LCx检测的交变磁场重叠的噪声。本实施方式的传感器控制器31活用该效果,将“交变磁场送出期间”也作为进行电磁感应笔P的位置导出的“位置导出期间”而利用,在该期间内,基于在环形线圈LCx出现的电压信号而进行电磁感应笔P的位置的导出。因此,根据本实施方式,能够将接收用于电磁感应笔P的位置导出的笔信号的期间确保得比比较例长,因此,与比较例相比,能够以更高的精度导出电磁感应笔P的位置。

[0099] 需要说明的是,本实施方式的传感器控制器31在“交变磁场送出期间”内不进行电磁感应笔P发送出的数据的接收是因为在“交变磁场送出期间”内电磁感应笔P无法发送数据。详细来说,电磁感应笔P构成为:根据发送的数据的内容而变更电磁感应笔P内的谐振电路的谐振频率,由此对笔信号的频率进行调制,由此进行数据的发送。在存在来自位置检测装置3的交变磁场的情况下,笔信号的频率会被固定为交变磁场的频率,因此,即使在电磁感应笔P内变更谐振电路的共振频率,该变更也不会反映于笔信号的频率。因此,电磁感应笔P在“交变磁场送出期间”内无法发送数据。

[0100] 返回图4~图6。传感器控制器31在从线状电极EL_m送出交变磁场的期间,进行以下的处理:一边将开关30d维持为连接状态,一边将相邻的3条环形线圈LCx作为1组而依次选择各组,每次以使构成所选择的组的3条环形线圈LCx以连接极性不同的3种连接方式相对于差动放大器30i串联连接的方式控制开关30c。通过该处理,差动放大器30i基于由串联连接的3条环形线圈LCx构成的复合线圈的两端间的电位而检测表示笔信号的电平的结果值,将其作为接收信号Rx_EMR而向传感器控制器31输出。

[0101] 图4~图6示出了上述3种连接方式下的连接。具体来说,在图4的例子中,从差动放大器30i的非反转输入端子观察,将环形线圈LCx_{n-1}逆时针地(在图中记为“-1”)连接,接着将环形线圈LCx_n顺时针地(在图中记为“1”)连接,最后将环形线圈LCx_{n+1}逆时针地连接。另外,在图5的例子中,从差动放大器30i的非反转输入端子观察,将环形线圈LCx_{n-1}顺时针地连接,接着将环形线圈LCx_n逆时针地连接,最后将环形线圈LCx_{n+1}逆时针地连接。在图6的例子中,从差动放大器30i的非反转输入端子观察,将环形线圈LCx_{n-1}逆时针地连接,接着将环形线圈LCx_n逆时针地连接,最后将环形线圈LCx_{n+1}顺时针地连接。

[0102] 图11是说明作为进行以上这样的连接的结果而从差动放大器30i向传感器控制器

31供给的接收信号Rx_EM R的图。图示的笔信号检测期间T1~T3分别与图4~图6的连接状态对应。需要说明的是,实际上,在各笔信号检测期间的前半部分配置交变磁场送出期间(参照图10),但在图11中省略。另外,实际的接收信号Rx_EM R如图10所示那样随着时间经过而衰减,但为了使理解容易,在图11中未进行衰减的描绘。这些点在后述的图12及图13中也是同样的。

[0103] 参照图11,可理解:在笔信号检测期间T1中接收的笔信号在环形线圈LCx_n和环形线圈LCx_{n-1}、LCx_{n+1}中成为相反相位。这是基于:如上所述,环形线圈LCx_n成为顺时针,环形线圈LCx_{n-1}、LCx_{n+1}成为逆时针。其结果,若将在传感器控制器31在线状电极EL_m中生成交变磁场时由环形线圈LCx_{n-1}~LCx_{n+1}接收的笔信号的电平分别记为电平E_{m,n-1}~E_{m,n+1},则如图11所示,在笔信号检测期间T1中从差动放大器30i向传感器控制器31供给的接收信号Rx_EM R(结果值)表示为-E_{m,n-1}+E_{m,n}-E_{m,n+1}。关于笔信号检测期间T2、T3也是同样,分别表示为+E_{m,n-1}-E_{m,n}-E_{m,n+1}、-E_{m,n-1}-E_{m,n}+E_{m,n+1}。

[0104] 以下的式(7)所示的向量d_{series}将在笔信号检测期间T1~T3中分别接收的接收信号Rx_EM R以向量形式记载。如式(7)的最终行所示,向量d_{series}能够变形成表示各笔信号检测期间中的连接极性的3×3的矩阵F与表示电平E_{m,n-1}~E_{m,n+1}的向量之积的形式。需要说明的是,式(7)所示的矩阵F成为了3×3的Walsh码。

$$d_{series} = \begin{pmatrix} -E_{m,n-1} + E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1} - E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1} - E_{m,n} + E_{m,n+1} \end{pmatrix}$$

[0105]

$$= \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots (7)$$

[0106] 传感器控制器31通过对向量d_{series}进行以下的式(8)的左边所示的运算而将电平E_{m,n-1}~E_{m,n+1}分离取得。其中,式(8)中所示的矩阵F⁻¹是矩阵F的逆矩阵,因此,式(8)的左边所示的运算成为了与上述的各连接方式中的环形线圈LCx的连接极性相应的复原运算。如式(8)所示,若对矩阵F乘以矩阵F⁻¹则成为单位矩阵I,因此,传感器控制器31通过进行该复原运算,如式(8)的右边所示,能够将在从第m个线状电极EL_m送出了交变磁场的情况下由环形线圈LCx_{n-1}~LCx_{n+1}分别接收的笔信号的电平E_{m,n-1}~E_{m,n+1}分离取得。

[0107]

$$F^{-1}d_{series} = F^{-1}F \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = I \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots (8)$$

[0108] 传感器控制器31通过将式(8)同样的运算关于环形线圈LCx的各组执行而将在从第m个线状电极EL_m送出了交变磁场的情况下由多个环形线圈LCx分别接收的笔信号的电平分离取得。另外,传感器控制器31通过一边改变送出交变磁场的线状电极EL_m一边进行同样的处理而取得在从多个线状电极EL_m分别送出了交变磁场的情况下由多个环形线圈LCx分别接收的笔信号的电平。并且,传感器控制器31基于这样取得的笔信号的电平在触摸面内的分布而导出电磁感应笔P的位置(二维位置)。具体而言,将相当于分布的顶点的位置作为电磁感应笔P的位置而导出即可。关于传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的

详情,之后一边参照图15~图17一边更具体地说明。

[0109] 在此,举出以与本实施方式不同的方法进行笔信号的接收的比较例,说明使用本实施方式的效果之一。

[0110] 图12是说明第一比较例的接收信号Rx_EMR的图。本比较例的传感器控制器31在各笔信号检测期间中将1个环形线圈LCx与差动放大器30i连接。在该情况下,在各笔信号检测期间中得到由1个环形线圈LCx接收的笔信号的电平,因此,传感器控制器31能够不进行如上所述的运算地取得由各环形线圈LCx接收的笔信号的电平。

[0111] 图13是说明第二比较例的接收信号Rx_EMR的图。本比较例的传感器控制器31在各笔信号检测期间中,与本实施方式同样,将相邻的3条环形线圈LCx串联地与差动放大器30i连接。不过,本比较例的传感器控制器31将全部的环形线圈LCx以相同的朝向(顺时针或逆时针)连接。在该情况下,通过如上所述的运算无法将由各环形线圈LCx接收的笔信号的电平分离,但传感器控制器31能够将通过3条环形线圈LCx而得到的接收信号Rx视为由3条环形线圈LCx中的位于中心的环形线圈LCx得到的信号而进行电磁感应笔P的位置的导出。

[0112] 图14是示出模拟了在电磁感应笔P位于环形线圈LCx_n上的情况下由其附近的各环形线圈LCx接收的笔信号的电平(在分离取得的情况下是分离后的电平)的结果的图。在该图中示出了本实施方式(图11)、第一比较例(图12)、第二比较例(图13)各自的结果。如该图所示,根据本实施方式的笔信号的接收方法,能够得到与第一及第二比较例相比笔信号的接收电平大幅变高这一效果。这是基于:根据本实施方式的笔信号的接收方法,为了得到由各环形线圈LCx接收的笔信号而能够使用的笔信号检测期间与第一及第二比较例相比成为3倍。在此,如后所述,若传感器控制器31中的笔信号的笔信号检测期间成为N倍,则接收的笔信号的电平成为N倍,另一方面,接收的噪声的电平止于N^{1/2}倍。因此,可以说:根据本实施方式的笔信号的接收方法,能够使在传感器控制器31中接收的笔信号的S/N比提高。

[0113] 除此之外,根据本实施方式的笔信号的接收方法,能够将由多个环形线圈LCx接收的笔信号在多个笔信号检测期间的各自中利用1个接收电路同时接收,且将接收信号Rx_EMR分离成每个环形线圈LCx的成分,因此,无需为了使S/N比提高而延长笔信号的发送期间,也无需为了利用多个环形线圈LCx并行地接收笔信号而增设接收电路。因此,可以说:根据本实施方式的笔信号的接收方法,能够不使位置检测的频度下降且不使传感器控制器31的电路规模增大地使在传感器控制器31中接收的笔信号的S/N比提高。

[0114] 以下,关于在传感器控制器31中的笔信号的笔信号检测期间成为了N倍时噪声的电平止于N^{1/2}倍这一点详细地说明。

[0115] 若将在第k次的笔信号检测期间取得的接收信号Rx设为X_k且将其方差表示为V(X_k),则通过方差的加法性,将在第1~N次的笔信号检测期间取得的N次的接收信号X₁~X_N相加而成的信号(以下,简称作“相加信号”)的方差V_{TOTAL}如以下的式(9)所示,由各笔信号检测期间中的接收信号Rx的方差的合计表示。

$$V_{TOTAL} = V(X_1) + V(X_2) + V(X_3) + \dots + V(X_N) \quad \dots (9)$$

[0117] 若仅着眼于接收信号Rx中包含的噪声的成分,则可认为在全部的笔信号检测期间噪声成为相同的值,因此相加信号的方差V_{TOTAL}进一步如以下的式(10)这样表示。其中,V、σ分别是各笔信号检测期间中的方差及标准偏差。

$$[0118] \quad V_{TOTAL} = V + V + V + \dots + V = N \cdot V = N \cdot \sigma^2 \quad \dots (10)$$

[0119] 在相加信号出现的噪声的量由相加信号的标准偏差 σ_{TOTAL} 表示。从式(10)可理解：由于该标准偏差 σ_{TOTAL} 如以下的式(11)这样表示，所以在传感器控制器31中的笔信号的笔信号检测期间成为了N倍时噪声的电平止于 $N^{1/2}$ 倍。

$$[0120] \quad \sigma_{TOTAL} = \sqrt{V_{TOTAL}} = \sqrt{N}\sigma \quad \dots (11)$$

[0121] 接着，关于传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测，一边参照流程图一边更具体地说明。

[0122] 图15~图17是示出传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。首先参照图15，检测电磁感应笔P前的传感器控制器31将除了两端各2条线状电极EL之外的各线状电极EL作为选择对象而决定后(步骤S1)，选择选择对象的线状电极EL中的最靠端部的线状电极EL(步骤S2)。另外，传感器控制器31选择从端部起的3条环形线圈LCx，通过控制开关30c~30e而将所选择的3条环形线圈LCx以第1个连接方式(例如，图4所示的连接方式)与差动放大器30i连接(步骤S3)。

[0123] 接着，传感器控制器31从选择中的线状电极EL开始交变磁场的送出(步骤S4)。具体而言，通过控制开关30a，如图4所示，将夹着选择中的线状电极EL而在一侧相邻的2条线状电极EL与驱动电路30g内的交流电流 i_a 的输出端子(缓冲电路的输出端子)连接，将夹着选择中的线状电极EL而在另一侧相邻的2条线状电极EL与驱动电路30g内的交流电流 i_b 的输出端子(反转缓冲电路的输出端子)连接，开始向驱动电路30g的交流电流Tx_EMR供给。然后，传感器控制器31将根据在步骤S4中送出的交变磁场而从差动放大器30i输出的接收信号Rx_EMR的电平暂时存储(步骤S5)。这里存储的接收信号Rx_EMR的电平例如可以是图10的(a)所示的位置导出期间的整体(包含是交变磁场送出期间的位置导出期间及交变磁场送出期间后的位置导出期间)中的最大值，也可以是交变磁场送出期间后的位置导出期间中的最大值。

[0124] 接着，传感器控制器31判定是否以全部的连接方式试行了步骤S4~S5的处理(步骤S6)。具体而言，判定是否以图4~图6所示的3种连接方式的全部试行了步骤S4~S5的处理。在该判定中判定为未试行的传感器控制器31通过控制开关30c~30e而将选择中的3条环形线圈LCx以下一连接方式(例如，图4所示的连接方式的下一个是图5所示的连接方式，图5所示的连接方式的下一个是图6所示的连接方式)与差动放大器30i连接(步骤S7)，返回步骤S4。

[0125] 另一方面，在步骤S6中判定为试行了的传感器控制器31基于通过多次的步骤S5的试行而暂时存储的多个接收信号Rx_EMR的电平，导出每个环形线圈LCx的笔信号的电平(步骤S8)。具体而言，进行上述的式(8)所示的复原运算。

[0126] 接着，传感器控制器31判定是否结束了全部的环形线圈LCx的选择(步骤S9)，在判定为未结束的情况下，选择与上次选择的3条环形线圈LCx(在步骤S3或步骤S10中选择的3条环形线圈LCx)相邻的3条环形线圈LCx，通过开关30c~30e的控制而将其以第1个连接方式(例如，图4所示的连接方式)与差动放大器30i连接后(步骤S10)，返回步骤S4。另一方面，在步骤S9中判定为结束了的情况下，传感器控制器31判定是否结束了在步骤S1中作为选择对象而决定的全部的线状电极EL的选择(步骤S11)，在判定为未结束的情况下，选择与上次选择的线状电极EL(在步骤S2或步骤S12中选择的线状电极EL)相邻的线状电极EL(步骤S12)，

返回步骤S4。

[0127] 在步骤S11中判定为结束了的传感器控制器31基于通过步骤S8的反复而得到的、线状电极EL及环形线圈LCx的每个组合的笔信号的电平,判定是否检测到笔信号(图16的步骤S13)。在一例中,该判定的结果在存在超过规定值的电平的情况下成为肯定,在其以外的情况下成为否定。

[0128] 在步骤S13中判定为未检测到笔信号的传感器控制器31返回图15的步骤S1而继续处理。另一方面,判定为检测到笔信号的传感器控制器31基于在图15的步骤S8中导出的线状电极EL及环形线圈LCx的每个组合的笔信号的电平而导出电磁感应笔P的位置,并向主机处理器32输出(步骤S14)。

[0129] 接着,传感器控制器31基于在步骤S14中导出的位置(在是从后述的步骤S28的迁移的情况下,是在上次的步骤S28中导出的位置),将规定条数(比在图15的步骤S1中作为选择对象而决定的线状电极EL的条数少的条数。典型地为3条或4条)的线状电极EL(线状电极组)及 $3n$ 条(n 为自然数,典型地 $n=1$ 。不过, $3n$ 为比环形线圈LCx的总数小的数)环形线圈LCx作为选择对象而决定(更新)(步骤S15)。

[0130] 接着,传感器控制器31选择选择对象的线状电极EL中的最靠端部的线状电极EL(步骤S16)。然后,选择选择对象的环形线圈LCx中的从端部起的3条环形线圈LCx,通过控制开关30c~30e而将所选择的3条环形线圈LCx以第1个连接方式(例如,图4所示的连接方式)与差动放大器30i连接(步骤S17)。

[0131] 移向图17,接着,传感器控制器31进行与图15及图16的步骤S4~S13同样的处理(步骤S18~S27)。不过,这里的处理在在步骤S5中仅将接收信号Rx_EMR的电平暂时存储而在步骤S19中也存储构成接收信号Rx_EMR的一连串的数字值(通过采样而得到的数字值)这一点、在步骤S9中判定是否结束了全部的环形线圈LCx的选择而在步骤S23中判定是否结束了在步骤S15中作为选择对象而决定的全部的环形线圈LCx的选择这一点、在步骤S11中判定是否结束了在步骤S1中作为选择对象而决定的全部的线状电极EL的选择而在步骤S25中判定是否结束了在步骤S15中作为选择对象而决定的全部的线状电极EL的选择这一点上与步骤S4~S14的处理不同。需要说明的是,在步骤S19中存储的一连串的数字值可以仅是图10的(a)所示的位置导出・数据接收期间的数字值。

[0132] 在步骤S27中判定为检测到笔信号的传感器控制器31导出电磁感应笔P的位置并且取得电磁感应笔P发送出的数据,并向主机处理器32输出(步骤S28)。具体来说,传感器控制器31基于在步骤S22中导出的线状电极EL及环形线圈LCx的每个组合的笔信号的电平而导出电磁感应笔P的位置。另外,传感器控制器31关于距所导出的位置最近的线状电极EL及环形线圈LCx的组合,将在步骤S19中存储的一连串的数字值解调,由此取得电磁感应笔P发送出的数据。在步骤S28结束后,传感器控制器31返回步骤S15而继续处理。

[0133] 通过采用以上这样的处理,根据本实施方式的传感器控制器31,在图16的步骤S15中一旦确定线状电极组后,通过仅从构成线状电极组的规定条数的线状电极EL送出交变磁场,能够逐渐更新电磁感应笔P的二维位置,因此能够一边利用线状电极EL来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大。

[0134] 如以上说明的那样,根据本实施方式的位置检测系统1,在一旦确定线状电极组后,通过仅从构成线状电极组的规定条数的线状电极EL送出交变磁场,能够逐渐更新电磁

感应笔P的二维位置,因此能够一边利用线状电极EL来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大。

[0135] 另外,根据本实施方式的位置检测系统1,能够防止在向线状电极 EL_{m-1} 、 EL_{m-2} 流动的电流与向线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+2} 流动的电流之间产生相位偏移,因此也能够利用线状电极EL来代替Tx线圈的情况下降低向由Rx线圈(环形线圈LCx)检测的交变磁场重叠的噪声。

[0136] 另外,根据本实施方式的位置检测系统1,能够不使位置检测的频度下降且不使传感器控制器31的电路规模增大地使在传感器控制器31中接收的笔信号的S/N比提高。

[0137] 另外,根据本实施方式的位置检测系统1,通过在y方向上排列配置的1组线状电极EL和在x方向上排列配置的1组环形线圈LCx,能够实现EMR传感器和触摸传感器(用于通过静电容方式来检测手指F的触摸的传感器)的双方,因此,与在1个位置检测装置中分别设置EMR传感器和触摸传感器的情况相比,能够实现位置检测装置的轻量化及成本削减。

[0138] 另外,根据本实施方式的位置检测系统1,由于为了接收接收信号Rx_EMR而使用差动放大器30i,所以即使在环形线圈LCx间电阻值产生了偏差,也能够抑制笔信号的电平的偏差。这对利用例如金属网等高阻抗的材料来构成环形线圈LCx的情况尤其有效。

[0139] 需要说明的是,在本实施方式中,说明了式(7)所示的矩阵F是由 3×3 的Walsh码表示的矩阵的例子,但由OVSF码、M序列码、Baker码等Walsh码以外的码表示的矩阵也能够作为矩阵F而适宜地使用(即,能够以使矩阵F成为这些码的方式设定各笔信号检测期间的环形线圈LCx的连接方式)。

[0140] 若一般化地说明,则在同时将k条环形线圈LCx相对于差动放大器30i串联连接的情况(即,传感器控制器31在从任一线状电极EL送出交变磁场的期间,将相邻的k条环形线圈LCx作为1组而依次选择各组,每次以使构成所选择的组的k条环形线圈LCx以连接极性不同的k种连接方式相对于差动放大器30i串联连接的方式控制开关30c的情况)下,若作为由以下的式(12)表示的联立方程式的系数矩阵的矩阵F(k行k列的矩阵)的秩与k相等,则能够基于该矩阵F而决定各笔信号检测期间的环形线圈LCx的连接方式。换言之,若矩阵F的各列向量互相处于线性独立的关系,则能够基于该矩阵F而决定各笔信号检测期间的环形线圈LCx的连接方式。这是因为,不管在哪个情况下,式(12)都必定有解。

$$[0141] \quad F \begin{pmatrix} E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \\ E_{m,n+2} \\ \vdots \\ E_{m,n+k} \end{pmatrix} = d_{series} \quad \cdots (12)$$

[0142] 另外,在本实施方式中,说明了使用矩阵F的逆矩阵 F^{-1} 来进行复原运算的例子,但也能够使用不是逆矩阵的矩阵来进行复原运算。以下,以得到了式(7)所示的向量 d_{series} 的情况为例,说明作为不是矩阵F的逆矩阵的矩阵而使用矩阵F自身的复原运算的一例。

[0143] 在该例子中,首先,使用复原用的矩阵F和笔信号检测期间T1~T3中的接收信号Rx的电平 $-E_{m,n-1}+E_{m,n}-E_{m,n+1}$ 、 $+E_{m,n-1}-E_{m,n}-E_{m,n+1}$ 、 $-E_{m,n-1}-E_{m,n}+E_{m,n+1}$,导出相当于矩阵F的列全部为1的情况的接收信号Rx的电平。具体而言,解以下的式(13)所示的联立方程式而求出a、b、c,通过导出a+b+c而导出相当于矩阵F的列全部为1的情况的接收信号Rx的电平即可。这样导出的电平成为 $+E_{m,n-1}+E_{m,n}+E_{m,n+1}$ 。

$$[0144] \quad \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -E_{m,n-1} + E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1} - E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1} - E_{m,n} + E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \dots (13)$$

[0145] 接着,如以下的式(14)所示,若将全部的要素的值为1的列向矩阵F的开头添加并且将值为 $+E_{m,n-1}+E_{m,n}+E_{m,n+1}$ 的行向向量 d_{series} 的开头添加后,将矩阵F与向量 d_{series} 相乘,则得到将式(8)的运算结果线性地(具体而言,4倍)放大而成的结果。

$$[0146] \quad \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +E_{m,n-1} + E_{m,n} + E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1} + E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1} - E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1} - E_{m,n} + E_{m,n+1} \end{pmatrix} \\ = 4 \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \dots (14)$$

[0147] 这样,在使用不是矩阵F的逆矩阵 F^{-1} 的矩阵来进行复原运算的情况下,需要导出相当于矩阵F的列全部为1的情况的接收信号Rx的电平,但与使用矩阵F的逆矩阵 F^{-1} 来进行复原运算的情况同样,能够将电平 $E_{m,n-1} \sim E_{m,n+1}$ 分离取得。

[0148] 需要说明的是,在式(14)中,得到了将式(8)的运算结果放大为4倍而成的结果,但这样运算结果变大会使得后段的运算的精度提高,因此优选。关于使用矩阵F的逆矩阵 F^{-1} 来进行复原运算的情况也可以说同样的话。以下,举出具体例而说明。

[0149] 矩阵F是4×4的Walsh码的情况下的向量 d_{series} 如以下的式(15)这样表示。其中,向量e是表示由4条环形线圈LCx分别接收的笔信号的电平的向量。

$$[0150] \quad d_{\text{series}} = Fe = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} e \quad \dots (15)$$

[0151] 式(15)所示的矩阵F的逆矩阵 F^{-1} 如式(16)这样表示。

$$[0152] \quad F^{-1} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \quad \dots (16)$$

[0153] 因此,在进行向量e的复原运算时,若如以下的式(17)所示那样对逆矩阵 F^{-1} 乘以4,则能够一边进行基于逆矩阵 F^{-1} 的复原运算一边得到具有本来的向量e的4倍的电平的向量。

$$\begin{aligned}
 4F^{-1}d_{series} &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} d_{series} \\
 [0154] \quad &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} e \\
 &= 4e \quad \dots (17)
 \end{aligned}$$

[0155] 接着,关于本发明的第二实施方式的位置检测系统1进行说明。

[0156] 图18是示出在构成本实施方式的位置检测系统1的位置检测装置3内配置的开关部30的内部结构的图。本实施方式的开关部30在布线部30h不具有布线L1、L2、开关30c也不具有与布线L1、L2对应的输出引脚这一点、取代差动放大器30i而具有运算放大器30n这一点上与第一实施方式的开关部30不同。本实施方式的开关30d起到根据传感器控制器31的控制而将布线L4与运算放大器30n的输入端子连接且将布线L3与接地端连接的作用。另外,本实施方式的传感器控制器31在为了电磁感应笔P的位置检测而将3条环形线圈LCx不是串联而是并联地相对于运算放大器30n连接这一点上与第一实施方式的传感器控制器31不同。在其他的点上,本实施方式的位置检测系统1与第一实施方式的位置检测系统1是同样的,因此,以下,着眼于与第一实施方式的位置检测系统1的不同点而继续说明。

[0157] 图19~图21分别是示出本实施方式的传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。本实施方式的传感器控制器31在从线状电极EL_m送出交变磁场的期间,进行以下的处理:将相邻的3条环形线圈LCx作为1组而依次选择各组,每次以使构成所选择的组的3条环形线圈LCx以连接极性不同的3种连接方式相对于运算放大器30n并联连接的方式控制开关30c。通过该处理,运算放大器30n基于由并联连接的3条环形线圈LCx构成的复合线圈的一端的电位(相对于接地端的电位)而检测表示笔信号的电平的结果值,将其作为接收信号Rx_EMR而向传感器控制器31输出。

[0158] 图19~图21示出了上述3种连接方式下的连接。具体来说,在图19的例子中,从运算放大器30n的输入端子观察,将环形线圈LCx_{n-1}、LCx_{n+1}逆时针地(在图中记为“-1”)连接,将环形线圈LCx_n顺时针地(在图中记为“1”)连接。另外,在图20的例子中,从运算放大器30n的输入端子观察,将环形线圈LCx_{n-1}顺时针地连接,将环形线圈LCx_n、LCx_{n+1}逆时针地连接。在图21的例子中,从运算放大器30n的输入端子观察,将环形线圈LCx_{n-1}、LCx_n逆时针地连接,将环形线圈LCx_{n+1}顺时针地连接。

[0159] 作为进行以上这样的连接的结果而从运算放大器30n向传感器控制器31供给的接收信号Rx_EMR由以下的式(18)所示的向量d_{parallel}表示。式(18)中所示的电平E_{m,n-1}~E_{m,n+1}的含义与在第一实施方式中说明的含义相同。如式(18)的最终行所示,向量d_{parallel}也与在第一实施方式中说明的向量d_{series}同样,能够变形成表示各笔信号检测期间中的连接极性的3×3的矩阵F与表示电平E_{m,n-1}~E_{m,n+1}的向量之积的形式。

$$\begin{aligned}
 d_{parallel} &= \begin{pmatrix} -E_{m,n-1} + E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ +E_{m,n-1} - E_{m,n} - E_{m,n+1} \\ -E_{m,n-1} - E_{m,n} + E_{m,n+1} \end{pmatrix} \\
 [0160] \quad &= \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} E_{m,n-1} \\ E_{m,n} \\ E_{m,n+1} \end{pmatrix} \quad \cdots (18)
 \end{aligned}$$

[0161] 从向量 $d_{parallel}$ 是与向量 d_{series} 相同的形式可理解,在本实施方式中,传感器控制器31也能够通过对向量 $d_{parallel}$ 乘以矩阵F的逆矩阵 F^{-1} 而将由环形线圈 $LCx_{n-1} \sim LCx_{n+1}$ 分别接收的笔信号的电平 $E_{m,n-1} \sim E_{m,n+1}$ 分离取得。因此,通过本实施方式的笔信号的接收方法,也能够得到与第一实施方式同样的效果。具体而言,能够一边利用线状电极EL来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大,另外,也能够利用线状电极EL来代替Tx线圈的情况下降低向由Rx线圈(环形线圈LCx)检测的交变磁场重叠的噪声。而且,能够不使位置检测的频度下降且不使传感器控制器31的电路规模增大地使在传感器控制器31中接收的笔信号的S/N比提高。不过,关于这一点,在将多个环形线圈LCx并联连接的情况下,与串联连接的情况相比电感变小,因此,在本实施方式中,与第一实施方式相比笔信号的电平变小。因此,可以说:使笔信号的S/N比提高的效果在第一实施方式中比在本实施方式中高。

[0162] 接着,关于本发明的第三实施方式的位置检测系统1进行说明。

[0163] 图22是示出在构成本实施方式的位置检测系统1的位置检测装置3内配置的开关部30的内部结构的图。为了简单,在该图中,仅将环形线圈LCx图示了5条(环形线圈 $LCx_{n-2} \sim LCx_{n+2}$)且将线状电极EL图示了6条(线状电极 $EL_m \sim EL_{m+5}$)。这一点关于后述的图23~图25也是同样的。

[0164] 本实施方式的开关部30在取代开关30a而具有开关30k这一点、取代驱动电路30g而具有驱动电路30m这一点上与第二实施方式的开关部30不同。另外,本实施方式的传感器控制器31在以下的点上与第二实施方式的传感器控制器31不同:为了进行电磁感应笔P的位置检测,向6条线状电极 $EL_m \sim EL_{m+5}$ 同时供给交流电流,另一方面,向运算放大器30n同时仅连接1条环形线圈LCx。在其他的点上,本实施方式的位置检测系统1与第二实施方式的位置检测系统1是同样的,因此,以下,着眼于与第二实施方式的位置检测系统1的不同点而继续说明。

[0165] 开关30k是用于将用于使交变磁场在触摸面上产生的交流电流Tx_EMR向多个线状电极EL供给的结构,构成为具有针对每个线状电极EL设置的输出引脚和针对每个输出引脚设置的2个输入引脚。各输出引脚连接于对应的线状电极EL的x方向(长度方向)的一端。开关30k起到根据传感器控制器31的控制而针对每个线状电极EL将各输入引脚与任一输出引脚连接的作用。

[0166] 驱动电路30m是根据从传感器控制器31供给的交流电流Tx_EMR而生成上述的交流电流 i_A 、 i_B 且将其经由开关30k而向各线状电极EL供给的电路。驱动电路30m构成为向与各线状电极EL对应的2个输入引脚的一方供给交流电流 i_A 且向另一方供给交流电流 i_B 。

[0167] 图23~图25分别是示出本实施方式的传感器控制器31进行电磁感应笔P的位置检测的情况下的开关部30的状态的图。本实施方式的传感器控制器31在通过开关30c~30e的

控制而将环形线圈 LCx_n 与运算放大器30n连接的期间,进行以下的控制:将相邻的6条线状电极EL一边每次错动3条一边依次选择,每次以使所选择的6条线状电极EL以3种连接方式与驱动电路30m连接、在6条线状电极EL中的一半产生交流电流 i_A 且在剩余的一半产生交流电流 i_B 的方式控制开关30c。

[0168] 图23~图25示出了上述3种连接方式下的交流电流的供给。具体来说,在图23的例子中,向线状电极 EL_{m+1} 、 EL_{m+3} 、 EL_{m+5} 供给着交流电流 i_A ,向线状电极 EL_m 、 EL_{m+2} 、 EL_{m+4} 供给着交流电流 i_B 。另外,在图24的例子中,向线状电极 $EL_{m+1} \sim EL_{m+3}$ 供给着交流电流 i_A ,向线状电极 EL_m 、 EL_{m+4} 、 EL_{m+5} 供给着交流电流 i_B 。在图25的例子中,向线状电极 $EL_{m+2} \sim EL_{m+4}$ 供给着交流电流 i_A ,向线状电极 EL_m 、 EL_{m+1} 、 EL_{m+5} 供给着交流电流 i_B 。

[0169] 图26的(a)~(c)是示意性地示出图23~图25的各自中的交流电流的供给方法的图。另外,图26的(d)~(f)是示出分别以图26的(a)~(c)所示的方法向6条线状电极 $EL_m \sim EL_{m+5}$ 供给了交流电流 i_A 、 i_B 的情况下的等效电路的图。如这些图所示,在对线状电极 EL_{m+k} (k 是0、1、2中的任一者)和线状电极 EL_{m+k+3} 流动了时间微分互相成为反相的交流电流的情况下,不管向位于其间的线状电极 EL_{m+k+1} 、 EL_{m+k+2} 流动的电流如何,都能够视为由线状电极 EL_{m+k} 和线状电极 EL_{m+k+3} 形成了环形线圈。以下,将该环形线圈称作“模拟环形线圈PLC”,尤其将由线状电极 EL_{m+k} 、 EL_{m+k+3} 构成的模拟环形线圈PLC称作“模拟环形线圈PLC $_{m+k}$ ”。模拟环形线圈PLC $_{m+k}$ 的连接极性在向线状电极 EL_{m+k} 供给交流电流 i_A 且向线状电极 EL_{m+k+3} 供给交流电流 i_B 的情况(在图中记为“-”)和向线状电极 EL_{m+k} 供给交流电流 i_B 且向线状电极 EL_{m+k+3} 供给交流电流 i_A 的情况(在图中记为“+”)下互相相反。

[0170] 若将在向线状电极 EL_{m+k} 供给着交流电流 i_A 且向线状电极 EL_{m+k+3} 供给着交流电流 i_B 时由环形线圈 LCx_n 接收的笔信号的电平表示为 $E_{m+k,n}$,则在进行图26的(a)所示的交流电流的供给的情况下从运算放大器30n向传感器控制器31供给的接收信号Rx_EMR(结果值)表示为 $-E_{m,n} + E_{m+1,n} - E_{m+2,n}$ 。在进行图26的(b)(c)所示的交流电流的供给的情况下也是同样,分别表示为 $E_{m,n} - E_{m+1,n} - E_{m+2,n}$ 、 $-E_{m,n} - E_{m+1,n} + E_{m+2,n}$ 。若将其以向量形式表示,则如以下的式(19)所示的向量 d_{tx} 那样表示。并且,该向量 d_{tx} 与上述的向量 d_{series} 、向量 $d_{parallel}$ 同样,能够变形成表示模拟环形线圈PLC的连接极性的 3×3 的矩阵 F 与表示电平 $E_{m,n} \sim E_{m+2,n}$ 的向量之积的形式。

$$d_{tx} = \begin{pmatrix} -E_{m,n} + E_{m+1,n} - E_{m+2,n} \\ +E_{m,n} - E_{m+1,n} - E_{m+2,n} \\ -E_{m,n} - E_{m+1,n} + E_{m+2,n} \end{pmatrix}$$

[0171]

$$= \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{m,n} \\ E_{m+1,n} \\ E_{m+2,n} \end{pmatrix} = F \begin{pmatrix} E_{m,n} \\ E_{m+1,n} \\ E_{m+2,n} \end{pmatrix} \quad \cdots (19)$$

[0172] 从向量 d_{tx} 是与向量 d_{series} 、向量 $d_{parallel}$ 相同的形式可理解,在本实施方式中,传感器控制器31也能够通过对向量 d_{tx} 乘以矩阵 F 的逆矩阵 F^{-1} 而将在从模拟环形线圈PLC $_m \sim PLC_{m+2}$ 分别送出了交变磁场时接收的笔信号的电平 $E_{m,n}$ 、 $E_{m+1,n}$ 、 $E_{m+2,n}$ 分离取得。并且,根据本实施方式的交流电流的供给方法,与从3个模拟环形线圈PLC分别单独地送出交变磁场的情况相比,从各模拟环形线圈PLC送出交变磁场的期间的长度成为3倍,因此,接收的笔信号的电平成为3倍,另一方面,接收的噪声的电平止于 $3^{1/2}$ 倍。因此,可以说:通过本实施方式的交流电

流的供给方法,也能够使在传感器控制器31中接收的笔信号的S/N比提高。

[0173] 图27~图29是示出本实施方式的传感器控制器31执行的电磁感应笔P的位置检测的整体的流程的流程图。首先参照图27,检测电磁感应笔P前的传感器控制器31选择最靠端部的1条环形线圈LCx,通过控制开关30b而将所选择的环形线圈LCx与运算放大器30n连接(步骤S30)。在该处理中,也包括以下的处理:通过开关30d的控制而将运算放大器30n与布线L4连接并且将布线L3接地,另一方面,通过开关30e的控制而将运算放大器30j从布线L4切离。

[0174] 接着,传感器控制器31选择从端部起的6条线状电极EL,通过控制开关30k而将其以第1个连接方式(例如,图23所示的连接方式)与驱动电路30m连接(步骤S31)。在该处理中,也包括通过开关30f的控制而将各线状电极EL的x方向的另一端接地的处理及通过开关30b的控制而使得不向各线状电极EL供给触摸检测用信号Tx_TP的处理。

[0175] 接着,传感器控制器31从选择中的线状电极EL群开始交变磁场的送出(步骤S32)。具体而言,开始向驱动电路30m的交流电流Tx_EMR的供给。由此,在6条线状电极EL分别流动交流电流 i_A 、 i_B 中的任一者,作为其结果而形成上述的模拟环形线圈PLC,送出交变磁场。之后,传感器控制器31将根据在步骤S32中送出的交变磁场而从运算放大器30n输出的接收信号Rx_EMR的电平暂时存储(步骤S33)。这里存储的电平的具体内容可以与在图15的步骤S5中存储的电平的具体内容是同样的。

[0176] 接着,传感器控制器31判定是否以全部的连接方式试行了步骤S32~S33的处理(步骤S34)。具体而言,判定是否以图23~图25所示的3种连接方式的全部试行了步骤S32~S33的处理。在该判定中判定为未试行的传感器控制器31通过控制开关30k而将选择中的6条线状电极EL以下一连接方式(例如,图23所示的连接方式的下一个是图24所示的连接方式,图24所示的连接方式的下一个是图25所示的连接方式)与驱动电路30m连接(步骤S35),返回步骤S32。

[0177] 另一方面,在步骤S34中判定为试行了的传感器控制器31基于通过多次的步骤S5的试行而暂时存储的多个接收信号Rx_EMR的电平,导出每个模拟环形线圈PLC的笔信号的电平(步骤S36)。具体而言,进行上述的对向量 d_{tx} 乘以矩阵F的逆矩阵 F^{-1} 的运算(复原运算)。

[0178] 接着,传感器控制器31判定是否结束了全部的线状电极EL的选择(步骤S37),在判定为未结束的情况下,错动3条而选择6条线状电极EL,通过开关30k的控制而将其以第1个连接方式(例如,图23所示的连接方式)与驱动电路30m连接后(步骤S38),返回步骤S32。另一方面,在步骤S37中判定为结束了的情况下,传感器控制器31判定是否结束了全部的环形线圈LCx的选择(步骤S39),在判定为未结束的情况下,选择与上次选择的1条环形线圈LCx(在步骤S30或步骤S40中选择的环形线圈LCx)相邻的1条环形线圈LCx,通过开关30c的控制而将其与运算放大器30n连接后(步骤S40),返回步骤S32。

[0179] 在步骤S39中判定为结束了的传感器控制器31基于通过步骤S36的反复而得到的、模拟环形线圈PLC及环形线圈LCx的每个组合的笔信号的电平,判定是否检测到笔信号(图28的步骤S41)。在一例中,该判定的结果在存在超过规定值的电平的情况下成为肯定,在其以外的情况下成为否定。

[0180] 在步骤S41中判定为未检测到笔信号的传感器控制器31返回图27的步骤S30而继

续处理。另一方面,判定为检测到笔信号的传感器控制器31基于在图27的步骤S36中导出的模拟环形线圈PLC及环形线圈LCx的每个组合的笔信号的电平而导出电磁感应笔P的位置,并向主机处理器32输出(步骤S42)。

[0181] 接着,传感器控制器31基于在步骤S42中导出的位置(在是从后述的步骤S56的迁移的情况下,是在上次的步骤S56中导出的位置),将 $3+3n$ 条(n 为自然数,典型地 $n=1$ 。不过, $3+3n$ 为比线状电极EL的总数小的数)线状电极EL(线状电极组)及规定条数(比环形线圈LCx的总数少的条数。典型地为3条或4条)的环形线圈LCx作为选择对象而决定(步骤S43)。

[0182] 接着,传感器控制器31选择选择对象的环形线圈LCx中的最靠端部的环形线圈LCx,通过开关30c的控制而将其与运算放大器30n连接(步骤S44)。另外,传感器控制器31选择选择对象的线状电极EL中的从端部起的6条线状电极EL,通过控制开关30k而将所选择的6条线状电极EL以第1个连接方式(例如,图23所示的连接方式)与驱动电路30m连接(步骤S45)。

[0183] 移向图29,接着,传感器控制器31进行与图27及图28的步骤S32~S41同样的处理(步骤S46~S55)。不过,这里的处理在在步骤S33中仅将接收信号Rx_EMR的电平暂时存储而在步骤S47中也存储构成接收信号Rx_EMR的一连串的数字值(通过采样而得到的数字值)这一点、在步骤S37中判定是否结束了全部的线状电极EL的选择而在步骤S51中判定是否结束了在步骤S43中作为选择对象而决定的全部的线状电极EL的选择这一点、在步骤S39中判定是否结束了全部的环形线圈LCx的选择而在步骤S53中判定是否结束了在步骤S43中作为选择对象而决定的全部的环形线圈LCx的选择这一点上与步骤S32~S41的处理不同。

[0184] 在步骤S55中判定为检测到笔信号的传感器控制器31导出电磁感应笔P的位置并且取得电磁感应笔P发送出的数据,并向主机处理器32输出(步骤S56)。具体来说,传感器控制器31基于在步骤S50中导出的模拟环形线圈PLC及环形线圈LCx的每个组合的笔信号的电平而导出电磁感应笔P的位置。另外,传感器控制器31关于距所导出的位置最近的模拟环形线圈PLC及环形线圈LCx的组合,将在步骤S47中存储的一连串的数字值解调,由此取得电磁感应笔P发送出的数据。在步骤S56结束后,传感器控制器31返回步骤S43而继续处理。

[0185] 通过采用以上这样的处理,根据本实施方式的传感器控制器31,在图28的步骤S43中一旦确定线状电极组后,通过仅从构成线状电极组的规定条数的线状电极EL送出交变磁场,能够逐渐更新电磁感应笔P的二维位置,因此能够一边利用线状电极EL来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大。

[0186] 如以上说明的那样,通过本实施方式的位置检测系统1,在一旦确定线状电极组后,通过仅从构成线状电极组的规定条数的线状电极EL送出交变磁场,能够逐渐更新电磁感应笔P的二维位置,因此能够一边利用线状电极EL来代替Tx线圈一边防止消耗电力的增大。

[0187] 另外,通过本实施方式的位置检测系统1,由于将交流电流 i_A 、 i_B 向各线状电极EL的x方向(长度方向)的一端(相同侧的端部)供给,所以能够防止在向各线状电极EL流动的电流之间产生相位偏移。因此,也能够利用线状电极EL来代替Tx线圈的情况下降低向由Rx线圈(环形线圈LCx)检测的交变磁场重叠的噪声。

[0188] 以上,关于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实施。

[0189] 例如,在第一实施方式中,说明了基于由串联连接的3条环形线圈LCx构成的复合线圈的两端间的电位而生成接收信号Rx_EMR的例子,在第二实施方式中,说明了基于由并联连接的3条环形线圈LCx构成的复合线圈的一端的电位(相对于接地端的电位)而生成接收信号Rx_EMR的例子,但在将3条环形线圈LCx串联连接的情况下,也可以基于由该3条环形线圈LCx构成的复合线圈的一端的电位(相对于接地端的电位)而生成接收信号Rx_EMR,在将3条环形线圈LCx并联连接的情况下,也可以基于由该3条环形线圈LCx构成的复合线圈的两端间的电位而生成接收信号Rx_EMR。

[0190] 另外,在第一及第二实施方式中,说明了为了检测电磁感应笔P的位置而将相邻的3条环形线圈LCx作为1组而使用的例子,但也可以将相邻的2条环形线圈LCx作为1组而使用,还可以将相邻的4条以上的环形线圈LCx作为1组而使用。或者,还可以将全部的环形线圈LCx作为1组而使用。将n条($n \geq 2$)环形线圈LCx作为1组而使用的情况下的矩阵F成为 $n \times n$ 的矩阵。

[0191] 另外,在第一及第二实施方式中,说明了一边使用开关30c改变多个环形线圈LCx的相互的连接方式一边生成接收信号Rx_EMR的例子,但也可以一边改变各环形线圈LCx与运算电路的连接一边生成接收信号Rx_EMR。例如,在图11所示的笔信号检测期间T1中,将环形线圈 LCx_{n-1} 、 LCx_{n+1} 向减法电路连接且将环形线圈 LCx_n 向加法电路连接,在笔信号检测期间T2中,将环形线圈 LCx_n 、 LCx_{n+1} 向减法电路连接且将环形线圈 LCx_{n-1} 向加法电路连接,在笔信号检测期间T3中,将环形线圈 LCx_n 向减法电路连接且将环形线圈 LCx_{n-1} 、 LCx_{n+1} 向加法电路连接。

[0192] 另外,也可以应用本发明的技术而生成与环形线圈LCx的任意的连接方式相应的接收信号Rx_EMR。例如,也可以生成环形线圈 LCx_1 与环形线圈 LCx_2 的差 $E_{m,1} - E_{m,2}$ 、从环形线圈 LCx_1 与环形线圈 LCx_2 的相加信号减去环形线圈 LCx_3 与环形线圈 LCx_4 的相加信号而成的信号 $(E_{m,1} + E_{m,2}) - (E_{m,3} + E_{m,4})$ 。通过这样做,能够取得与环形线圈LCx的任意的连接方式相应的笔信号的电平。

[0193] 附图标记说明

[0194] 1 位置检测系统

[0195] 3 位置检测装置

[0196] 30 开关部

[0197] 30a~30f、30k 开关

[0198] 30g、30m 驱动电路

[0199] 30h 布线部

[0200] 30i 差动放大器

[0201] 30j、30n 运算放大器

[0202] 31 传感器控制器

[0203] 32 主机处理器

[0204] EL 线状电极

[0205] F 手指

[0206] L1~L4 布线

[0207] LCx 环形线圈

- [0208] P 电磁感应笔
- [0209] PA1、PA2 探查区域
- [0210] PLC 模拟环形线圈
- [0211] T1~T3 笔信号检测期间
- [0212] Tx、Tx_EMR 交流电流
- [0213] Tx_TP 触摸检测用信号
- [0214] Rx、Rx_EMR、Rx_TP 接收信号。

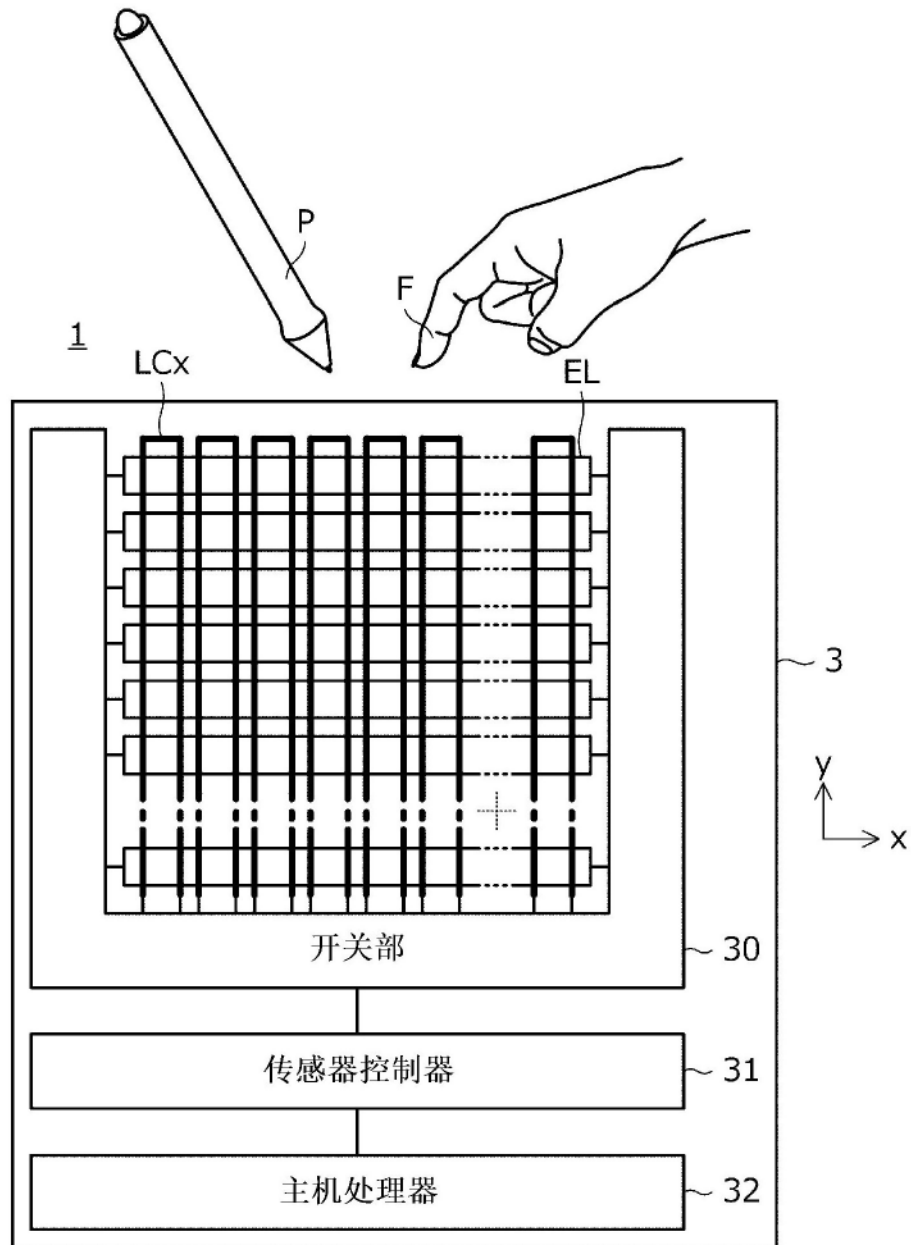


图1

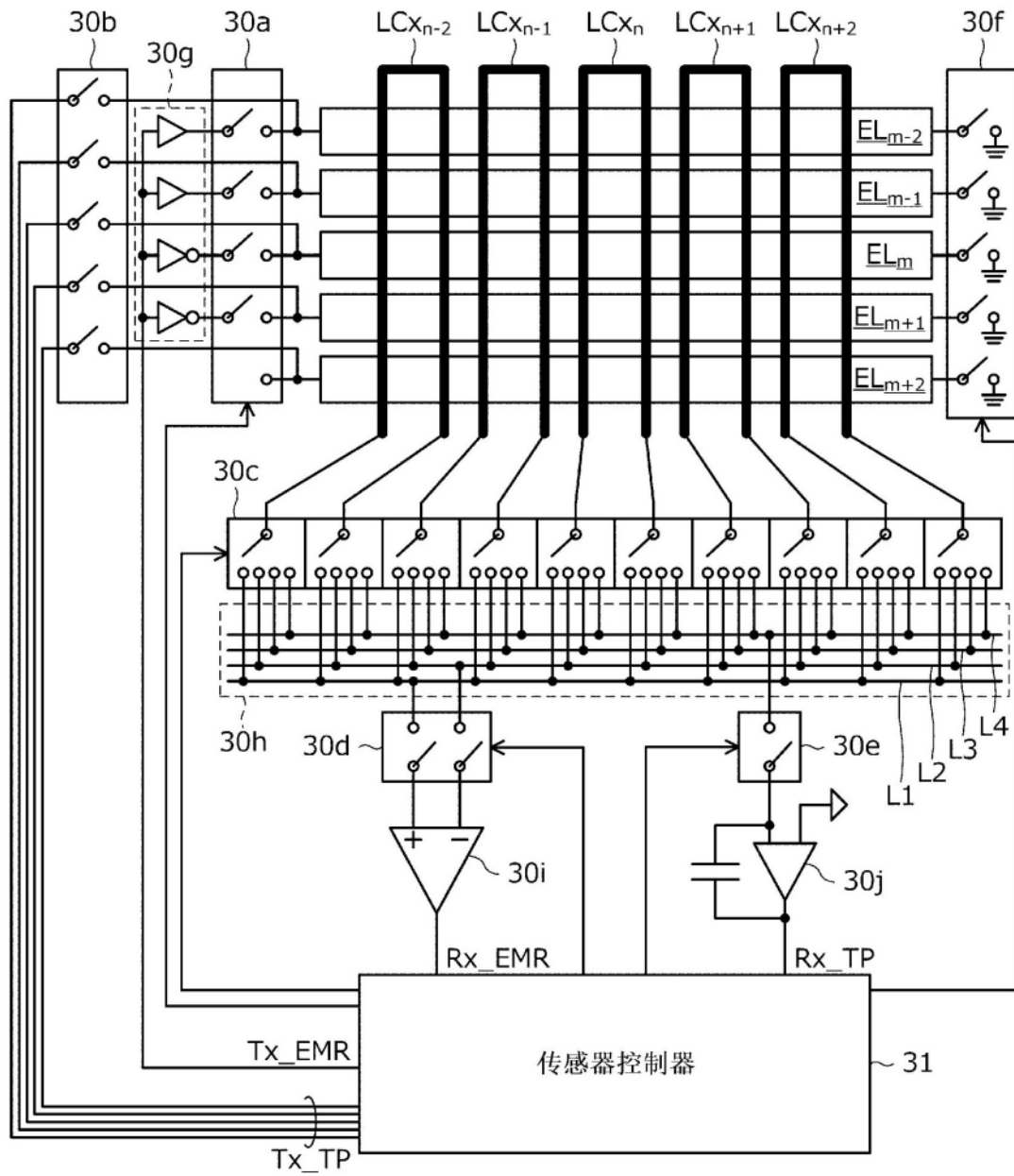


图2

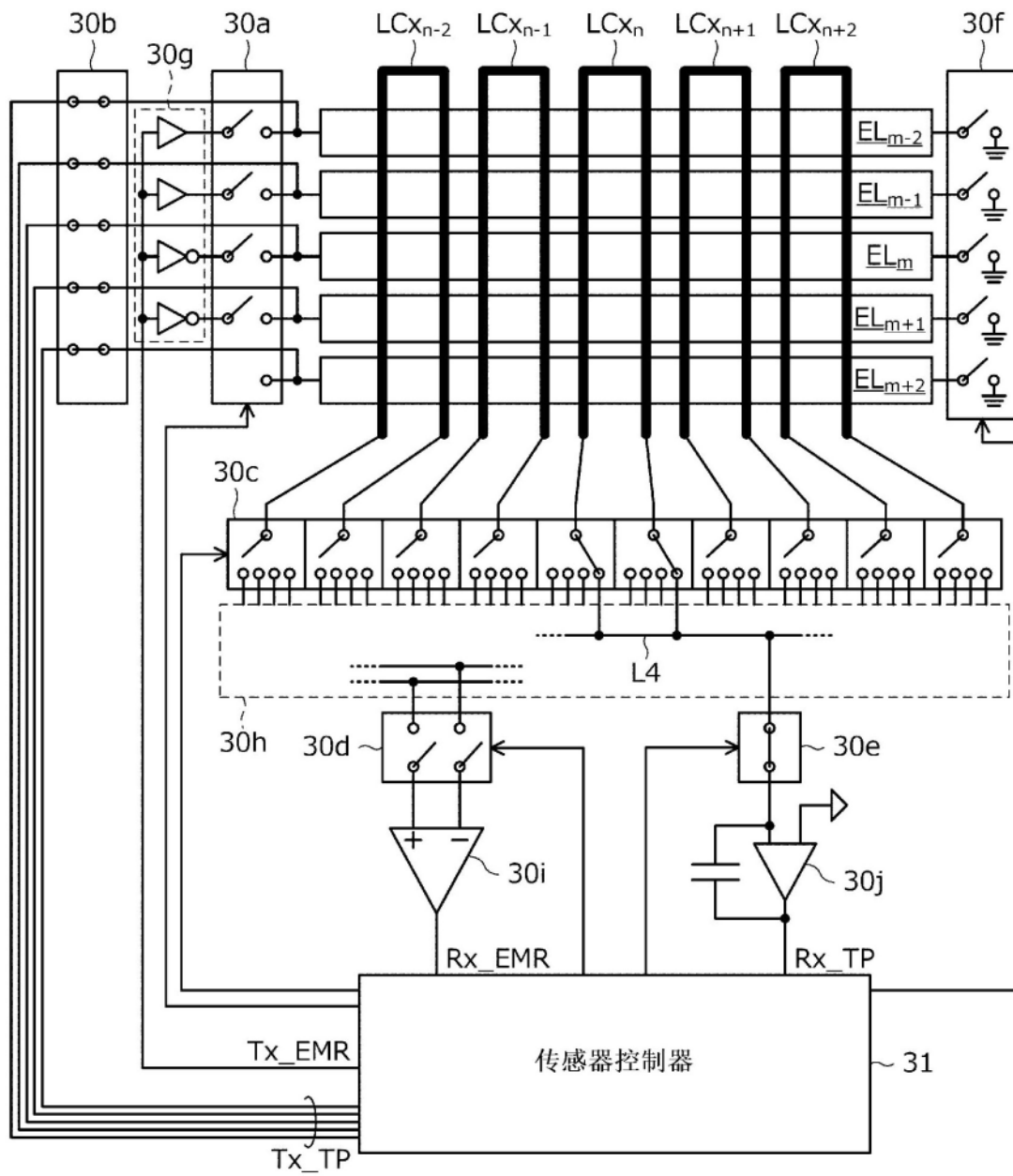


图3

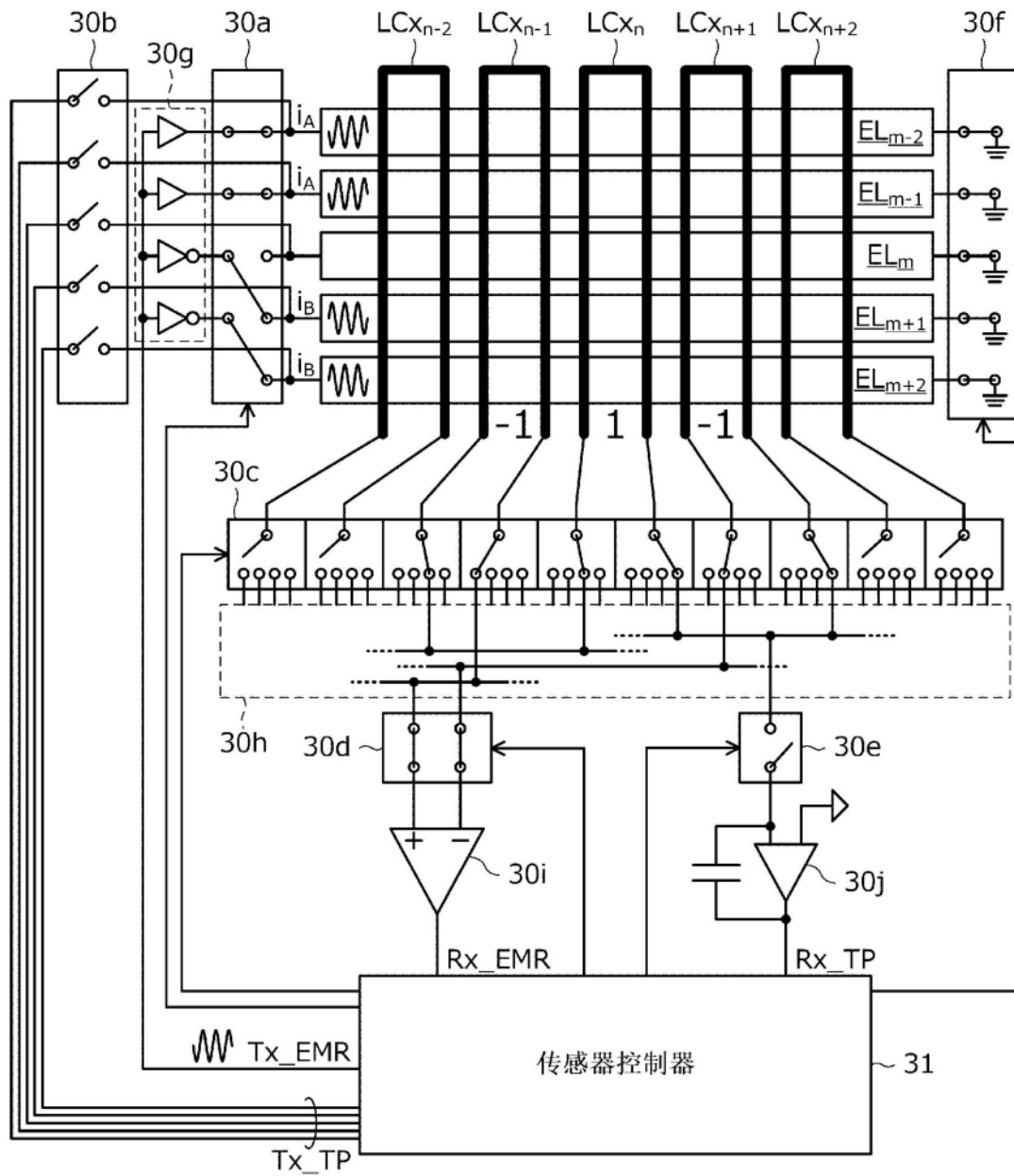


图4

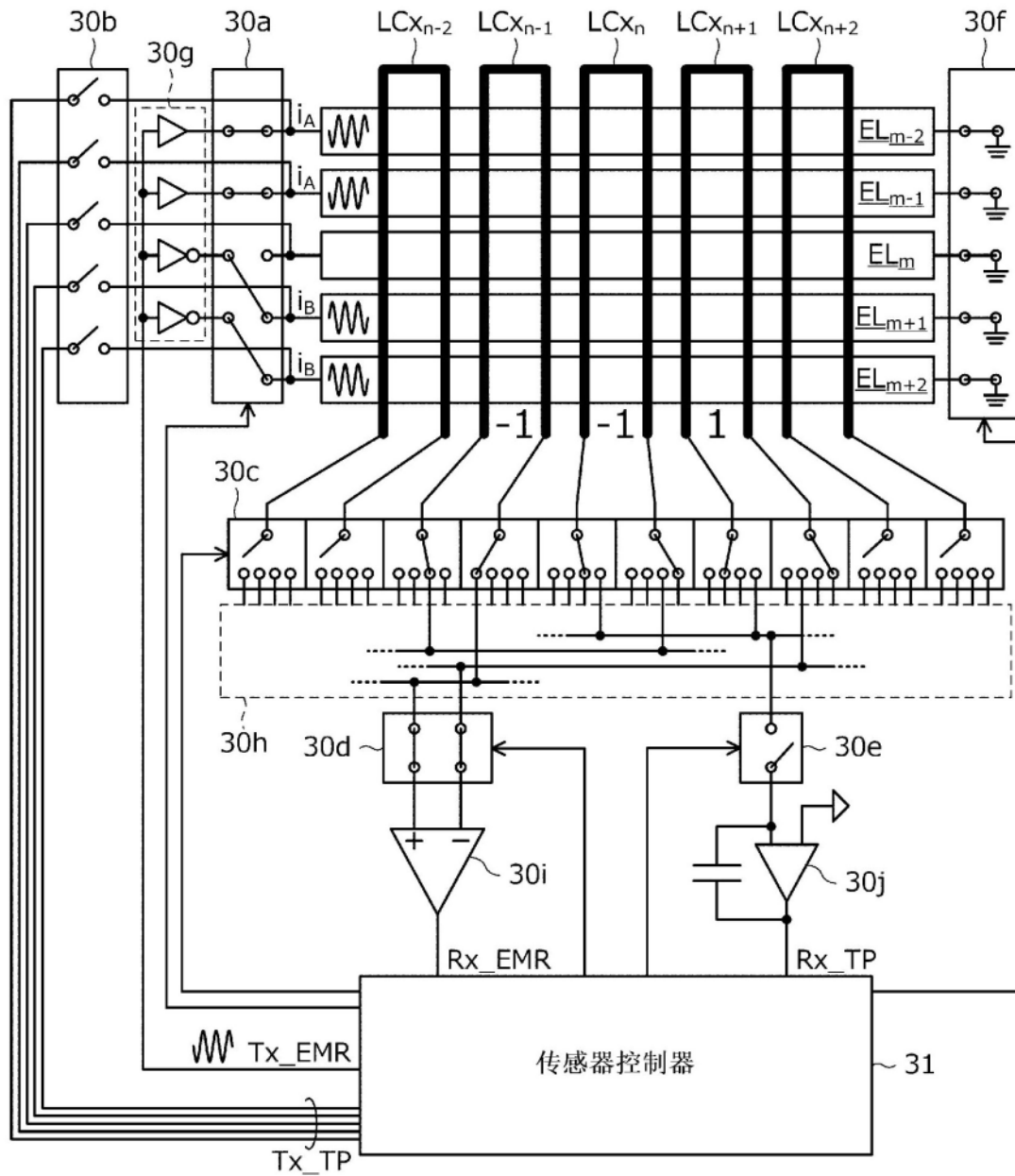


图6

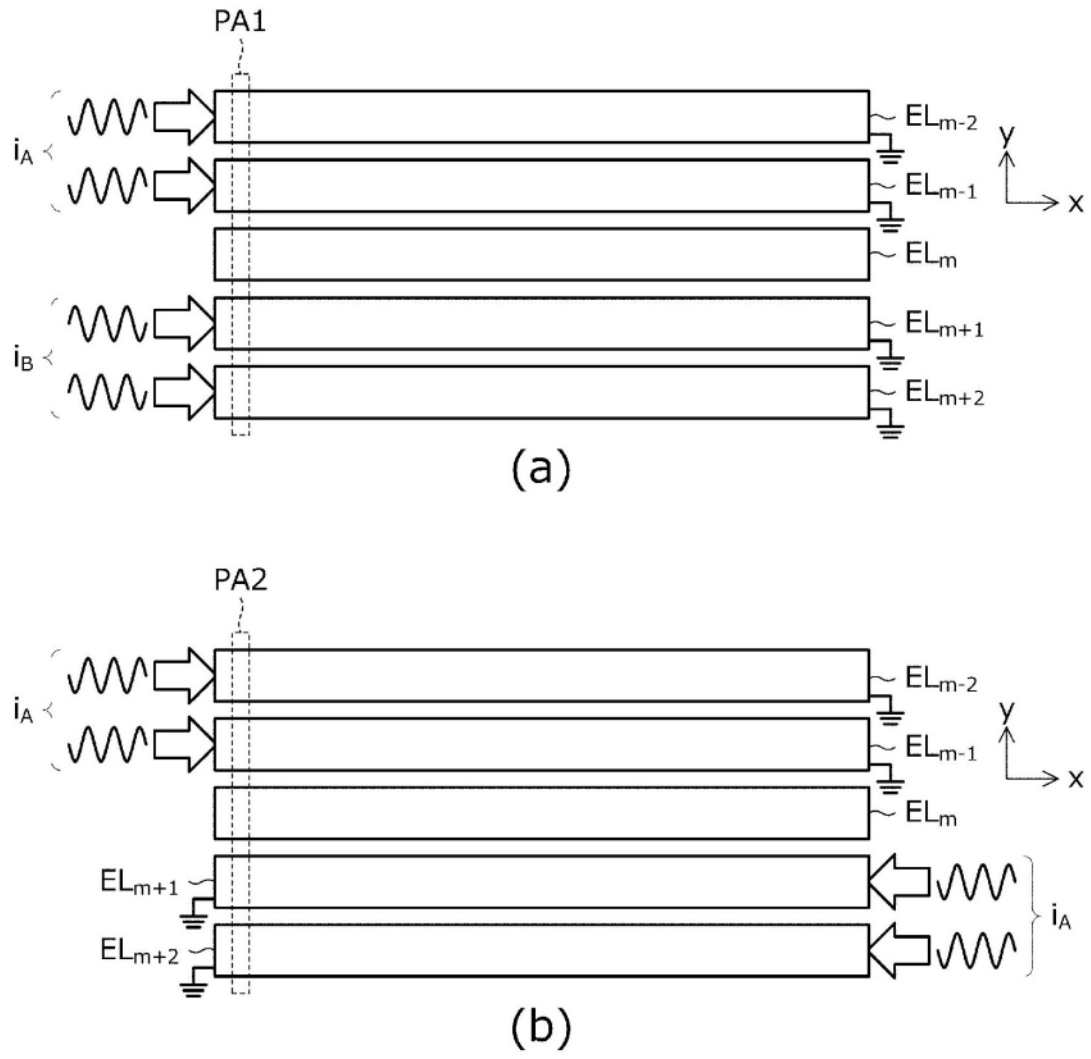


图7

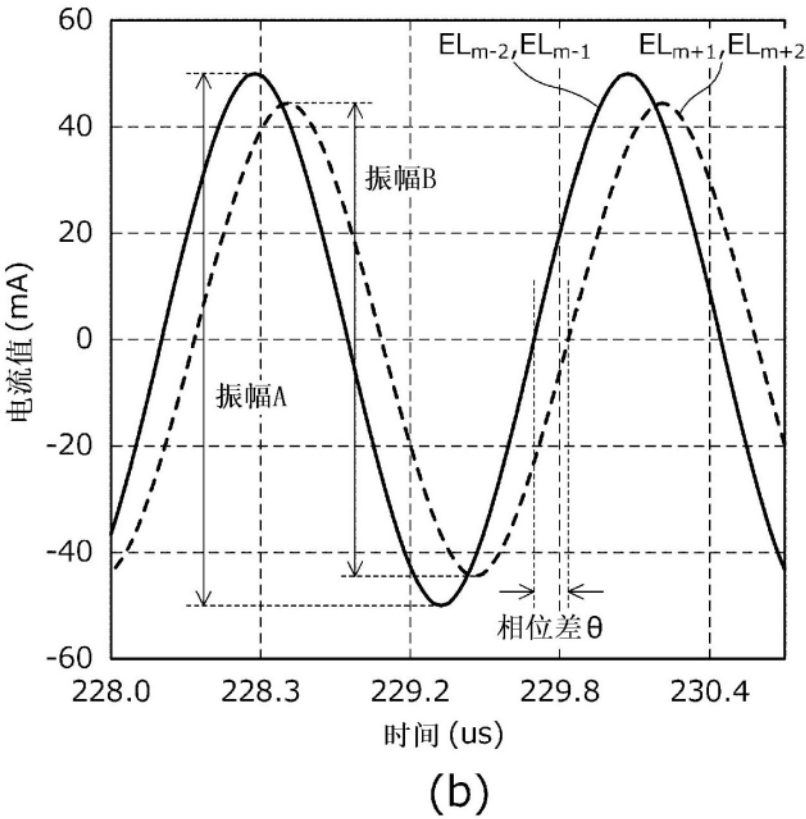
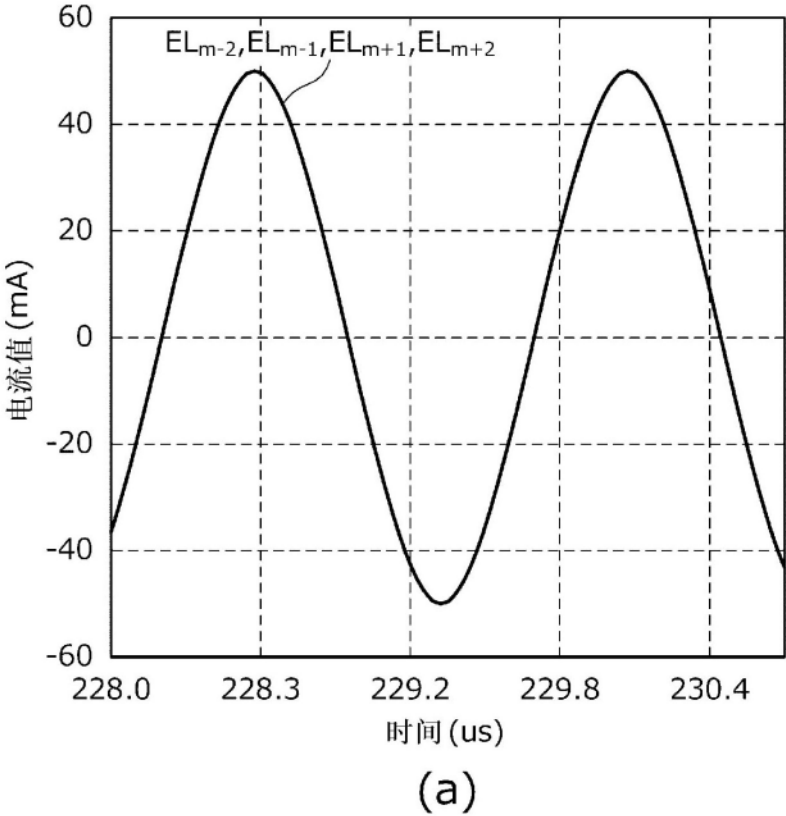
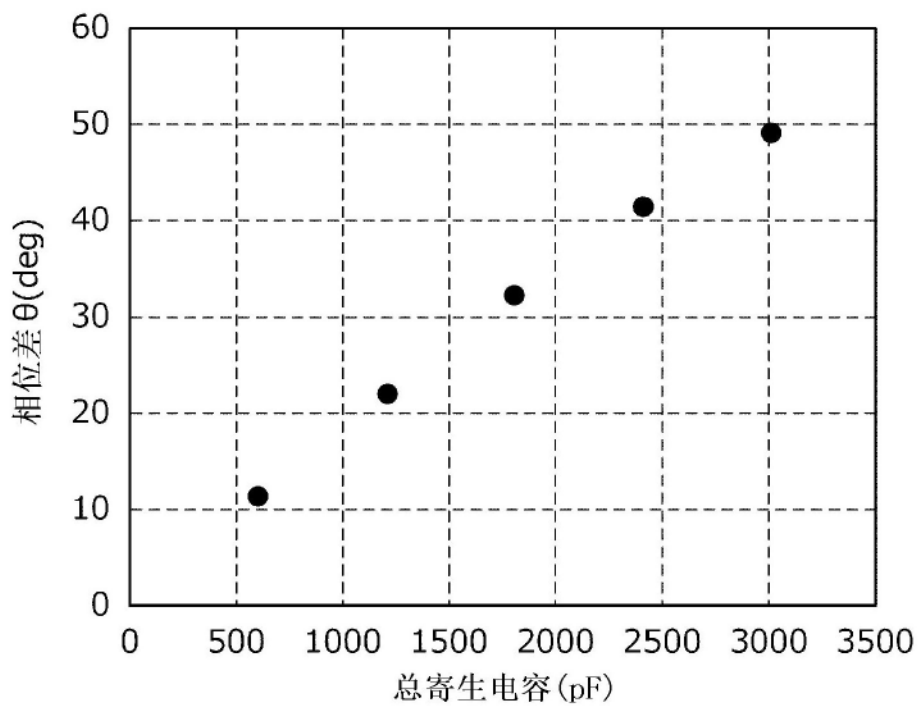
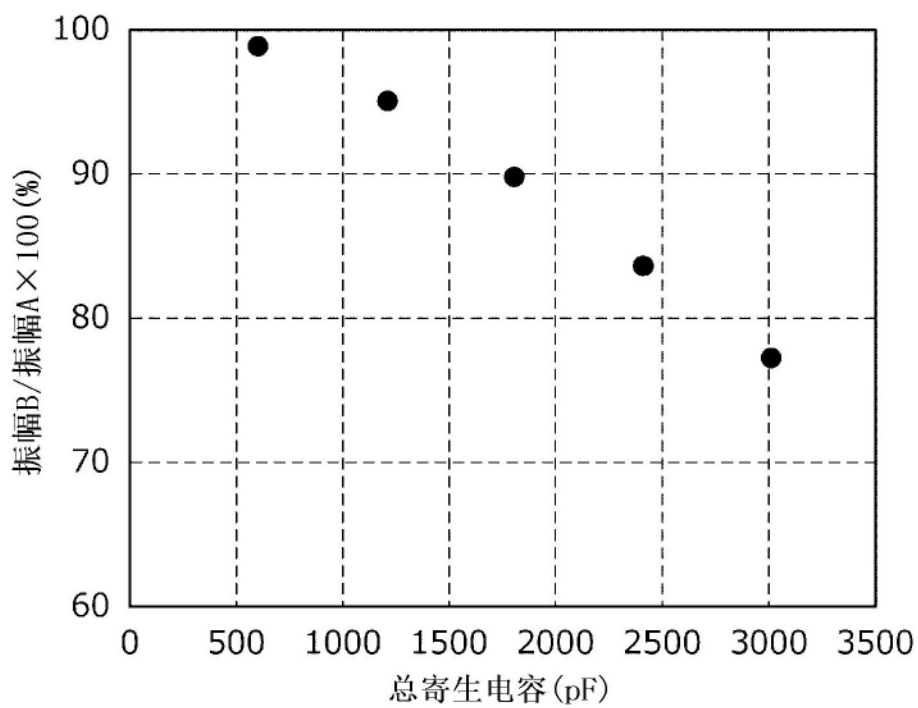


图8



(a)



(b)

图9

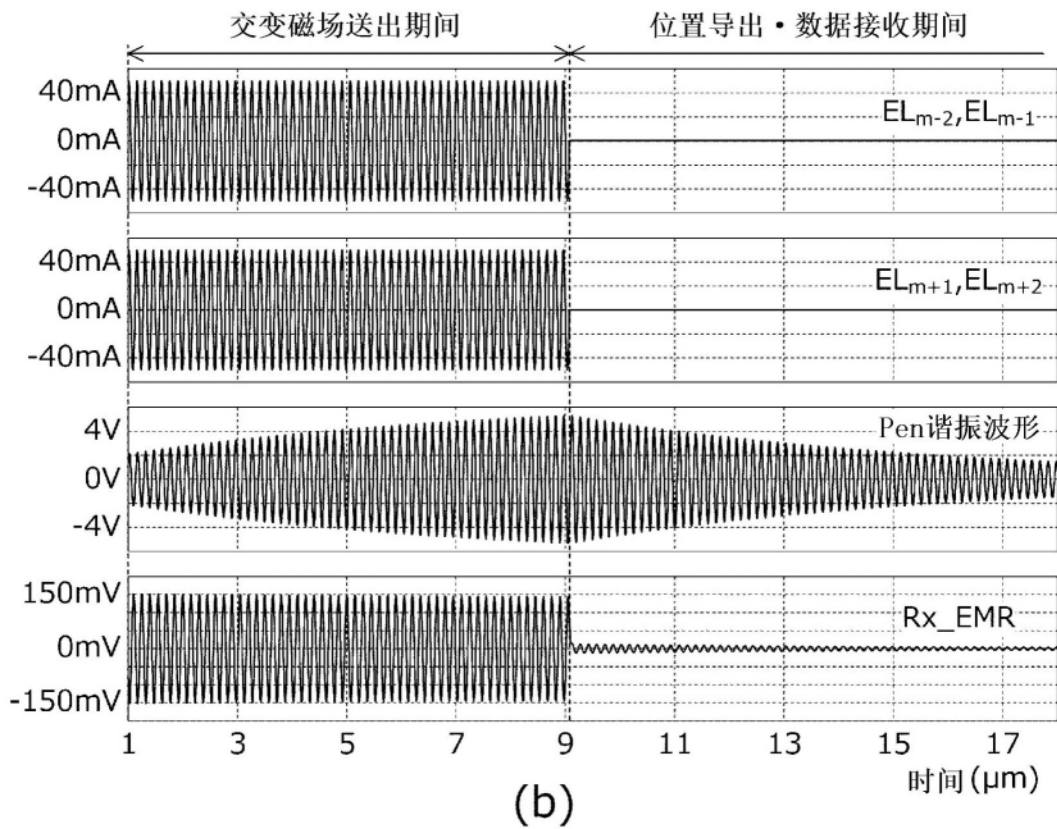
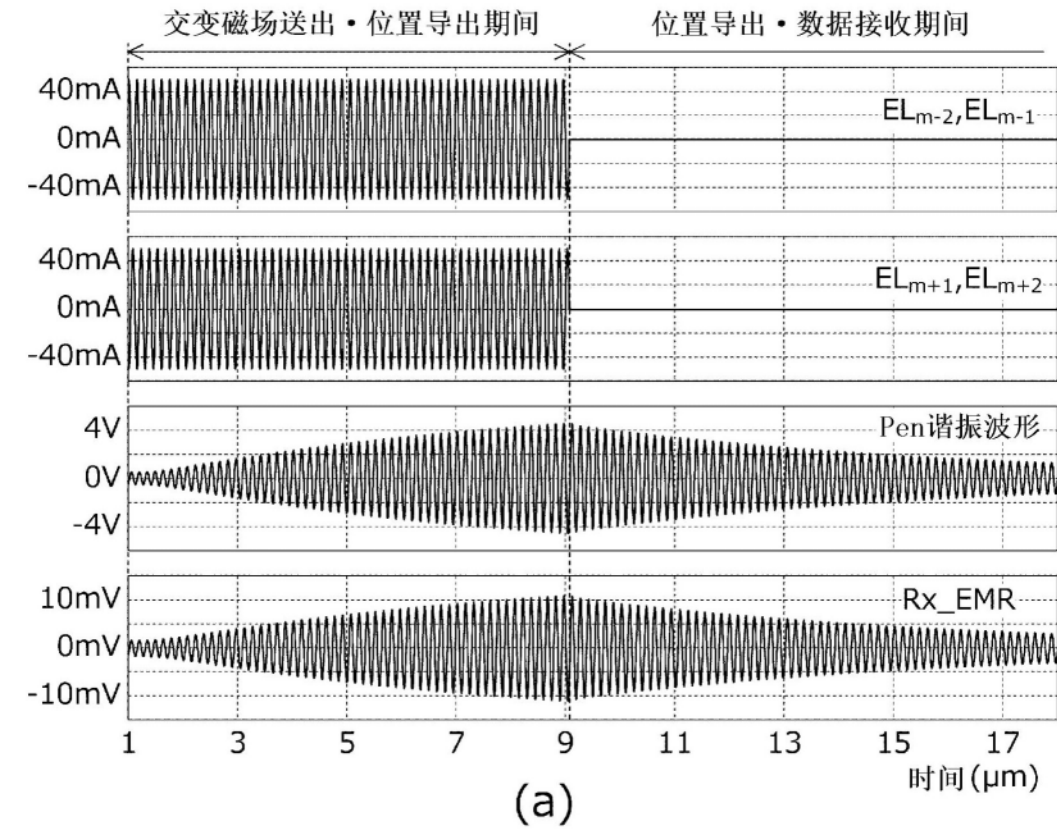


图10

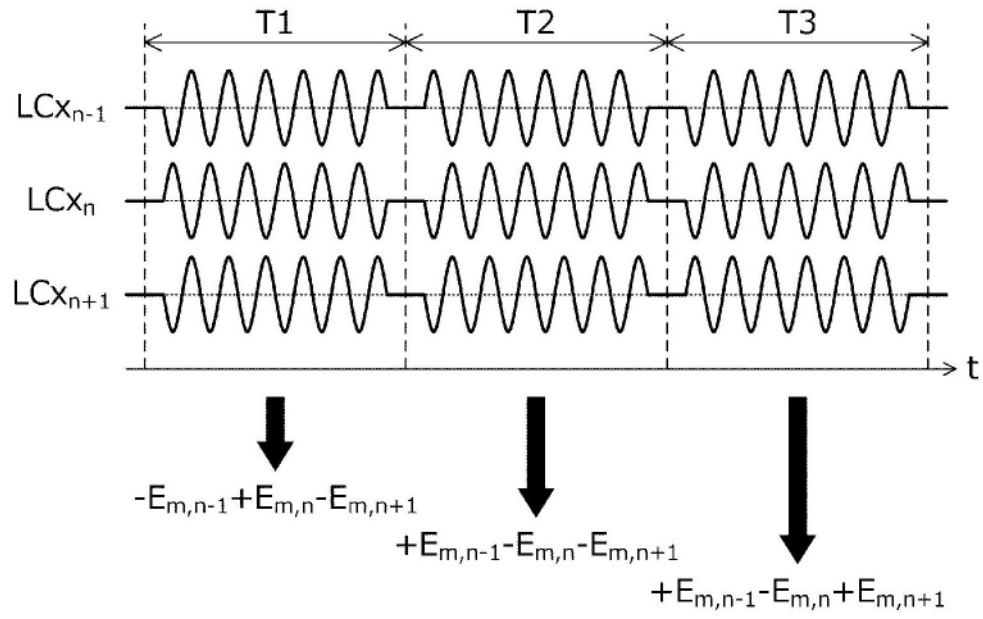


图11

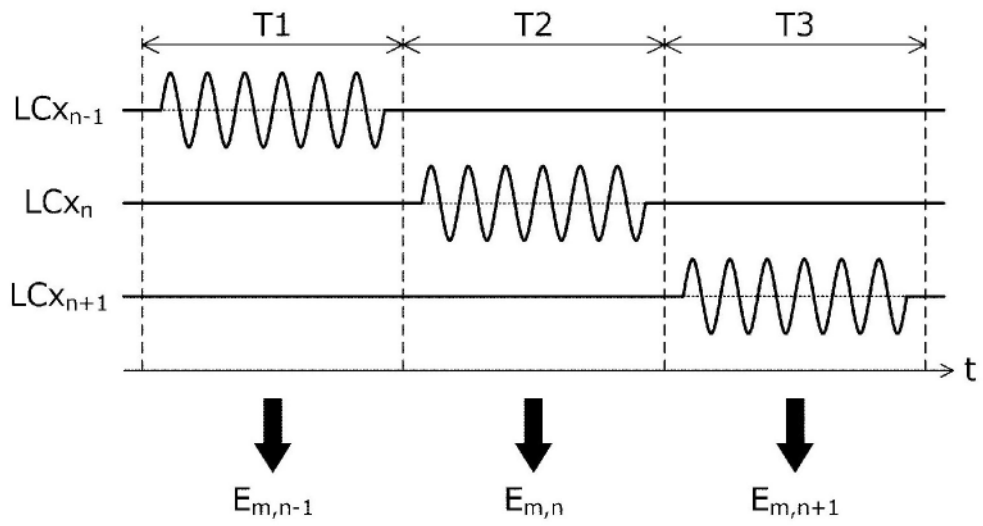


图12

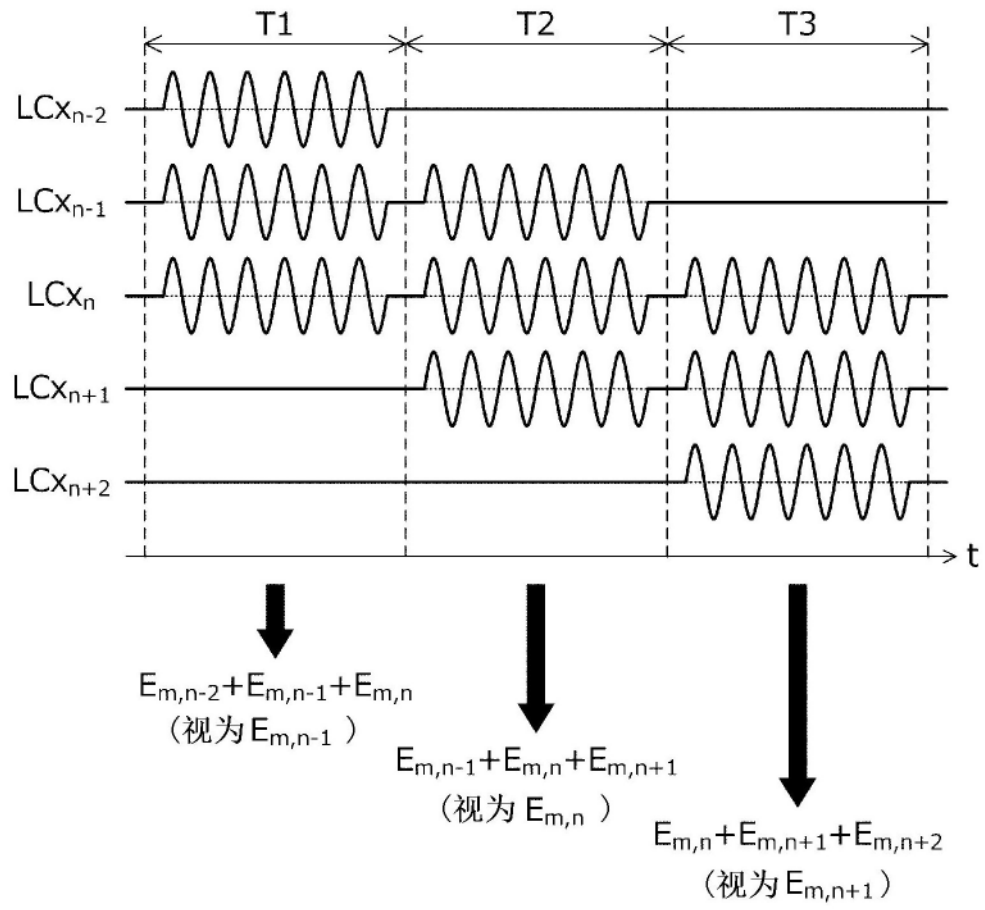


图13

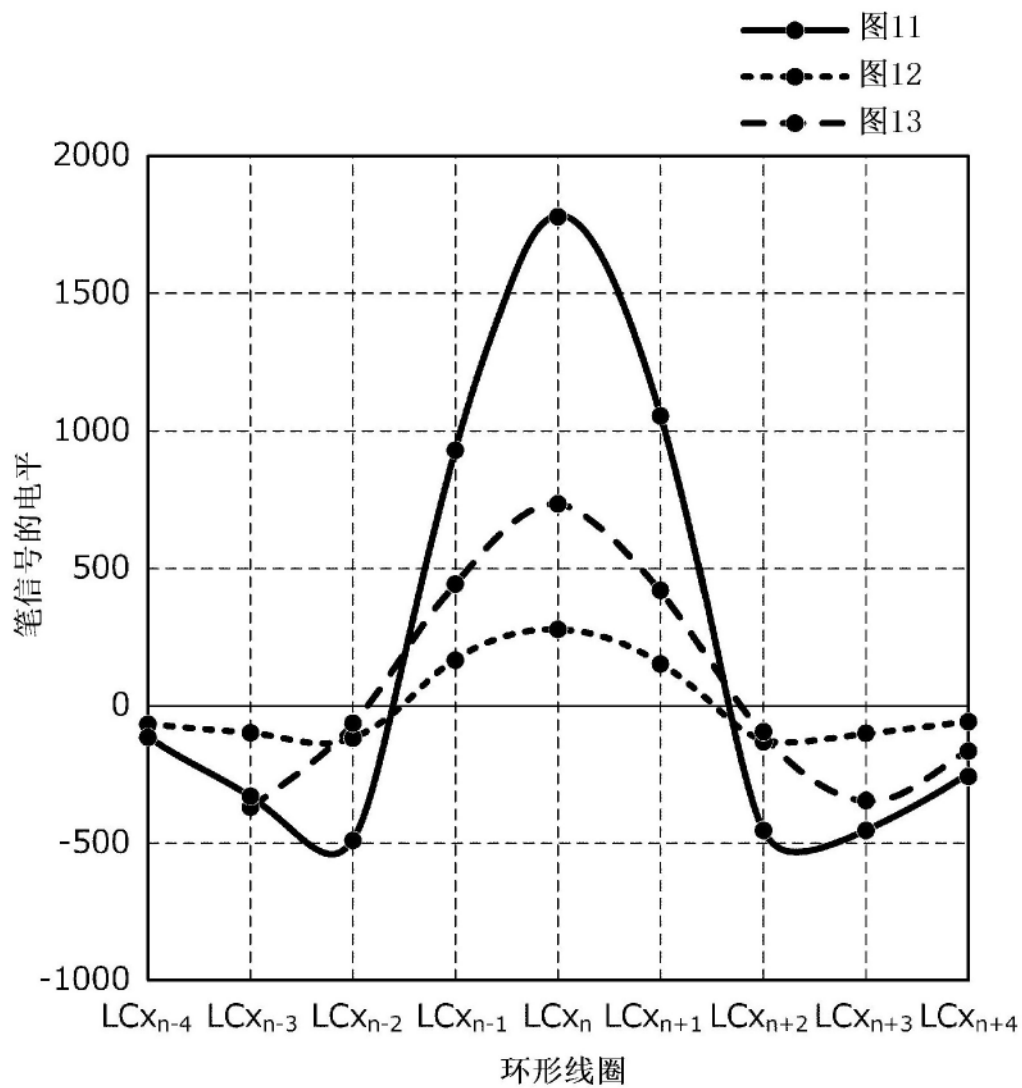


图14

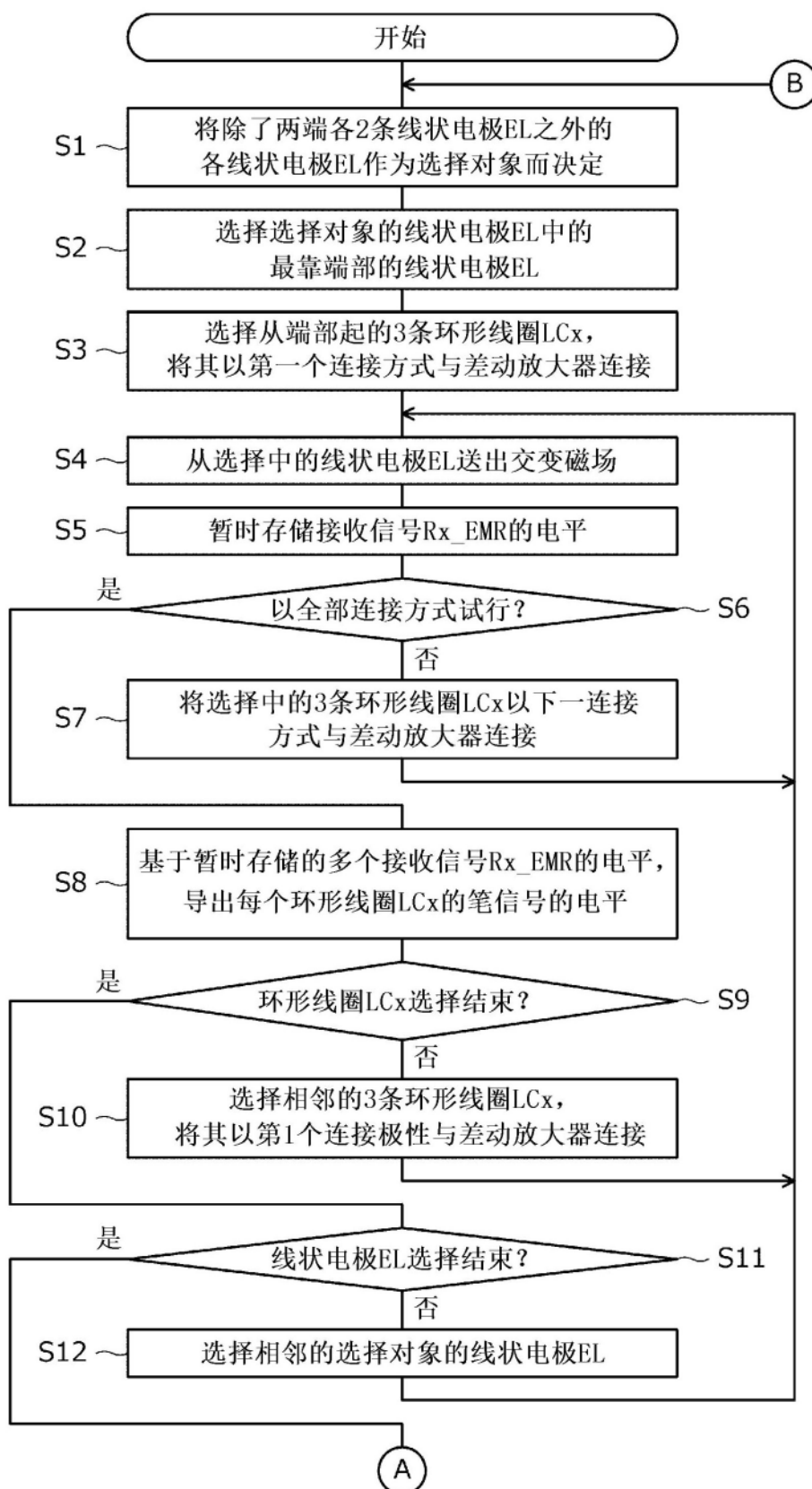


图15

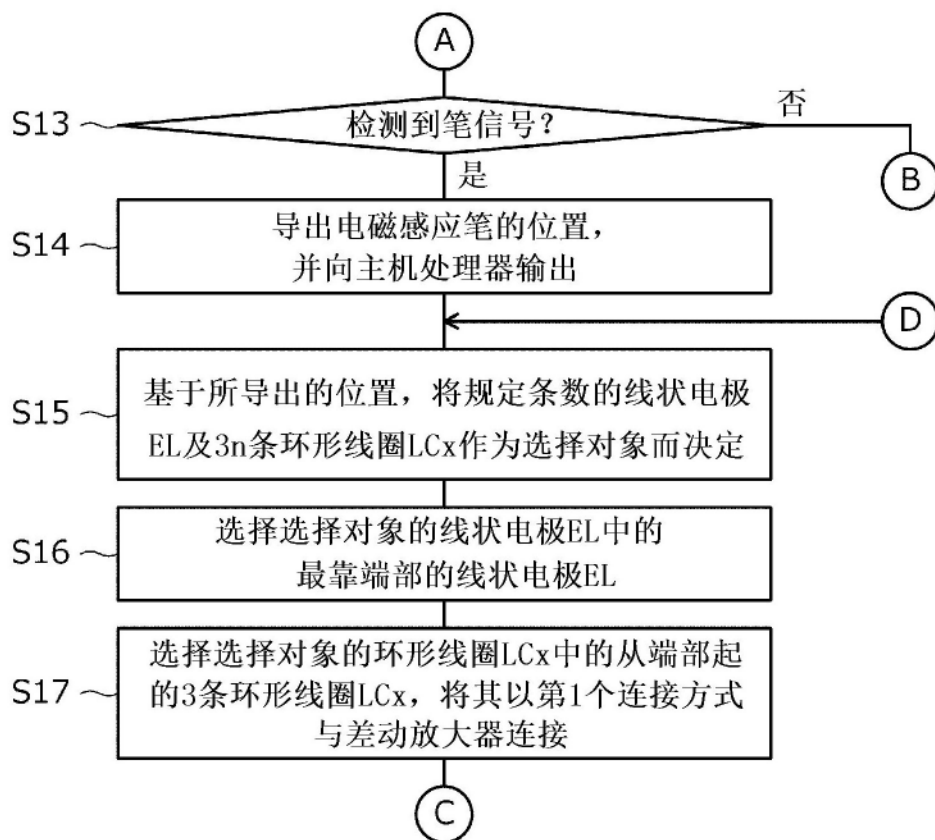


图16

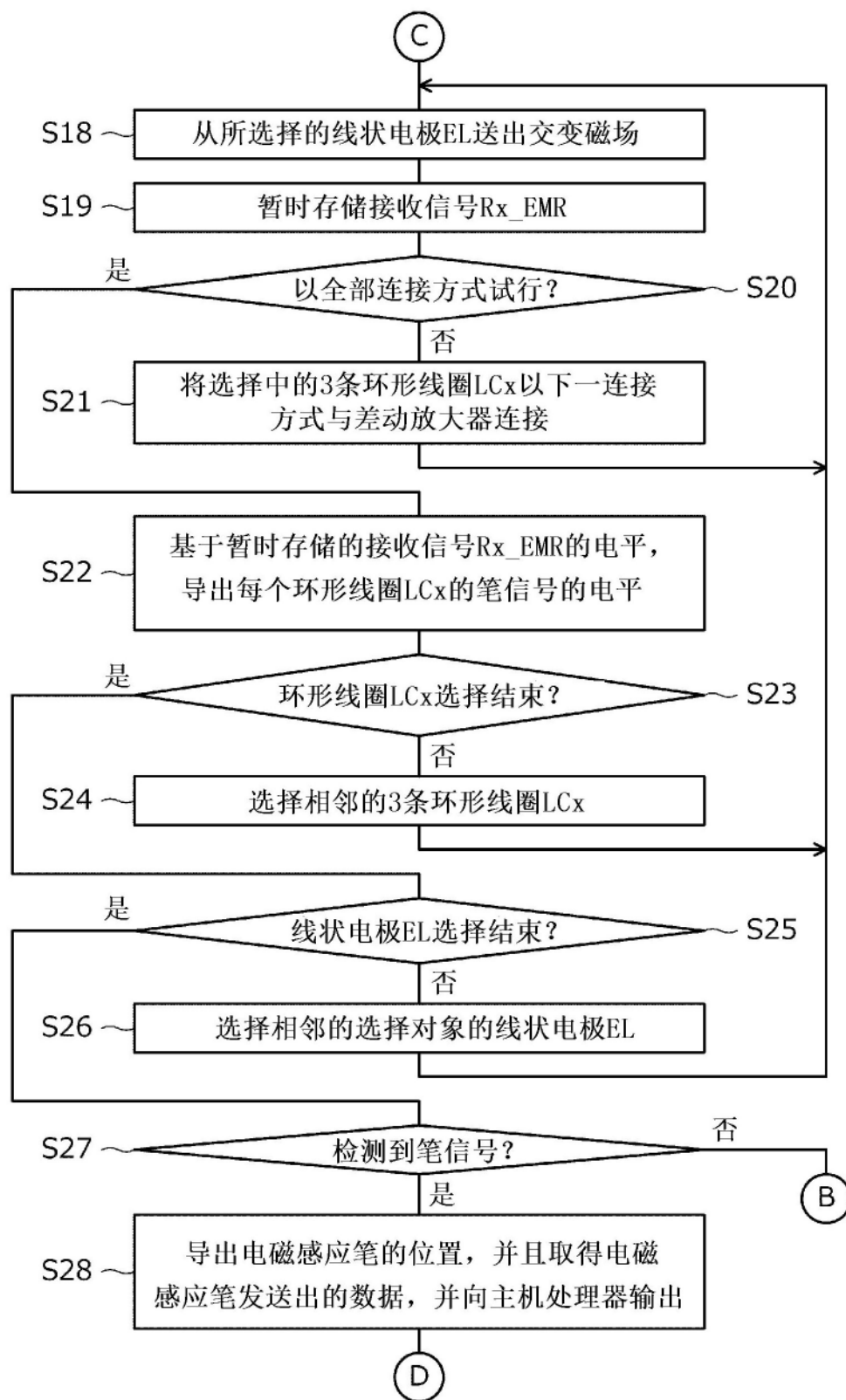


图17

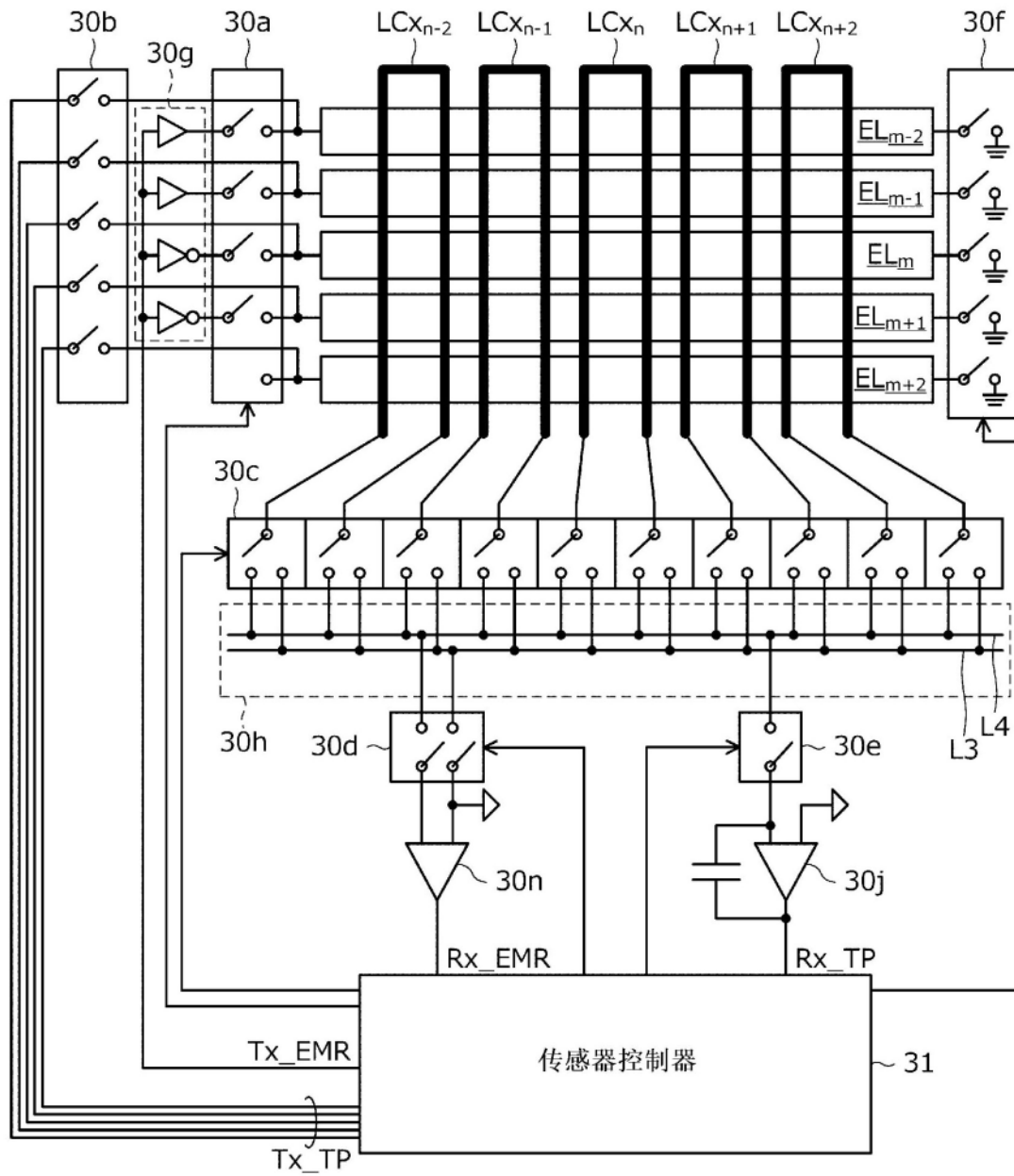


图18

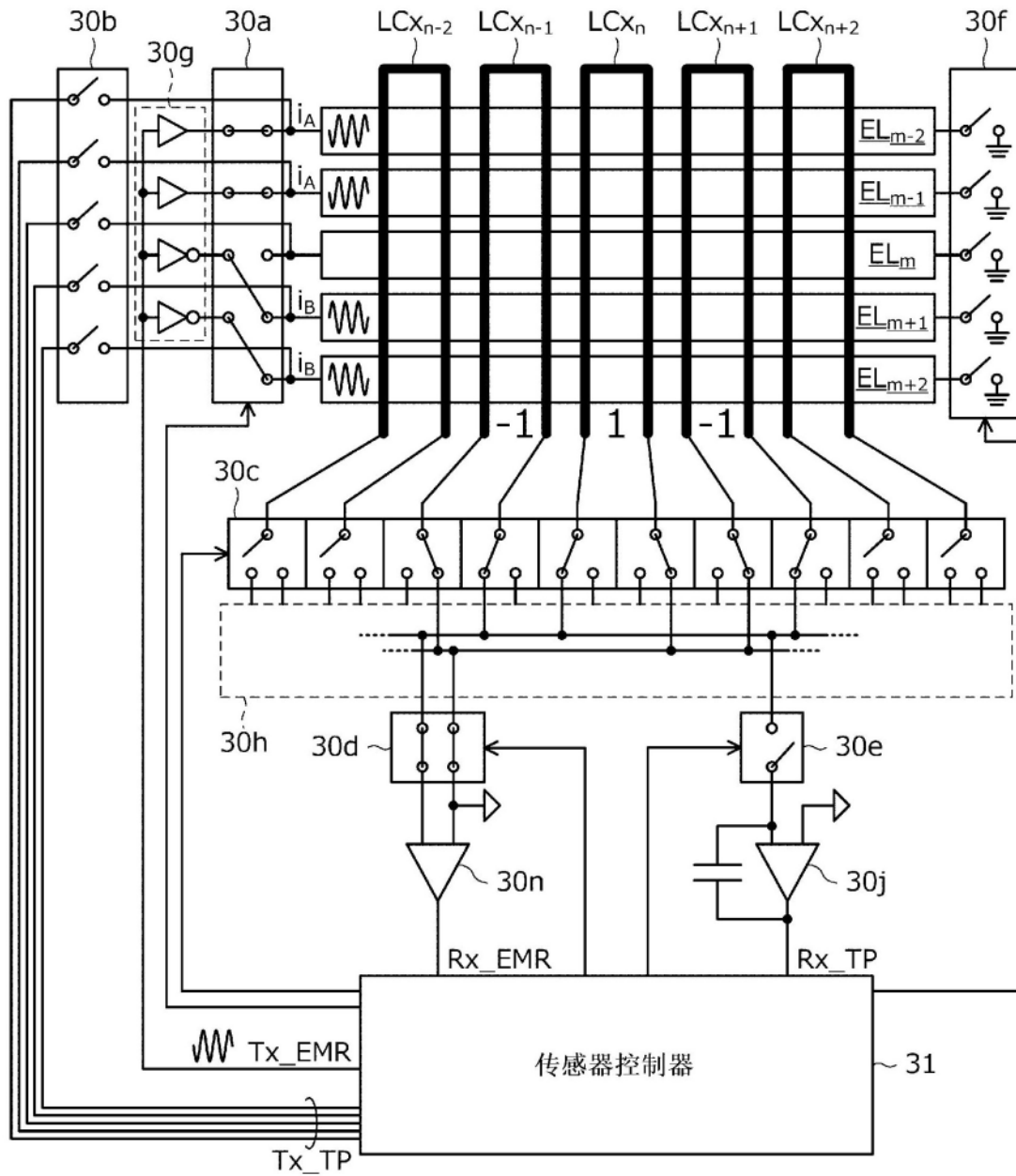


图19

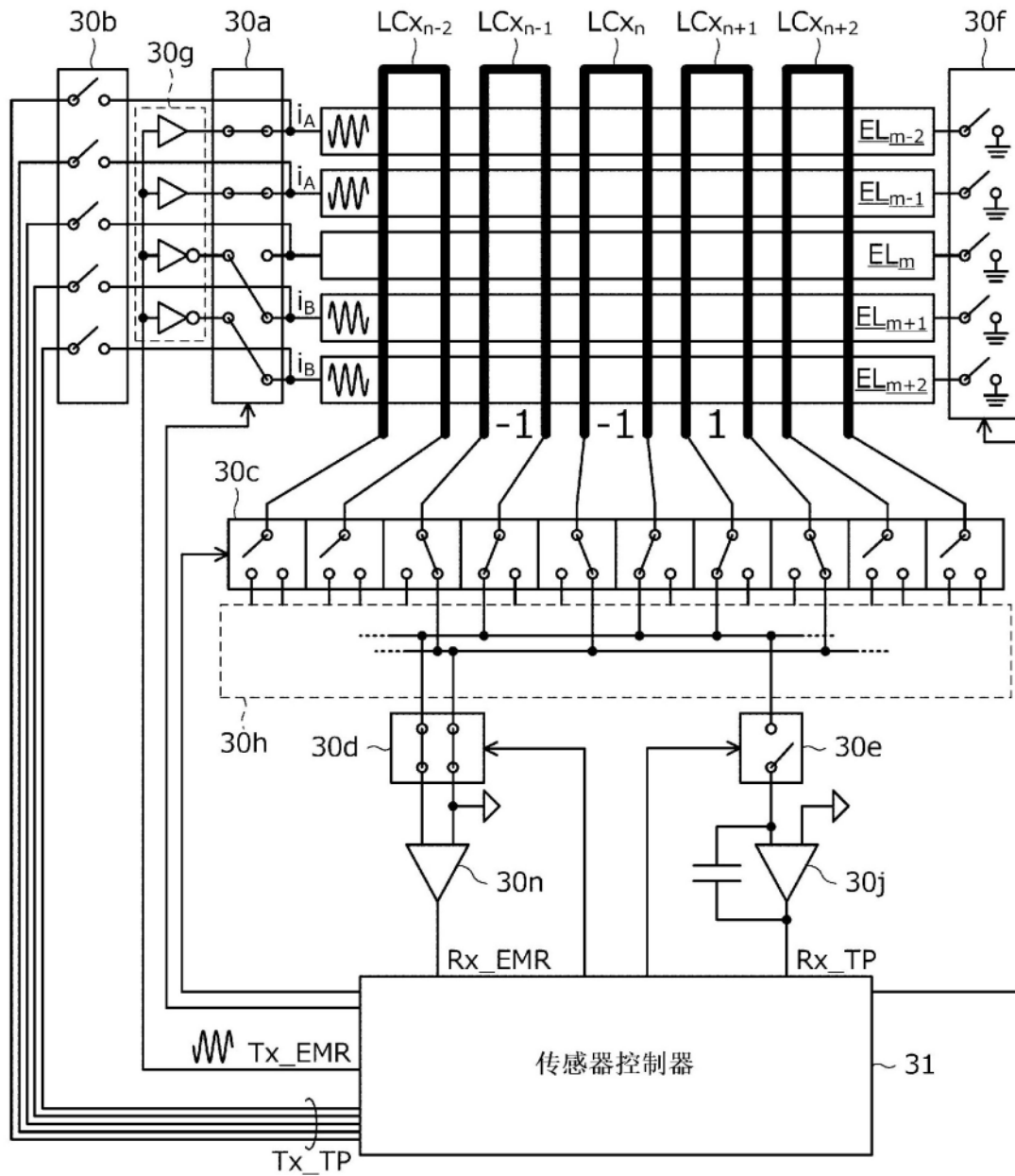


图21

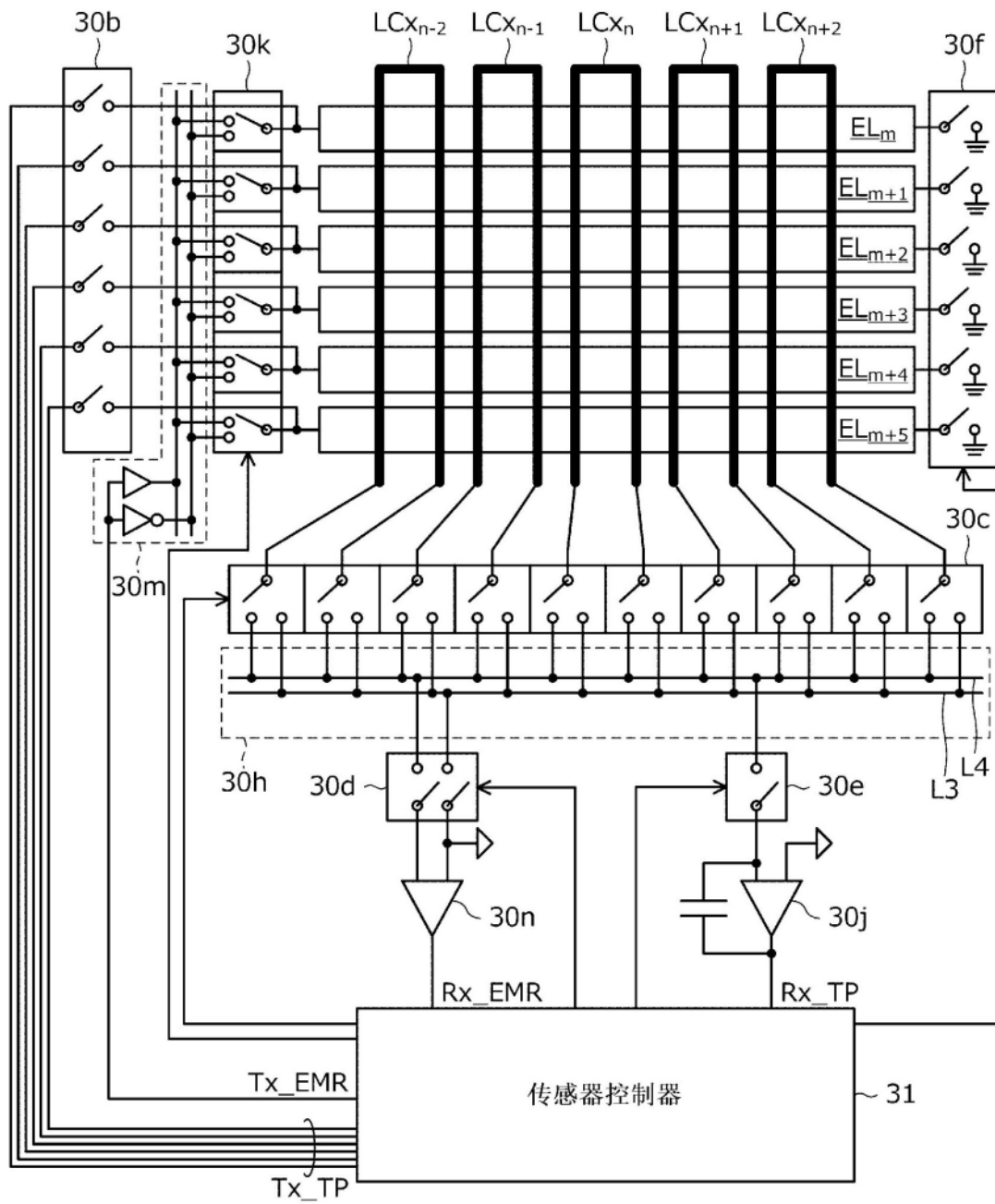


图22

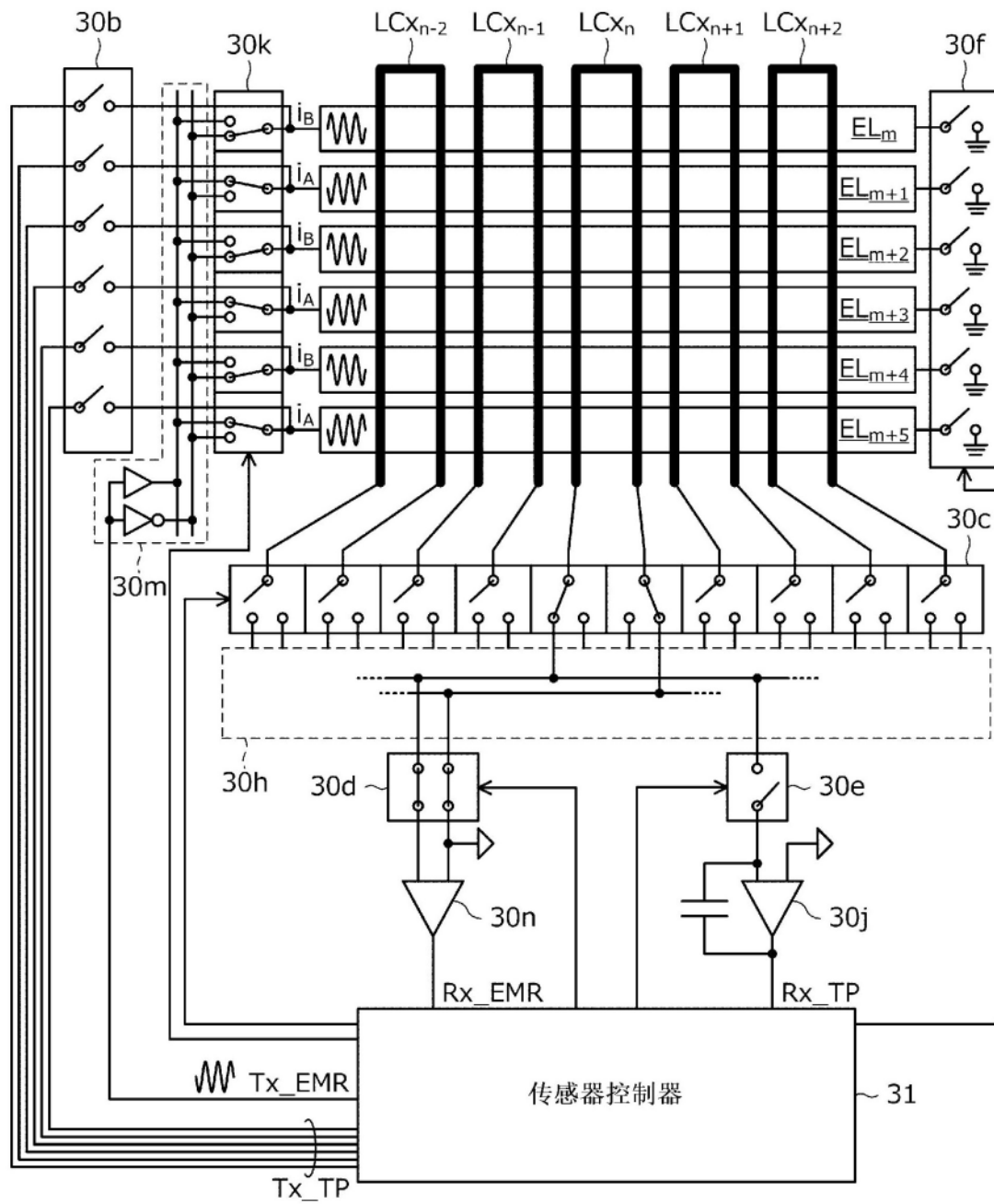


图23

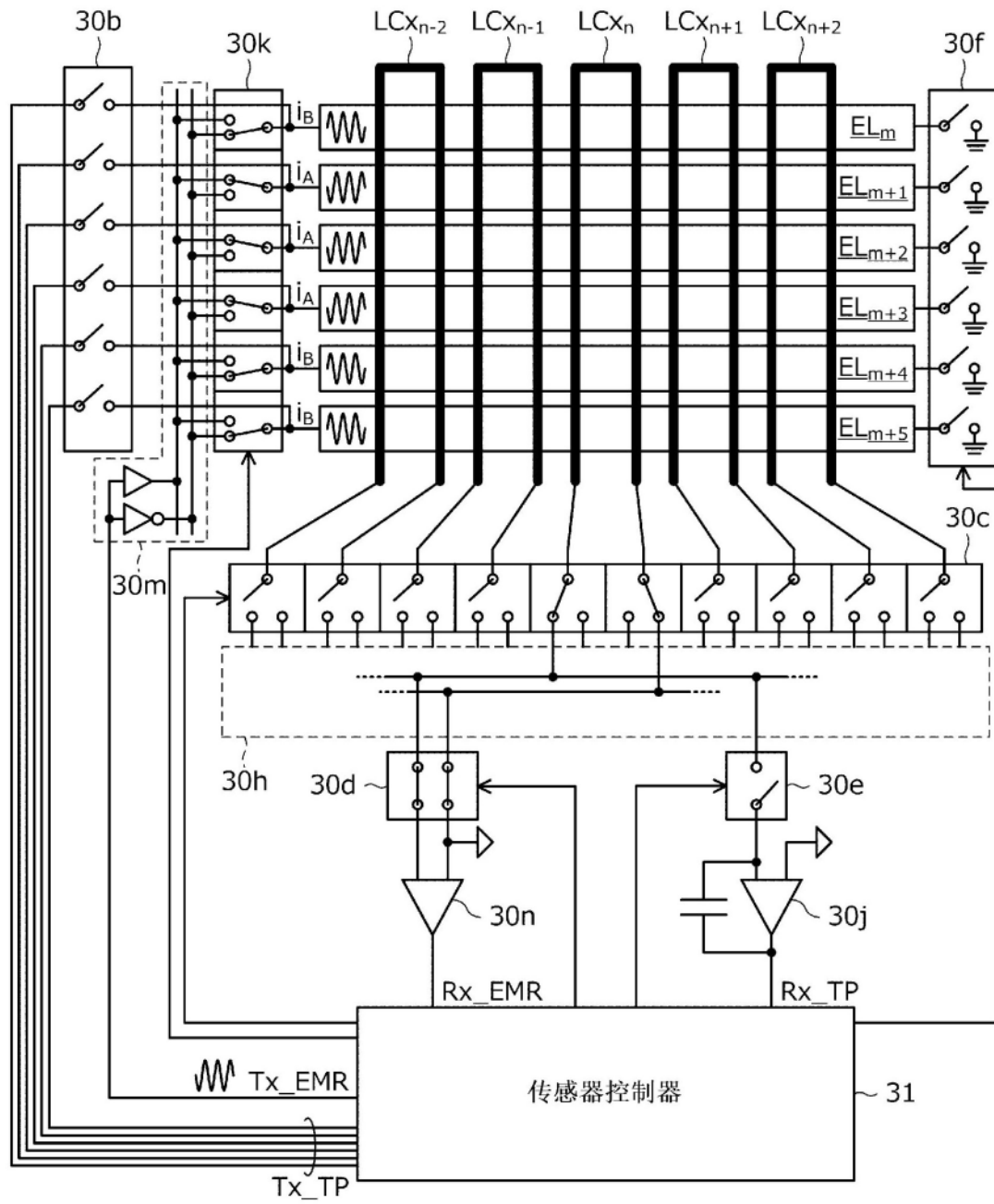


图24

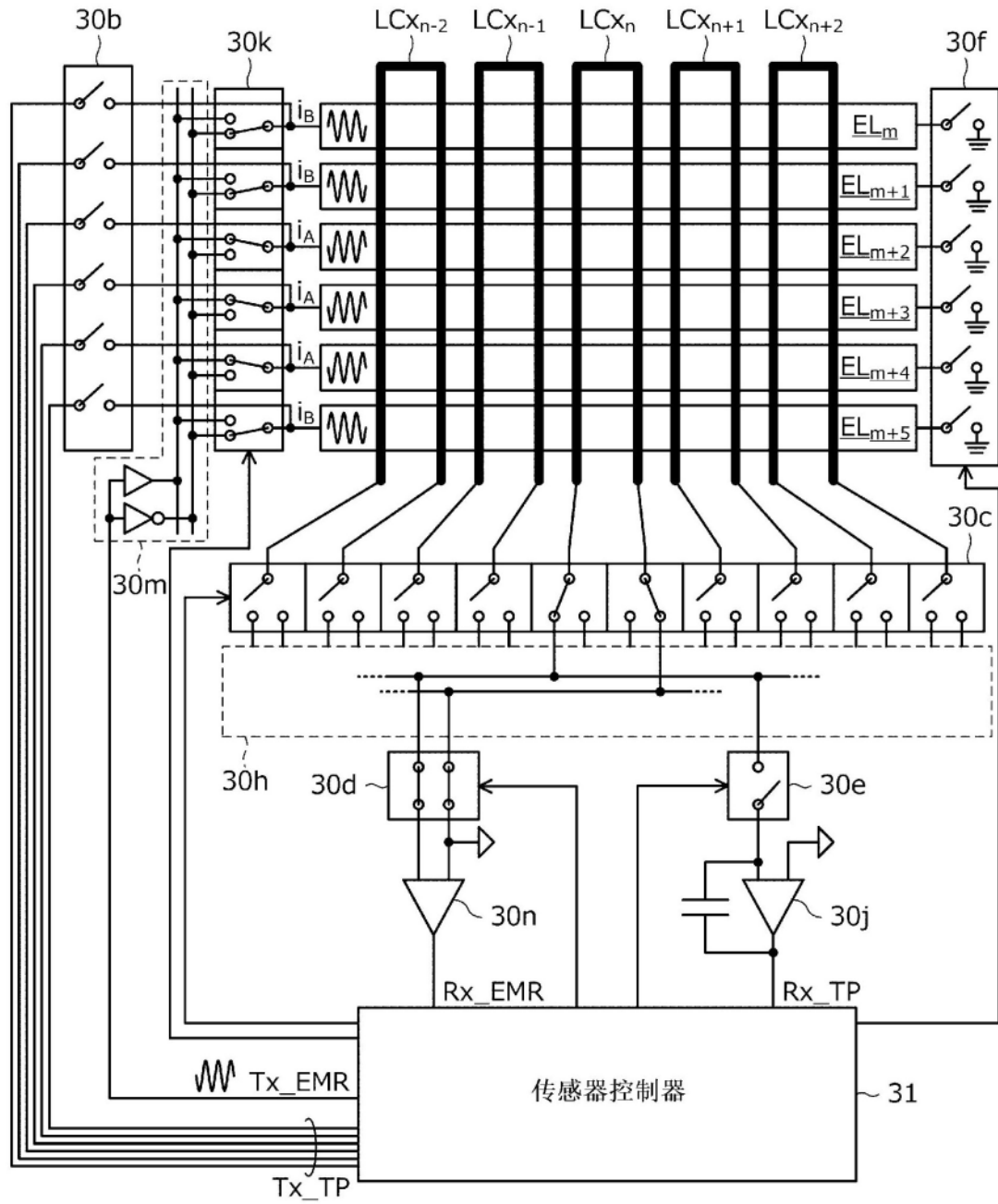


图25

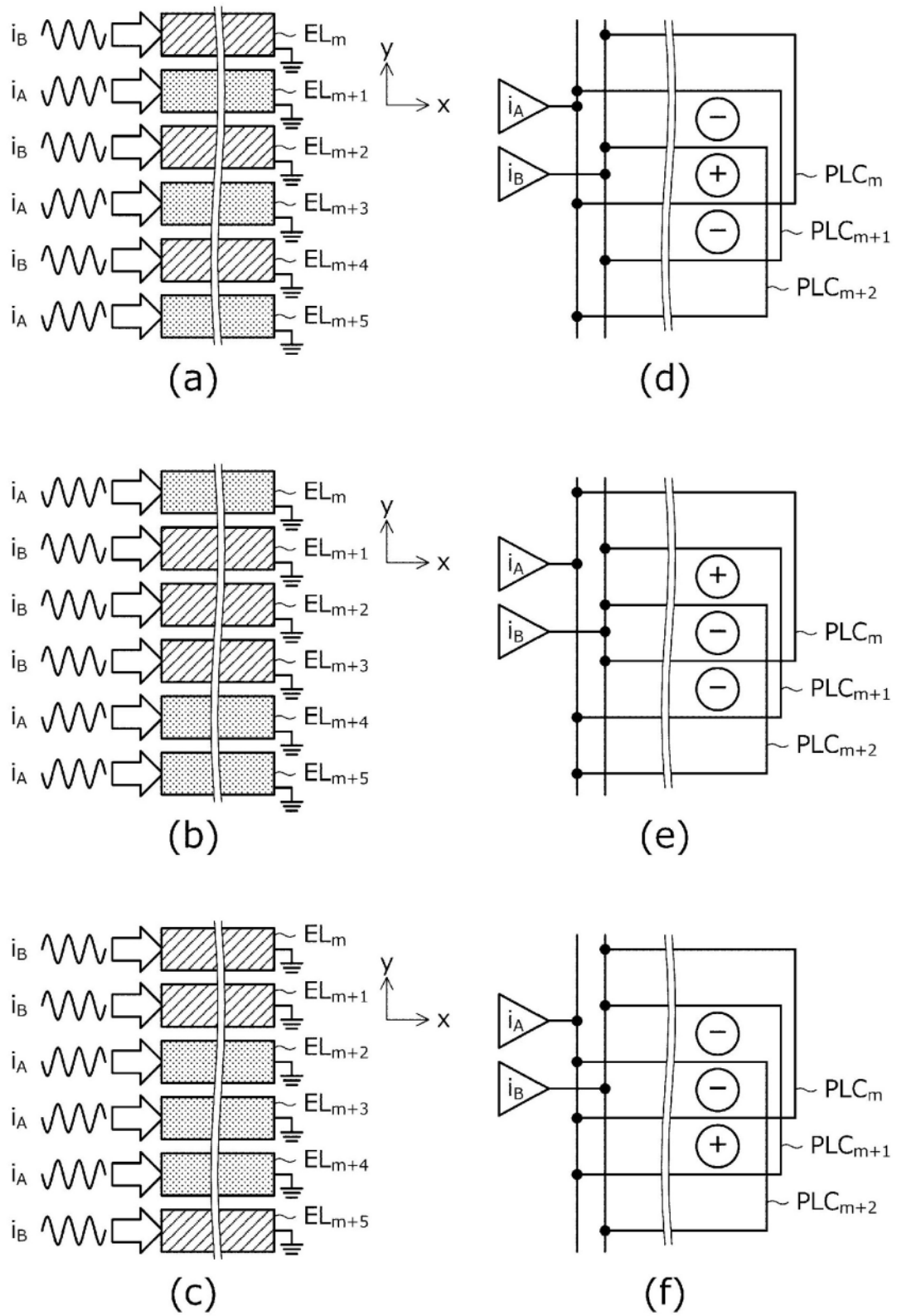


图26

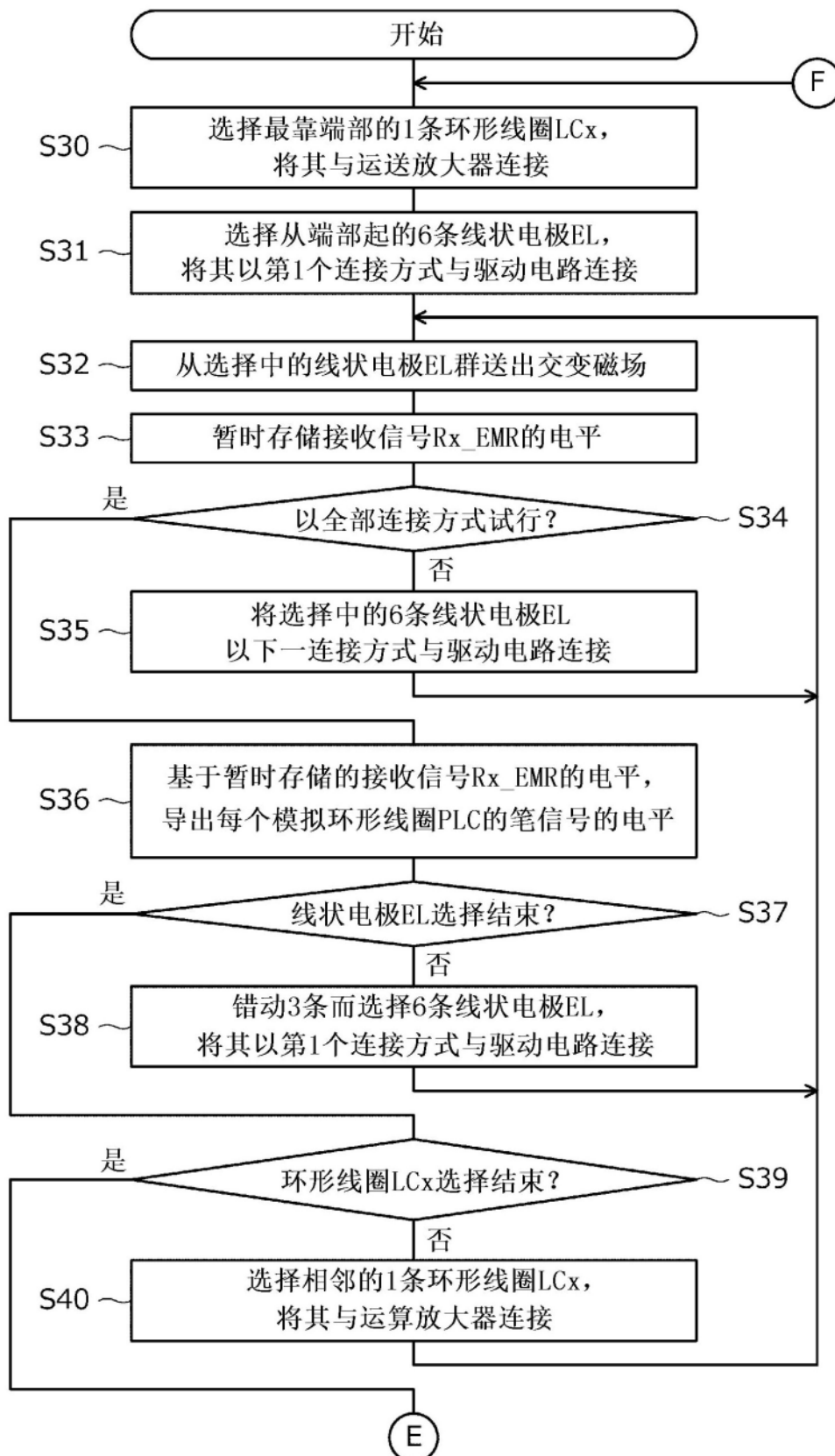


图27

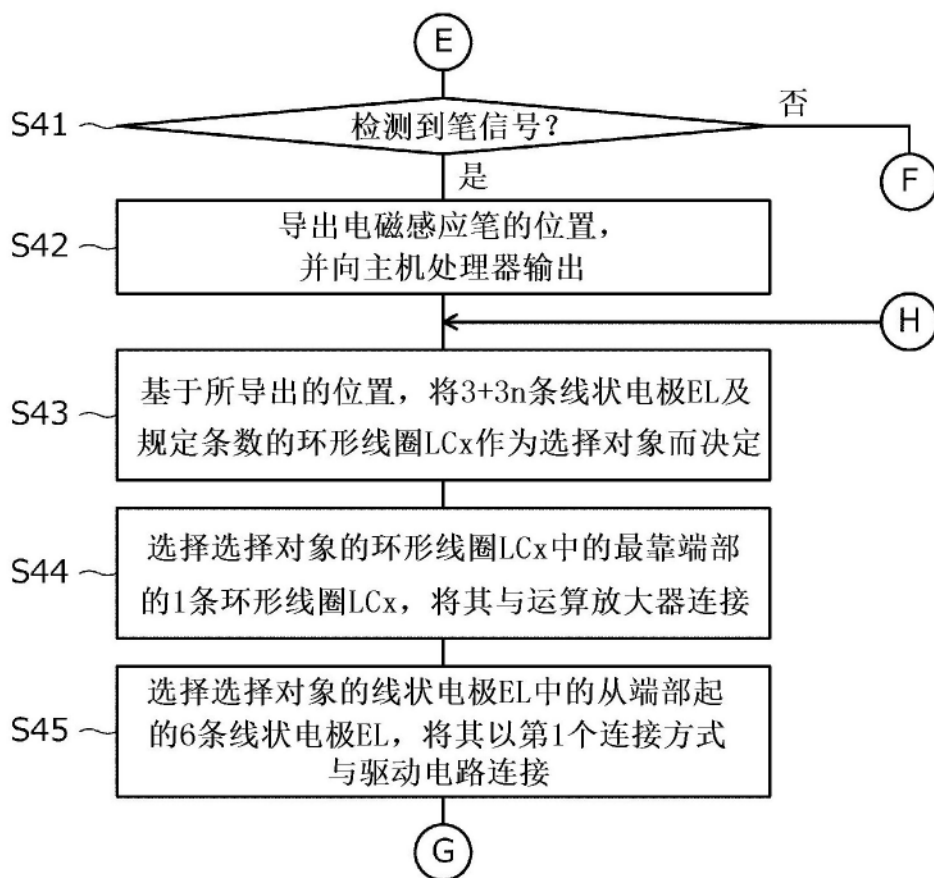


图28

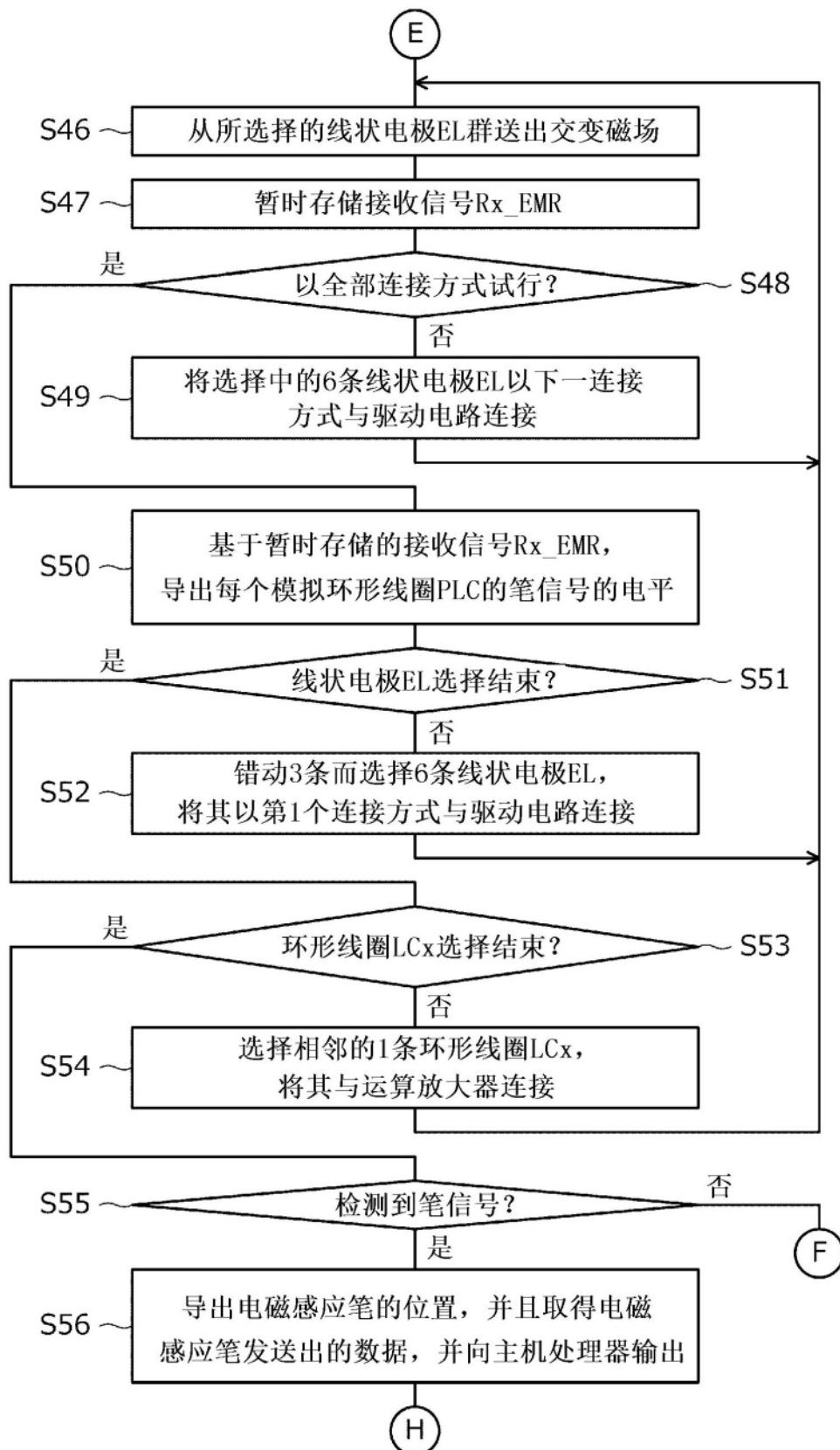


图29