



(45)授权公告日 2019.09.06

代理人 黄威 苏萌萌

权利要求书2页 说明书11页 附图16页

Figure 1 is a block diagram of a temperature measurement system. The system includes a multi-channel switch 10, a first adjustment circuit 110, a second adjustment circuit 120, an OV amplifier 131, a programmable gain amplifier 132, a temperature sensor 190, a digital-analog converter 133, a digital filter (HPF/LPF) 140, a register 150, a serial-parallel interface circuit 160, a motor circuit 186, a frequency converter 187, an oscillator 181, a non-volatile memory 182, a reset circuit 183, and a control circuit 185. The system is connected to a common ground and various test points (TEST1, TEST2, TEST3, VPP, VDD, VSSD, GND, SOL/SP, SDA/SCL, SDO/SDA, CS, INT1, INT2).

1. 一种物理量传感器,其特征在于,具有:

物理量传感器元件;

集成电路,其与所述物理量传感器元件连接,

所述集成电路具有:

模拟电源电路,其被切换为使能或非使能;

信号处理部,其从所述模拟电源电路被供给电压,并对来自所述物理量传感器元件的信号进行处理;

控制电路,其在基于外部触发的处理期间内将所述模拟电源电路设定为使能,并通过所述信号处理部而每所述处理期间间歇地对来自所述物理量传感器元件的物理量信号进行处理,

所述物理量传感器元件包括第一电容形成部和第二电容形成部,并且输出来自所述第一电容形成部和所述第二电容形成部的差动信号,

所述信号处理部具有:

差动放大电路,其将所述差动信号的差分放大;

可编程增益放大器,其能够以不同的增益来放大所述差动放大电路的输出,

所述控制电路在所述处理期间中,在将所述差动放大电路设定为使能之后,将所述可编程增益放大器设定为使能。

2. 如权利要求1所述的物理量传感器,其特征在于,

所述控制电路能够切换为间歇测量模式和连续测量模式,

所述间歇测量模式为,每设定有所述外部触发时便设定所述处理期间的模式,

所述连续测量模式为,所述信号处理部连续处理来自所述物理量传感器元件的物理量信号的模式。

3. 如权利要求1或2所述的物理量传感器,其特征在于,

所述集成电路具有外部端子,所述外部端子被输入有所述外部触发。

4. 如权利要求1所述的物理量传感器,其特征在于,

所述集成电路具有接口电路,

所述外部触发经由所述接口电路而被输入至所述控制电路中。

5. 如权利要求1所述的物理量传感器,其特征在于,

所述集成电路还具有第一寄存器,所述第一寄存器对根据所述外部触发而生成的繁忙标志进行存储,

所述控制电路根据所述第一寄存器的繁忙标志,而无视所述处理期间中被输入的外部触发。

6. 如权利要求1所述的物理量传感器,其特征在于,

所述信号处理部还具有:

第一差动信号线和第二差动信号线,其被输入有所述差动信号;

第二寄存器,其存储所述第一电容形成部和所述第二电容形成部之间的偏移量;

可变电容,其根据所述偏移量而设定电容,并与所述第一差动信号线和所述第二差动信号线中的一方连接,

所述控制电路在将所述差动放大电路设定为使能之后、且在将所述可编程增益放大器

设定为使能之前,将所述可变电容复位。

7.如权利要求6所述的物理量传感器,其特征在于,

所述物理量传感器在多个检测轴上分别包括所述第一电容形成部和所述第二电容形成部,

所述第二寄存器存储所述多个检测轴的每一个的所述偏移量,

所述信号处理部在所述处理期间中对所述多个检测轴的物理量信号进行串行处理,

所述控制电路在各个于所述多个检测轴的每一个上分割所述处理期间而形成的分割处理期间中,在将所述可编程增益放大器设为使能之前,将所述可变电容复位。

8.如权利要求7所述的物理量传感器,其特征在于,

所述信号处理部还具有对所述可编程增益放大器的输出进行模拟-数字转换的模拟-数字转换器,

所述控制电路在所述模拟-数字转换器对所述多个检测轴的一个轴的物理量信号进行数字转换之后至对所述多个检测轴的另一个轴的物理量信号进行数字转换之前,将所述模拟-数字转换器设为非使能。

9.如权利要求8所述的物理量传感器,其特征在于,

所述物理量传感器元件包括温度传感器元件,

所述信号处理部在所述处理期间中对来自所述温度传感器元件的温度信号和所述物理量信号进行串行处理,

所述控制电路在对所述温度信号进行串行处理的分割处理期间中,在将所述可编程增益放大器设为使能之后,将所述模拟-数字转换器设为使能。

10.一种传感器单元,其特征在于,具有:

权利要求1至9中任一项所述的物理量传感器即第一物理量传感器;

第二物理量传感器,其对所述第一物理量传感器所检测的物理量以外的物理量进行检测,

所述第一物理量传感器的信号处理部和所述第二物理量传感器的信号处理部根据所述外部触发而开始进行信号处理。

11.一种传感器单元,其特征在于,具有:

权利要求1所述的物理量传感器即第一物理量传感器;

第二物理量传感器,其对所述第一物理量传感器所检测的物理量以外的物理量进行检测,

所述第一物理量传感器的信号处理部和所述第二物理量传感器的信号处理部在同一频率下进行信号处理。

12.一种电子设备,其特征在于,

具有权利要求1至9中的任一项所述的物理量传感器。

13.一种移动体,其特征在于,

具有权利要求1至9中的任一项所述的物理量传感器。

物理量传感器、传感器单元、电子设备以及移动体

技术领域

[0001] 本发明涉及物理量传感器、传感器单元、电子设备和移动体以及物理量检测方法等。

背景技术

[0002] 组装有加速度传感器元件的设备并不限于单独搭载了加速度传感器元件的设备，多数情况下是与其他传感器元件（例如，陀螺传感器元件、脉搏传感器元件、力学传感器元件）一起使用的。在专利文献1中，通过共用的数字-模拟（A/D）转换器对来自加速度传感器元件以及陀螺传感器元件的模拟输出信号进行A/D转换。根据专利文献1，同时通过外部的高精度时钟等而生成A/D转换器的转换定时，从而能够实现高精度的同步。

[0003] 但是，在专利文献1的方式中，为了从加速度传感器以及陀螺传感器得到模拟输出信号，而需要使加速度传感器以及陀螺传感器始终工作，从而很难实现低功耗化。

[0004] 另一方面，在由加速度传感器元件和IC（集成电路）构成加速度传感器的情况下，IC通过内部振荡电路而进行工作，加速度传感器元件通过伴随于内部振荡电路的振荡频率的测量定时而进行测量。在设备搭载有多种传感器的情况下，很难使由加速度传感器的内部振荡电路产生的测量定时、与由其他传感器产生的测量定时准确的同步。此外，也存在如下情况，即，欲取得用于加速度传感器元件的内部振荡电路的振荡时钟、和在与该加速度传感器连接的设备内对加速度测量值进行处理CPU的工作系统时钟的同步。而且，也考虑存在如下情况，即，为了获得准确的加速度测量值的频率成分，而在不依赖内部时钟的条件下，欲与高精度的外部时钟同步来进行测量。

[0005] 特别是，在为了降低耗电量而以最低限所需的采样速率进行测量的情况下，单单仅读取保持于寄存器中的加速度测量值，则具有在读取的时刻与实际进行测量的时刻之间产生较大差距的可能性。

[0006] 专利文献1：日本特开平9-243366号公报

发明内容

[0007] 本发明的几个方式的目的在于，提供一种能够在耗电量较少的模式下对物理量进行测量的物理量传感器、传感器单元、电子设备以及移动体。

[0008] 本发明的其他的几个方式的目的在于，提供一种能够进行物理量传感器元件与其他的物理量传感器元件的同步测量的传感器单元、电子设备以及移动体。

[0009] (1) 本发明的一个方式涉及一种物理量传感器，其具有：

[0010] 物理量传感器元件；集成电路，其与所述物理量传感器元件连接，所述集成电路具有：模拟电源电路，其被切换为使能或非使能；信号处理部，其从所述模拟电源电路被供给电压，并对来自所述物理量传感器元件的信号进行处理；控制电路，其在基于外部触发的处理期间内将所述模拟电源电路设定为使能，并通过所述信号处理部而每所述处理期间间歇地对来自所述物理量传感器元件的物理量信号进行处理。

[0011] 根据本发明的一个方式,由于基于外部触发来设定处理期间,并在处理期间内将模拟电源电路设为使能,并且通过信号处理部而每处理期间间歇地对来自物理量传感器元件的物理量信号进行处理,因此能够在耗电量较少的模式下对物理量进行测量。

[0012] (2) 在本发明的一个方式中,所述控制电路能够切换为间歇测量模式和连续测量模式,所述间歇测量模式为,每设定有所述外部触发时便设定所述处理期间的模式,所述连续测量模式为,所述信号处理部连续处理来自所述物理量传感器元件的物理量信号的模式。

[0013] 如此,能够在与连续测量模式相比数据量较少等情况下,设定为间歇测量模式,从而降低耗电量。

[0014] (3) 在本发明的一个方式中,能够为,所述集成电路具有外部端子,所述外部端子被输入有所述外部触发。

[0015] 将外部触发经由外部端子而输入的硬件触发方式的优点在于,能够减少物理量传感器所连接的设备中的CPU的负担。

[0016] (4) 在本发明的一个方式中,可以为,所述集成电路具有接口电路,将所述外部触发经由所述接口电路而被输入至所述控制电路中。

[0017] 使用通信协议的软件触发方式的优点在于,减少了将被兼用的中断端子用于其他用途的机会。

[0018] (5) 在本发明的一个方式中,能够为,所述集成电路还具有第一寄存器,所述第一寄存器对根据所述外部触发而生成的繁忙标志进行存储,所述控制电路根据所述第一寄存器的繁忙标志,而无视所述处理期间中被输入的外部触发。

[0019] 如果采用这种方式,则能够防止每当在处理期间中被输入有外部触发时,处理期间被再次设定的情况。

[0020] (6) 在本发明的一个方式中,能够为,所述物理量传感器元件包括第一电容形成部和第二电容形成部,并且输出来自所述第一电容形成部和所述第二电容形成部的差动信号,所述信号处理部具有:差动放大电路,其将所述差动信号的差分放大;可编程增益放大器,其能够以不同的增益来放大所述差动放大电路的输出,所述控制电路在所述处理期间中,在将所述差动放大电路设定为使能之后,将所述可编程增益放大器设定为使能。

[0021] 如此,在由差动放大电路进行信号处理的期间中,通过延迟使可编程放大器使能的定时,从而能够降低耗电量。

[0022] (7) 在本发明的一个方式中,能够为,所述信号处理部还具有:第一差动信号线 and 第二差动信号线,其被输入有所述差动信号;第二寄存器,其存储所述第一电容形成部和所述第二电容形成部之间的偏移量;可变电容,其根据所述偏移量而设定电容,并与所述第一差动信号线和所述第二差动信号线中的一方连接,所述控制电路在将所述差动放大电路设定为使能之后、且在将所述可编程增益放大器设定为使能之前,将所述可变电容复位。

[0023] 差动放大电路在处理期间或间歇测量模式下,被维持在使能状态。另一方面,在进行物理量检测时,需要根据预先设定的偏移量而对可变电容进行复位。能够在处理期间或间歇测量模式的初期、且在将可编程放大器设为使能之前实施该可变电容的复位。

[0024] (8) 在本发明的一个方式中,所述物理量传感器元件在多个检测轴的每一个上分别包括所述第一电容形成部和所述第二电容形成部,所述第二寄存器存储所述多个检测轴

的每一个的所述偏移量,所述信号处理部在所述处理期间中对所述多个检测轴的物理量信号进行串行处理,所述控制电路在各个于所述多个检测轴的每一个上分割所述处理期间而形成的分割处理期间中,在将所述可编程增益放大器设为使能之前,将所述可变电容复位。

[0025] 差动放大电路在处理期间或间歇测量模式下,被维持在使能状态。另一方面,在对各个轴进行物理量检测时,需要根据对每个轴预先设定的偏移量而对可变电容进行复位。该可变电容的复位能够在各个分割处理期间初期、且在将可编程放大器设为使能之前实施。

[0026] (9) 在本发明的一个方式中,能够为,所述信号处理部还具有对所述可编程增益放大器的输出进行模拟-数字转换的模拟-数字转换器,所述控制电路在所述模拟-数字转换器对所述多个检测轴的一个轴的物理量信号进行数字转换之后至对所述多个检测轴的另一个轴的物理量信号进行数字转换之前,将所述模拟-数字转换器设为非使能。

[0027] 模拟-数字转换器根据物理量信号的数字转换分辨率不同而在转换中所需的时间不同,如果分辨率较低,则能够缩短转换时间。特别是在数字转换分辨率较低的情况下,在对各个轴的物理量信号进行模拟-数字转换的动作期间之间,将模拟-数字转换器设为使能。由此,能够降低耗电量。

[0028] (10) 在本发明的一个方式中,所述物理量传感器元件包括温度传感器元件,所述信号处理部在所述处理期间中对来自所述温度传感器元件的温度信号和所述物理量信号进行串行处理,所述控制电路在对所述温度信号进行串行处理的分割处理期间中,在将所述可编程增益放大器设为使能之后,将所述模拟-数字转换器设为使能。

[0029] 为了对物理量信号进行温度补偿而存在需要温度信号的情况。因此,与检测物理量信号一起对温度信号实施检测。在处理期间或间歇测量模式的初期,在对温度信号进行串行处理的分割处理期间中,首先将被输入有温度信号的可编程放大器设为使能,之后将模拟-数字转换器设为使能。在由可编程放大器进行信号处理期间,通过延迟使模拟-数字转换器使能的定时,从而能够降低耗电量。

[0030] (11) 在本发明其他方式所涉及的传感器单元中,涉及一种如下的传感器单元,其具有:上述的第一物理量传感器;第二物理量传感器,其对所述第一物理量传感器所检测的物理量以外的物理量进行检测,所述第一物理量传感器的信号处理部和所述第二物理量传感器的信号处理部根据所述外部触发而开始进行信号处理。

[0031] 通过使第一物理量传感器的信号处理部和第二物理量检测传感器的信号处理部根据外部触发而开始进行信号处理,从而能够使两个不同的物理量检测信号的相位匹配。由此,在例如第一物理量信号为加速度信号、第二物理量信号为脉波信号时,能够根据加速度信号而去除脉波信号中所包含的体动。

[0032] (12) 在本发明的另外的其他方式所涉及的传感器单元中,能够为,具有:上述的第一物理量传感器;第二物理量传感器,其对所述第一物理量传感器所检测的物理量以外的物理量进行检测,所述第一物理量传感器的信号处理部和所述第二物理量传感器的信号处理部在同一频率下进行信号处理。

[0033] 通过使第一物理量传感器的信号处理部和第二物理量传感器的信号处理部在同一频率下进行信号处理,从而能够实施频率相同的信号之间的相位匹配。因此,在例如第一物理量信号为加速度信号、第二物理量信号为脉波信号时,能够根据加速度信号而去除脉

波信号中所包含的体动。

[0034] (13) 本发明的又一其他方式涉及一种具有上述的物理量传感器的电子设备。

[0035] (14) 本发明的又一其他方式涉及一种具有上述物理量传感器的移动体。

[0036] 这些电子设备以及移动体也能够起到上文所述的物理量传感器的作用和效果。

[0037] (15) 本发明的又一其他方式涉及一种物理量检测方法, 在该方法中, 根据外部触发来设定处理期间, 在所述处理期间中将模拟电源电路设定为使能, 从处于使能的所述模拟电源电路向信号处理部供给电压, 每所述处理期间间歇地对从物理量传感器元件被输入的信号进行处理。

[0038] 根据本发明的方法, 由于基于外部触发来设定处理期间, 并在处理期间内将模拟电源电路设为使能, 并且通过信号处理部而每处理期间间歇地对来自物理量传感器元件的物理量信号进行处理, 因此能够在耗电量较少的模式下对物理量进行测量。

附图说明

[0039] 图1为表示本发明一个实施方式所涉及的物理量传感器的图。

[0040] 图2 (A) (B) 为表示作为物理量传感器元件的一个示例的差动电容型传感器元件的图。

[0041] 图3为物理量传感器的框图。

[0042] 图4为IC的电源系统的框图。

[0043] 图5为表示一次测量模式的外部触发经由端子而输入的实施方式的图。

[0044] 图6为表示一次测量模式的外部触发经由接口而输入的实施方式的图。

[0045] 图7为表示将外部触发作为硬件触发而输入至IC的示例的框图。

[0046] 图8为表示将外部触发作为软件触发而输入至IC的示例的框图。

[0047] 图9为物理量传感器的动作时序图。

[0048] 图10为用于对禁止外部触发的双重输入进行说明的时序图。

[0049] 图11为表示一次测量模式的测量顺序的图。

[0050] 图12为第一调节器的电路图。

[0051] 图13为对图12的第一调节器进行改良的电路图。

[0052] 图14为第二调节器的电路图。

[0053] 图15为复合传感器单元的框图。

[0054] 图16为概略地表示作为电子设备的一个具体示例的智能手机的结构的概念图。

[0055] 图17为概略地表示作为电子设备的其他的具体示例的数码照相机的结构的概念图。

[0056] 图18为概略地表示作为移动体的一个具体示例的汽车的结构的概略图。

具体实施方式

[0057] 以下, 参照附图对本发明的一个实施方式进行说明。另外, 在下文中说明的本实施方式并非对权利要求书所记载的本发明的内容进行不当限定, 而且在本实施方式中所说明的全部结构作为本发明的解决方法不一定是必须的。

[0058] (1) 加速度传感器

[0059] 图1图示了本发明的物理量传感器的一个实施方式所涉及的加速度传感器。加速度传感器1例如具有：内插基板2；玻璃基板3，其被形成在内插基板2上；加速度传感器元件10，其通过使用例如Si（硅）等的半导体材料的MEMS（Micro Electro Mechanical Systems：微机电系统）而被形成在玻璃基板3上；MEMS盖4；集成电路（IC）100，其作为被形成在MEMS盖4上的加速度检测电路。IC100例如被引线接合连接于电极部上，所述电极部被形成在内插基板2以及玻璃基板3上。搭载物3、10、4、100通过模具5而被密封在内插基板2上。

[0060] (2) 加速度传感器元件

[0061] 图2(A)为，示例了作为图1的加速度传感器元件10而被使用的、例如差动电容型传感器元件的结构图。差动电容型加速度传感器元件10具有固定部20和可动部30。固定部20为，被固定在基板（省略图示）上的部件。可动部30为根据加速度而进行位移的结构体的一个示例，且具有锤部31和弹簧部32。弹簧部32的一端被固定在基板上，另一端与锤部31连接。锤部31通过弹簧部32而被支承。如图2(B)所示，如果向差动电容型加速度传感器元件10施加有加速度 a ，则在质量 m 的锤部31上将产生 $F=ma$ 的力。通过该力，而使弹簧部32发生变形，从而使锤部31相对于固定部20进行相对位移。

[0062] 锤部31具有可动电极31A以及可动电极31B。固定部20具有固定电极21~24。可动电极31A被配置在固定电极21、22之间，可动电极31B被配置在固定电极23、24之间。差动电容型加速度传感器元件10例如通过Si（硅）等的半导体材料和使用半导体加工技术的MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）而被形成。

[0063] 在此，将成对的可动电极31A和固定电极21、与成对的可动电极31B和固定电极23称为第一电容形成部41。同样地，将成对的可动电极31A和固定电极22、与成对的可动电极31B和固定电极24称为第二电容形成部42。差动电容型加速度传感器元件10包括第一电容形成部41的一端11、第二电容形成部42的一端12、第一、第二电容形成部41、42的共用端13。在图2(A)所示的加速度 a 发挥作用时，第一电容形成部41的电容值减少，另一方面，第二电容形成部42的电容值增大。因此，如果在向共用端13供给了电荷的状态下有加速度 a 作用于锤部31上，则分别从第一、第二电容形成部41、42的一端11、12被输出的电荷（信号）将成为绝对值相等而符号相反的差动信号对。

[0064] (3) 加速度传感器的电路图

[0065] 在图2(B)中，对有加速度 a 作用的单轴方向上的加速度进行检测的示例进行了说明。如图3所示，在速度传感器1中，设置有分别将X轴、Y轴以及Z轴设为检测轴的第一至第三差动电容型加速度传感器元件10X、10Y、10Z，所述X轴、Y轴以及Z轴为，在将检测轴设为N（N为2以上的整数）轴，且例如设为N=3时的正交三轴（广义上称为交叉N轴）。

[0066] 第一至第三差动电容型加速度传感器元件10X、10Y、10Z，分别具有如图2(A)所示的第一、第二电容形成部41、42，并且在第一、第二电容形成部41、42的固定电容间存在每轴不同的偏移。如果在具有偏移的条件下对加速度进行检测，则即使在没有加速度作用时也将输出存在加速度的值。因此，需要进行偏移调节（校准）。

[0067] IC100设置了作为可变电容的偏移调节电容120。偏移调节电容120将每个轴复位为基于各个第一电容形成部41以及第二电容形成部42的固定电容间的偏移量的电容值。

[0068] 电荷以分时的方式从第一至第三差动电容型加速度传感器元件10X、10Y、10Z被输入至IC100。为了该分时驱动，而设置有被开关驱动的多路转换器110。

[0069] 在多路转换器110的后段上,作为模拟电路即电容检测电路(广义上称为信号处理部)130而具有例如电荷-电压转换(QV)放大器131、可编程放大器(PGA)132以及模拟-数字转换器(ADC)133等。QV放大器131将被分时输入的来自静电电容型加速度传感器元件10X、10Y、10Z的电荷转换为电压。由于来自静电电容型加速度传感器元件10X、10Y、10Z的输出为差动信号,因此QV放大器131作为差动放大电路而发挥作用。PGA132以每个轴上被设定的增益而对QV放大器131的输出进行放大。ADC133使PGA132的输出进行模拟-数字转换。

[0070] 在ADC133的后段上,设置有数字滤波器140、寄存器150、串行-并行接口电路(SPI)160。基于由电容检测电路130检测出的电容的加速度信号经由SPI160而被输出。

[0071] 另外,能够在IC100上设置温度传感器190。来自温度传感器190的温度信号,在由PGA132放大之后,由ADC133转换为数字信号。

[0072] IC100具有控制电路170。在控制电路170上,连接有振荡电路(OSC)181、FAMOS(浮栅型雪崩注入MOS)等的非易失性存储器182、通电复位电路183、电平转换器184、测试电路185、驱动电路186、和上文所述的数字滤波器140以及寄存器150等。对预先测定的偏移电容值进行设定的数据,从外部经由SPI160而被输入,并通过控制电路170而被存储在非易失性存储器182中。在加速度传感器1起动时,由控制电路170从非易失性存储器182中读取的偏移电容值设定用的数据被存储在寄存器150中。寄存器150能够根据被设定的数据,而例如在电压控制型的偏移调节电容120中设定电压,从而将偏移调节电容120设定为各个轴的偏移电容值。

[0073] 电源电压VDD、GND从外部被输入至IC100。在IC100中设置有第一调节器REG1和第二调节器REG2,所述第一调节器REG1对电源电压VDD(例如3V)进行降压并生成逻辑电源电压VDDL(例如1.8V),所述第二调节器REG2对电源电压VDD进行降压并生成模拟电源电压VDDA(例如1.8V)。另外,第一调节器REG1为,通过加速度传感器1的起动而处于使能,并在加速度传感器1工作期间(包括待机、停止期间等)内生成逻辑电源电压VDDL的逻辑电源电路。另一方面,第二调节器REG2为,能够切换为使能或非使能的模拟电源电路,并且仅在使能期间生成模拟电源电压VDDA。

[0074] IC100除了具有电源端子(VDD、VPP、VDDIO、GND)、输入输出端子(SCL/SPC、SDA/SDI、SDO/SA0、CS)、测试端子(TES1-3)之外,还具有中断端子(INT1、INT2)。

[0075] (4) IC电源电路系统

[0076] 图4为,表示图3所示的IC100的电源电路系统的框图。另外,在图4中,作为电压供给对象而将由数字电源电压驱动的电总称为逻辑电路180。而且,作为其他电路而图示了OSC181和非易失性存储器(FAMOS)182。

[0077] 在图4中,通过使能信号REG1_EN而处于使能的第一调节器REG1向I/O160、逻辑电路180、OSC181以及非易失性存储器(FAMOS)182等供给使电源电压VDD降压了的逻辑电源电压VDDL。通过使能信号REG2_EN而处于使能的第二调节器REG2向模拟电路130供给使电源电压VDD降压了的模拟电源电压VDDA。

[0078] 在此,在逻辑电源电压VDDL的电源线和模拟电源电压VDDA的电源线之间,设置有开关SW。如后述的图6所示,设定有停止期间(停止模式)。在待机模式或停止模式下,根据使能信号REG2_EN而使第二调节器REG2处于非使能,从而切断了模拟电源电压VDDA的供给。在对加速度进行检测时使模拟电路130工作,在停止期间中将模拟电路130设为非使能,从而

能够降低耗电量。

[0079] 在停止期间中,通过在REG2_EN非使能时处于使能的REG2_XTHR,而使开关SW被导通,从而将逻辑电源电压VDDL的电源线和模拟电源电压VDDA 的电源线连接在一起。由此,在未生成模拟电源电压的待机期间或停止期间中,自第一调节器REG1经由开关SW而向模拟电路130供给有逻辑电源电压 VDDL。

[0080] 在此,在使非使能状态的模拟电路130恢复至使能状态时,也需要电压。此时,如果将第二调节器REG2设为使能并向模拟电路130供给模拟电源电压 VDDA,则需要时间。在本实施方式中,在待机模式或停止模式下,通过经由开关SW而将来自第一调节器REG1的逻辑电源电压VDDL向模拟电路130进行供给,从而能够缩短如下动作,即,根据使能信号而在短时间内将模拟电路 130恢复为使能状态的动作。

[0081] 另外,虽然在本实施方式中,将逻辑电源电压VDDL和模拟电源电压VDDA 的电压电平设为都是相等的(例如1.8V),但只要模拟电路130正常进行恢复动作,则也可以设为不同的电压电平。但是,如果逻辑电源电压VDDL和模拟电源电压VDDA的电压电平之间存在差异,则在恢复动作时将容易发生压降或振荡,因此优选为,逻辑电源电压VDDL和模拟电源电压VDDA的电压电平实质上相等。

[0082] (5) 由外部触发进行的间歇(一次)测量模式

[0083] 在本实施方式中,能够设定为由内部触发进行的连续测量模式、和由外部触发进行的间歇(一次)测量模式中的任意一种模式。图5为表示连续测量时的模式变化的图,图6为表示间歇(一次)测量时的模式变化的图。在图5中图示了待机模式和测量模式。在图5中进一步追加了低功耗模式,在图6中,在待机模式和测量模式之间作为停止模式而设定了待触发的状态。

[0084] 所谓待机模式,是指在通过通电而实施初始起动程序之后被设定的待命模式。当初始起动程序被实施时,寄存器150被复位,并且被存储在一次性可编程ROM中的控制数据等被传送至寄存器150。在待机模式下,第一调节器REG1处于使能、第二调节器REG2处于非使能,从而如上所述图4的开关 SW导通并向模拟电路130供给逻辑电源电压VDDL。

[0085] 作为测量模式,能够通过信号来选择加速度信号的数字转换分辨率不同的三个模式(例如12位、10位以及8位)。在测量模式下,第一调节器REG1 以及第二调节器REG2共同处于使能,从而如上所述图4的开关SW导通并向模拟电路130供给模拟电源电压VDDA。

[0086] 图5中的低功耗模式是指,通过对在未检测出加速度时被设定的睡眠状态进行检测而被设定并一直持续到检测出睡眠解除状态的唤醒检测时为止的模式。低功耗模式的数字转换分辨率固定为8位,因此与选择10位或12位的情况相比耗电量较低。通过相对于测量模式而降低输出数据频率(例如由图7及图8的SR寄存器设定的采样速率),从而能够进一步降低耗电量。

[0087] 在图6的间歇(一次)测量时,在测定模式下,X轴、Y轴以及Z轴的加速度测量仅实施预定次数例如一次。如果间歇(一次)测量模式结束,则变为停止模式,等待下一次的外部触发。由此,间歇性地实施测定模式。在停止模式(停止期间)下,与待机模式相同,第一调节器REG1处于使能、第二调节器REG2处于非使能,从而如上所述图4的开关SW导通并向模拟电路130 供给逻辑电源电压VDDL。

[0088] 在图7以及图8中,图示了对间歇(一次)测量模式进行设定的两个方式。另外,在图

7以及图8中,图示了被设置在图3所示的控制电路170中的定时控制电路170A。此外,在图7以及图8中,作为与图3所示的寄存器150功能不同的寄存器而图示了寄存器150A~150F。即,图3所示的寄存器150包含图7或图8所示的X轴测量寄存器150A、Y轴测量寄存器150B、Z轴测量寄存器150C、繁忙标志用寄存器150D、SR(采样速率)设定寄存器150E、外部触发寄存器150F。而且,在图7以及图8中,在图4所示的数字滤波器140和寄存器150之间追加有运算处理部187。

[0089] 图7图示了硬件触发的方式,图8图示了软件触发的方式。作为对硬件触发进行设定的端部,而使用IC100A的例如中断端子INT1等的外部端子。图7的加速度传感器1A所连接的CPU200,例如从计时器等向中断端子INT1输出外部触发。在图8中,按照预定的通信协议而从CPU200发送的外部触发被输入至IC100B的串行-并行接口160并存储在外部触发寄存器150F中。

[0090] 控制电路170可以根据信号设定而对图7的硬件触发方式和图8的软件触发方式进行选择。图7的硬件触发方式的优点在于CPU200的负担较少。图8的软件触发方式的优点在于减少了被兼用的中断端子INT1用于其他用途的机会。

[0091] 控制电路170根据标志等来识别是图5所示的连续测量模式,还是图6所示的间歇(一次)测量模式。图9为,通过间歇(一次)测量模式下的控制电路170的控制而被设定的各个部的时序图。虽然在起动的同时第一调节器REG1处于使能而生成了逻辑电源电压VDDL,但第二调节器REG2仅在动作模式(测量模式)激活时才生成模拟电源电压VDDA。在动作模式(测量模式)为未激活的待机模式以及停止模式下,开关SW导通并向模拟电路130供给逻辑电源电压VDDL。

[0092] 图7以及图8所示的SR寄存器为对采样速率进行设定的寄存器,所述采样速率对数字分辨率进行设定。图7以及图8所示的繁忙标志用寄存器150D通过定时控制电路170A而设定例如在测量处理期间中处于激活的标志。如图10所示,在外部触发为激活状态时,通过时钟的上升沿而使处理期间开始。处理期间计数到预定时钟数(例如156时钟)而结束。繁忙标志在处理期间中一直处于激活。繁忙标志未激活时为停止期间,并能够接受外部触发。在繁忙标志为激活的期间中被输入的外部触发,被定时控制电路170A无视。由此,能够防止在间歇(一次)测量模式的中途再开始同一模式。

[0093] (6) 模拟电路的使能/非使能

[0094] 图11为间歇(一次)测定模式下的时序图。根据上文所述的外部触发而开始间歇(一次)测定模式。在一次测定模式的情况下,测量动作期间为时钟的例如156周期。当被设定为一次测定模式时,第二调节器REG2被起动。之后,也可以根据需要而将QV电路131设为使能。偏移调节电容120实施复位。

[0095] 如图11所示,一次测量模式按时序实施温度测量、X轴加速度测量、Y轴加速度测量以及Z轴加速度测量。在四次测量期间的每一个期间中,PGA132以及ADC133仅在需要测量的期间中被设为使能。另外,在如图11所示的示例中,ADC133转换出分辨率为10位的数字信号。如果分辨率较低则缩短测量期间,如果分辨率较高则增大测量期间。PGA132以及ADC133在对温度、X轴加速度、Y轴加速度以及Z轴加速度这样的不同物理量进行检测之后,被暂时设为非使能。由此,降低了耗电量。

[0096] 此外,PGA132的使能期间被二分为采样A期间和采样B期间。同样地,ADC133的动

作期间被二分为采样期间和比较期间。PGA132的采样B期间能够与ADC133的采样期间在时间轴上重复设定。此外,ADC133的比较期间能够与PGA132的采样A期间在时间轴上重复设定。由此,能够缩短温度测量、X轴加速度测量、Y轴加速度测量以及Z轴加速度测量的各个期间,也缩短了总计的一次测量期间。

[0097] 在X轴加速度测量之前,QV放大器131变为使能从而被起动。QV放大器131如图11所示在时钟的例如95周期的期间中一直被维持为使能状态。此外,在QV放大器131起动后、且X轴加速度测量、Y轴加速度测量以及Z轴加速度测量开始之前,偏移调节电容120被复位为各个轴的偏移调节电容值。偏移调节电容120的复位期间,是利用PGA132的非使能期间而被设定的。

[0098] (7) 第一调节器REG1

[0099] 在图12中,图示了第一调节器REG1的一个示例。第一调节器REG1包括:在非反相输入端子和反相输入端子之间,具有由工作函数差电压产生的偏移电压 V_{OFF} 的差动型的放大电路AM;被串联设置在增幅放大电路AM的输出节点NQ1和第一电源节点VSS之间的第一电阻RB1和第二电阻RB2;一端与第一电阻RB1和第二电阻RB2的节点NQ2连接的相位补偿用电容器C0。第一、第二电阻RB1、RB2的连接节点NQ2的信号被反馈至放大电路AM的非反相输入端子,放大电路AM的输出节点NQ1的信号被反馈至放大电路AM的反相输入端子。

[0100] 根据该第一调节器REG1,而生成由放大电路AM的非反相输入端子与反相输入端子之间的偏移电压和第一、第二电阻RB1、RB2的电阻比决定的恒定电压。在第一、第二电阻RB1、RB2的连接节点上设置有相位补偿用电容器C0,在该连接节点的信号被反馈至放大电路AM的非反相输入端子的同时,放大电路AM的输出节点的信号被反馈至反相输入端子。由此,能够构建可由稳定的电路动作生成恒定电压的第一调节器REG1。

[0101] 此外,图12所示的第一电阻RB1能够设为可变电阻。在加速度传感器元件10以及IC100的检测工序等中,对1.8V系统施加例如3V左右的高电压。通过改变寄存器设定,从而能够将第一电阻RB1的电阻值设为可变,进而将第一调节器REG1的输出电压电平变更为高电压电平。

[0102] 在图13所示的第一调节器REG1中,在图12的放大电路AM的用虚线包围的位置增设元件或电路,从而在起动时和激活时增大流向放大电路AM的工作电流 I_{OP} 、增大能力。如图13所示,以与被设置在增幅放大电路AM的输出部QB的接地端侧的输出晶体管T1并联的方式追加晶体管T2。由增设在增幅放大电路AM的差动部DF上的晶体管T3、和被施加有与晶体管T3相同的栅极电压的晶体管T4构成了电流镜电路CM。作为电流镜电路CM的电流源,而追加在起动时工作的第一电流源IS1、和在激活时工作的第二电流源IS2。在起动时工作的第一电流源IS1中,通过起动而使启动开关 ST_{STR} 导通,从而使电流向电流镜电路CM流动。

[0103] 在待机时,电流不向电流镜CM流动,增幅放大电路AM在弱反相区域中工作,在差动部DF中例如有150nA流动,在输出部QB中例如有550nA流动,作为工作电流 I_{OP} 而有700nA流动。如果在起动时启动开关 ST_{STR} 导通,则通过电流镜电路CM的工作,而有20 μ A如虚线的箭头标记所示向增设的晶体管T2及T3流动,从而能够将工作电流 I_{OP} 增大至50 μ A。另外,启动开关 ST_{STR} 使用功率导通复位信号,在经过起动后的预定的一定时间之后被断开。在第二调节器RGE2处于使能的激活时,代替第一电流源IS1而使第二电流源IS2被导通,从而能够使工作电流 I_{OP} 增大至例如30 μ A。这样,能够提高第一调节器REG1的起动时以及激活时(超负荷

时)的能力。

[0104] (8) 第二调节器REG2

[0105] 在图14中,图示了使用带隙参考电路的第二调节器RGE2。在图14中,在第二调节器REG2的放大器AMP的负端子上被输入有带隙参考电路BGR所产生的带隙参考电压VBGR(例如1.21V)。在放大器AMP的正端子上被输入有电压VDV,所述电压VDV为,放大器AMP的输出电压VDDA通过由分压电阻R1、R2构成的分压电路而被分压的电压。放大器AMP以带隙参考电压VBGR为基准电压,进行负反馈控制,以使分压电路R1、R2电压VDV和带隙参考电压VBGR的电位一致。这样,能够放大带隙参考电压VBGR,并生成例如1.8V的模拟电源电压VDDA。

[0106] (9) 物理量检测装置

[0107] 图15图示了具有复合传感器单元320的物理量检测装置,所述复合传感器单元320包括加速度传感器1、和其他物理量检测传感器例如脉波传感器300。在脉波传感器300的输出信号中,在脉波上重叠有体动成分。与包含这两个传感器1、300的复合传感器单元320连接的CPU200能够具有体动去除部210。

[0108] 在此,能够使用来自加速度传感器1的加速度信号而去除作为来自脉波传感器300的脉波信号中的噪音的体动成分。此时,脉波信号和加速度信号需要为同一相位。CPU200的外部触发设定部220,通过软件触发或硬件触发中的任一种方式,同时向加速度传感器1和脉波传感器300输出外部触发。如果加速度传感器1的信号处理部100和脉波传感器300的信号处理部310 实施基于上文所述的外部触发的间歇测量模式,则脉波信号和加速度信号成为同一相位。

[0109] 为了使用加速度信号而从脉波信号中去除体动成分,可以在同一频率下对脉波信号和加速度信号进行测量。如果频率相同,则能够使信号之间相位匹配,由此能够去除体动成分。因此,加速度传感器1以及脉波传感器300 均具有图7以及图8所示的SR寄存器150E,并能够通过各自的SR寄存器150E 而将采样速率设定为相同。或者,加速度传感器1以及脉波传感器300可以从CPU200输入同一频率的外部时钟,并基于该外部时钟而实施测量动作。

[0110] (10) 电子设备以及移动体

[0111] 图16概略地图示了作为电子设备的一个具体示例的智能手机401。在智能手机401中组装有物理量检测装置500,所述物理量检测装置500除了具备图3所示的三轴加速度传感器1之外,还具备三轴陀螺传感器以及与其连接的检测电路。物理量检测装置500能够对智能手机401的姿态进行检测。能够实施所谓的运动传感。物理量检测装置500的检测信号能够被供给至例如微电脑芯片(MPU)402中。MPU402能够根据运动传感而执行各种处理。此外,这种运动传感也能够被用于便携式电话机、便携式游戏机、游戏控制器、汽车导航装置、定点装置、头戴式显示器、平板电脑等的电子设备中。在实现运动传感时,可以组装有物理量检测装置500。

[0112] 图17为概略地图示了作为电子设备的其他具体示例的数码照相机(以下称为“相机”)403。在相机403中组装有物理量检测装置500。物理量检测装置500能够对相机403的姿态进行检测。物理量检测装置500的检测信号能够被供给至手抖补偿装置404。手抖补偿装置404能够根据物理量检测装置500的检测信号而使例如透镜组405内的特定透镜移动。这样,能够实施手抖补偿。此外,手抖补偿也能够被用于数码摄像机。在实现手抖补偿时,可以组装有物理量检测装置500。

[0113] 图18概略地图示了作为移动体的一个具体示例的汽车406。在汽车406 中组装有物理量检测装置500。物理量检测装置500能够对车身407的姿态进行检测。物理量检测装置500的检测信号能够被供给至车身姿态控制装置 408。车身姿态控制装置408能够根据例如车身407的姿态而对悬架的软硬进行控制或者对各个车轮409的制动器进行控制。此外,这种姿态控制也能够被用于双足行走机器人或航空器、直升机等的各种移动体中。在实现姿态控制时,可以组装有物理量检测装置500。

[0114] 虽然对本实施方式进行了详细说明,但对本领域技术人员而言能够很容易地理解出可以实质上不脱离本发明的新事项以及效果的多种改变。因此,这种改变例全都被包含在本发明的范围中。例如,在说明书或附图中,至少一次与更广义或同义的不同术语一起记载的术语,即使在说明书或附图的任何位置,也可以将其替换为该不同术语。此外,模拟电源电路REG2、信号处理部(模拟电路)130、控制电路170等的结构及动作也未被限定于本实施方式中所说明的内容,能够进行各种改变。此外,应用了本发明的物理量检测电路,并不限于数据输出,也能够应用于不具有ADC133的模拟输出中。作为物理量传感器,并不限于加速度传感器,也能够应用于例如角速度传感器、压力传感器等、对物理量进行检测的各种传感器中。

[0115] 符号说明

[0116] 1、加速度传感器;10、加速度传感器元件;100、IC;130、信号处理部;131、QV放大器(差动放大电路);132、可编程放大器(PGM);133、模拟-数字转换器(ADC);150、寄存器(第二寄存器);150D、第一寄存器(繁忙标志寄存器);200、CPU;300、其他物理量检测传感器(脉波传感器);310、信号处理部;320、传感器单元;REG1、逻辑电源电路(第一调节器);REG2、模拟电源电路(第二调节器)。

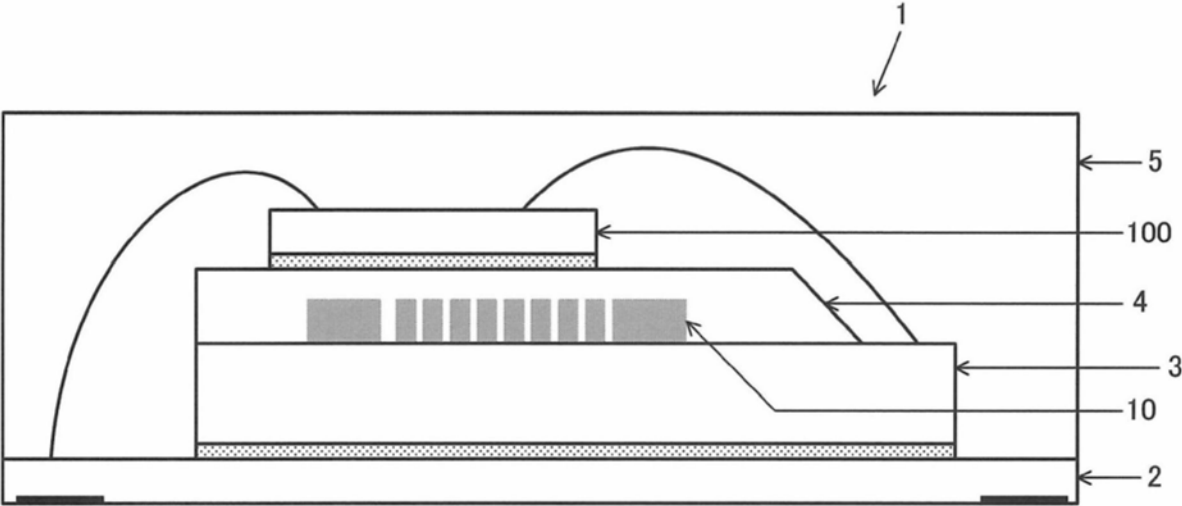


图1

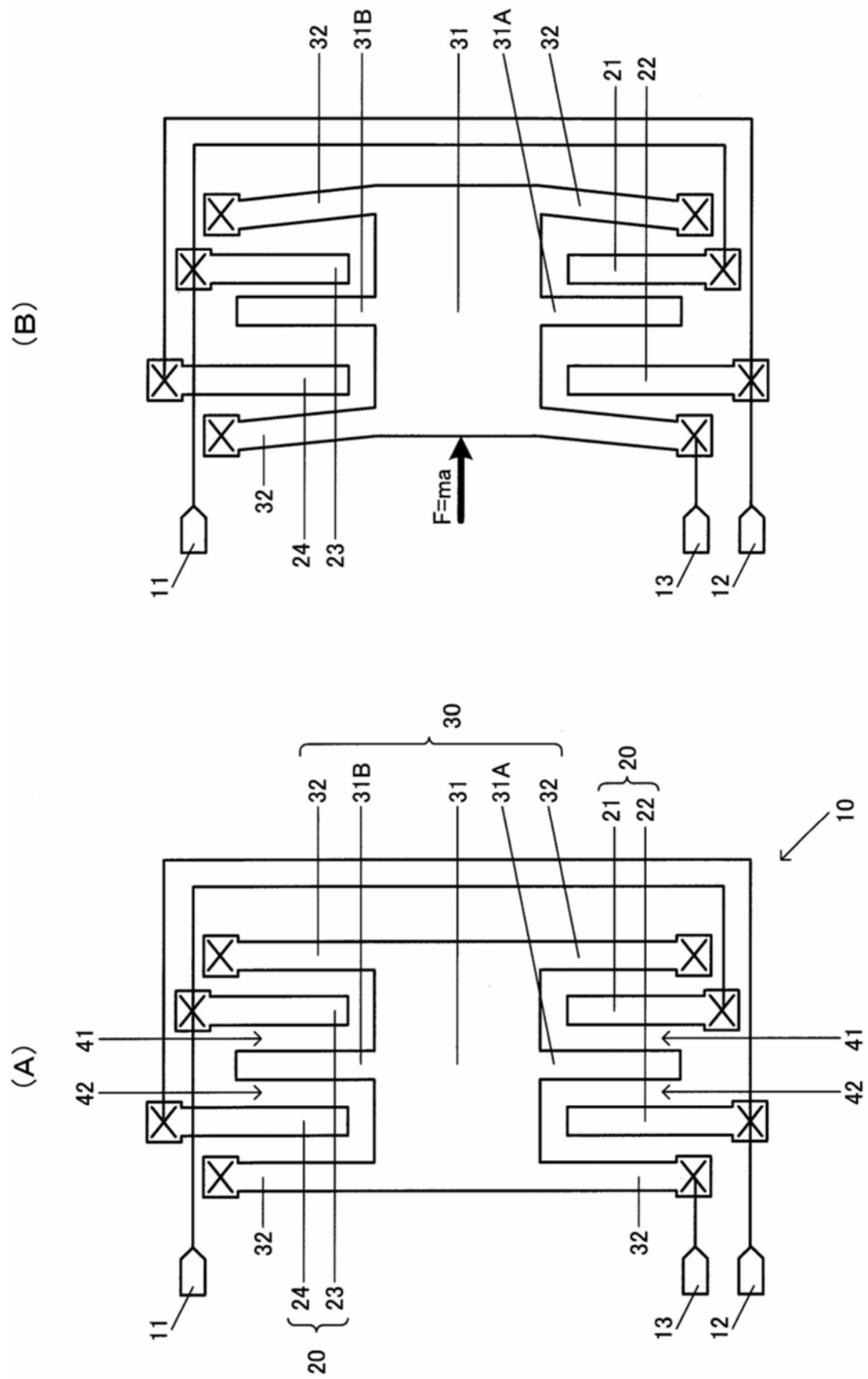


图2

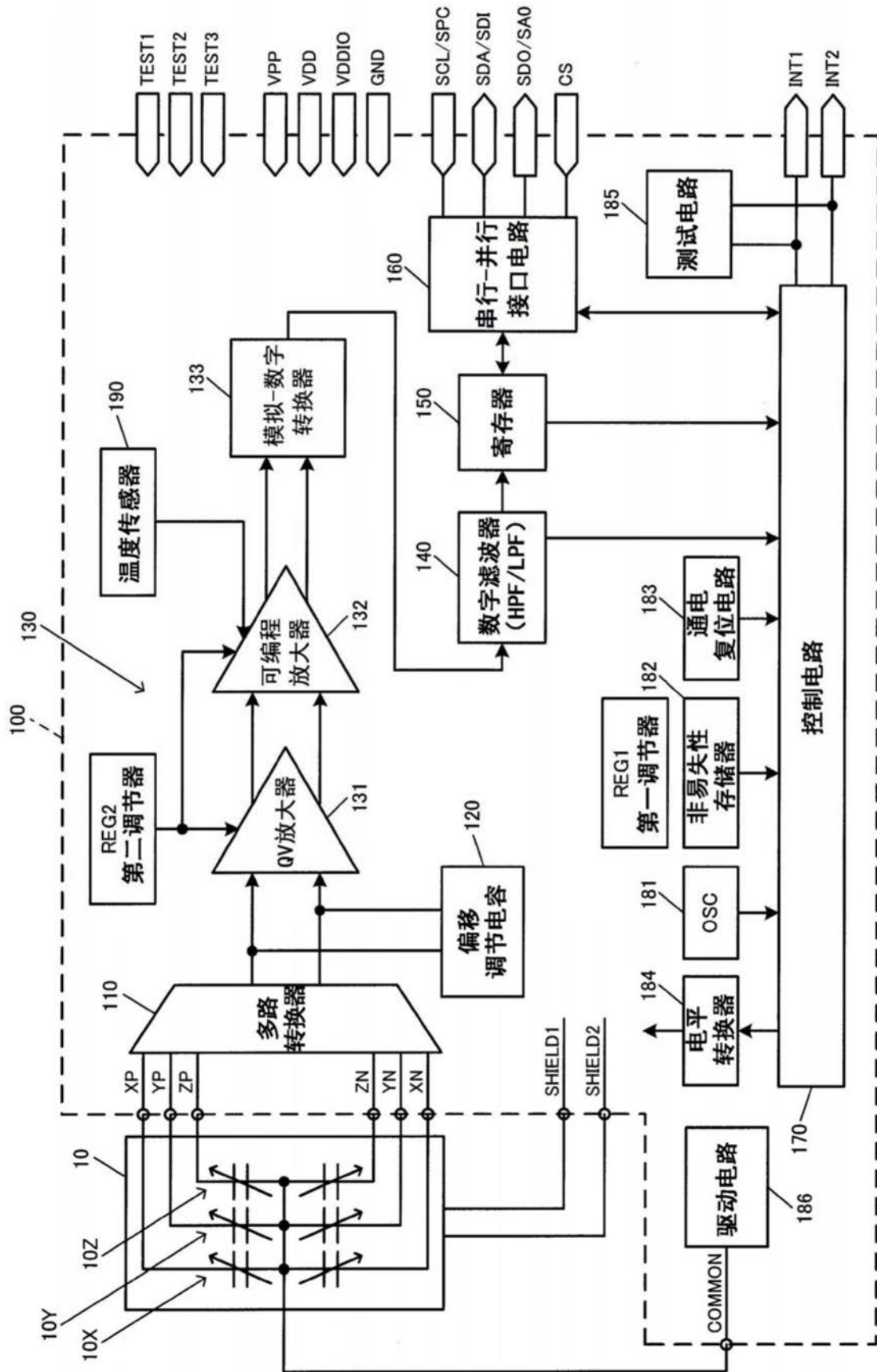


图3

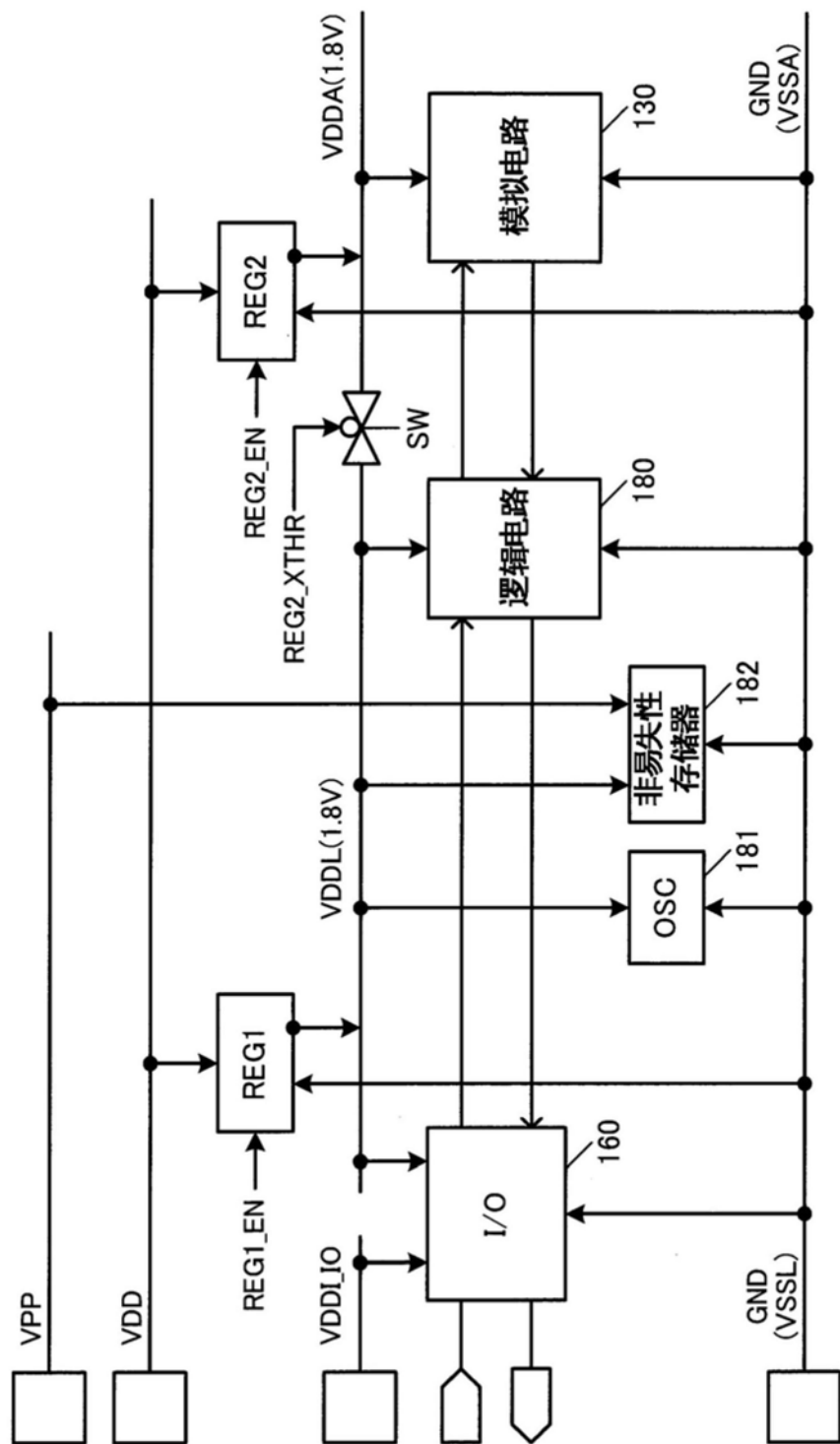


图4

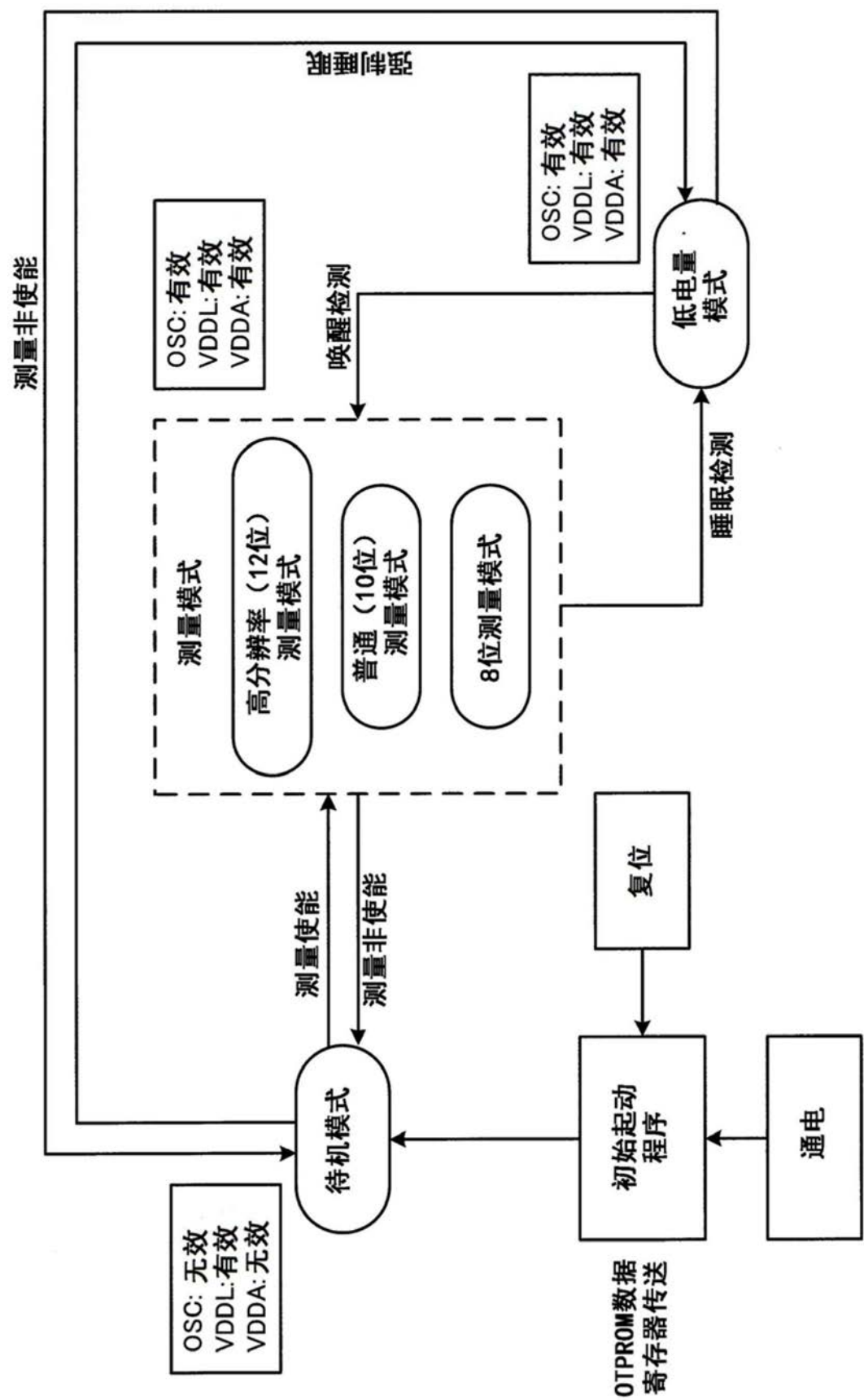


图5

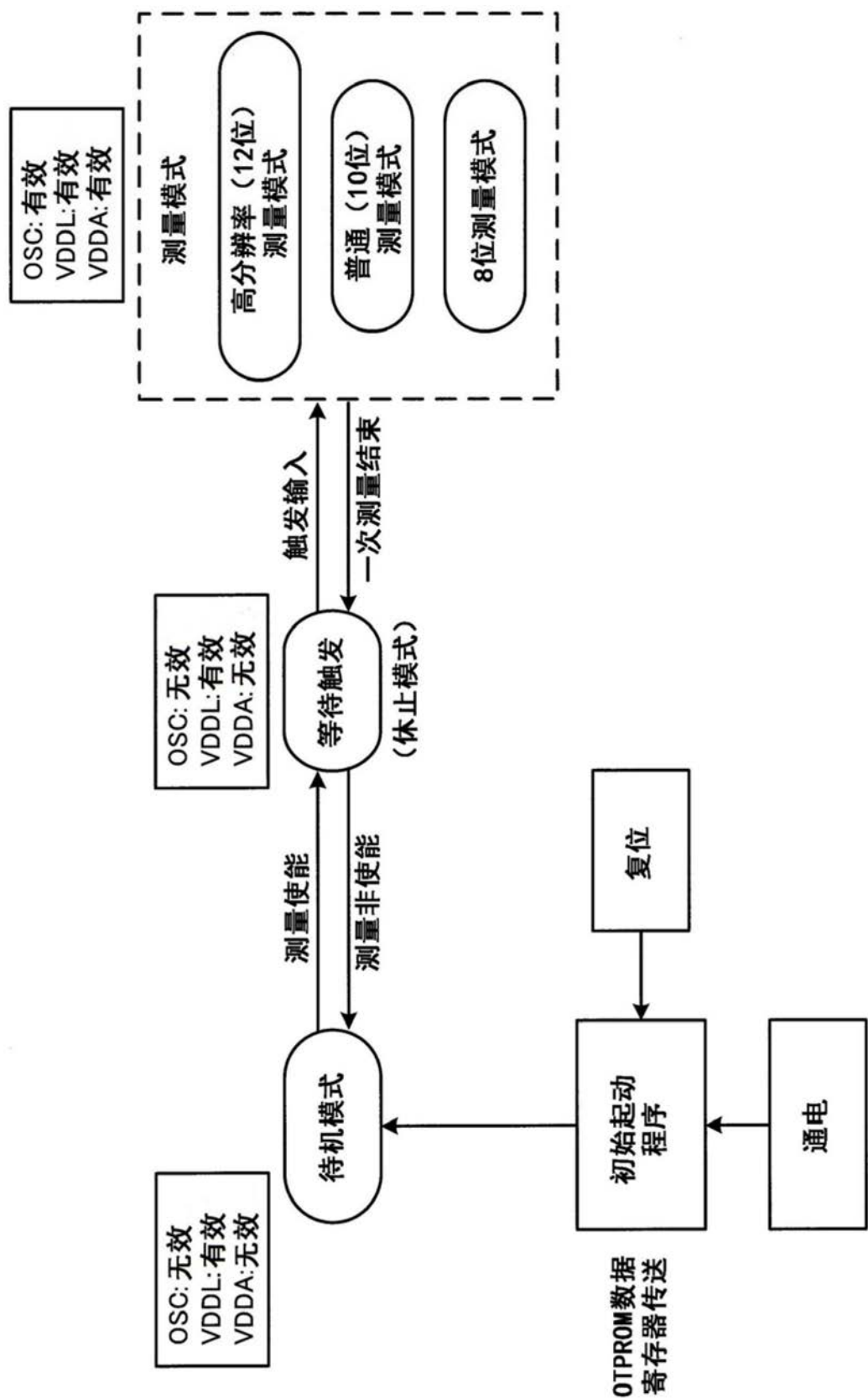


图6

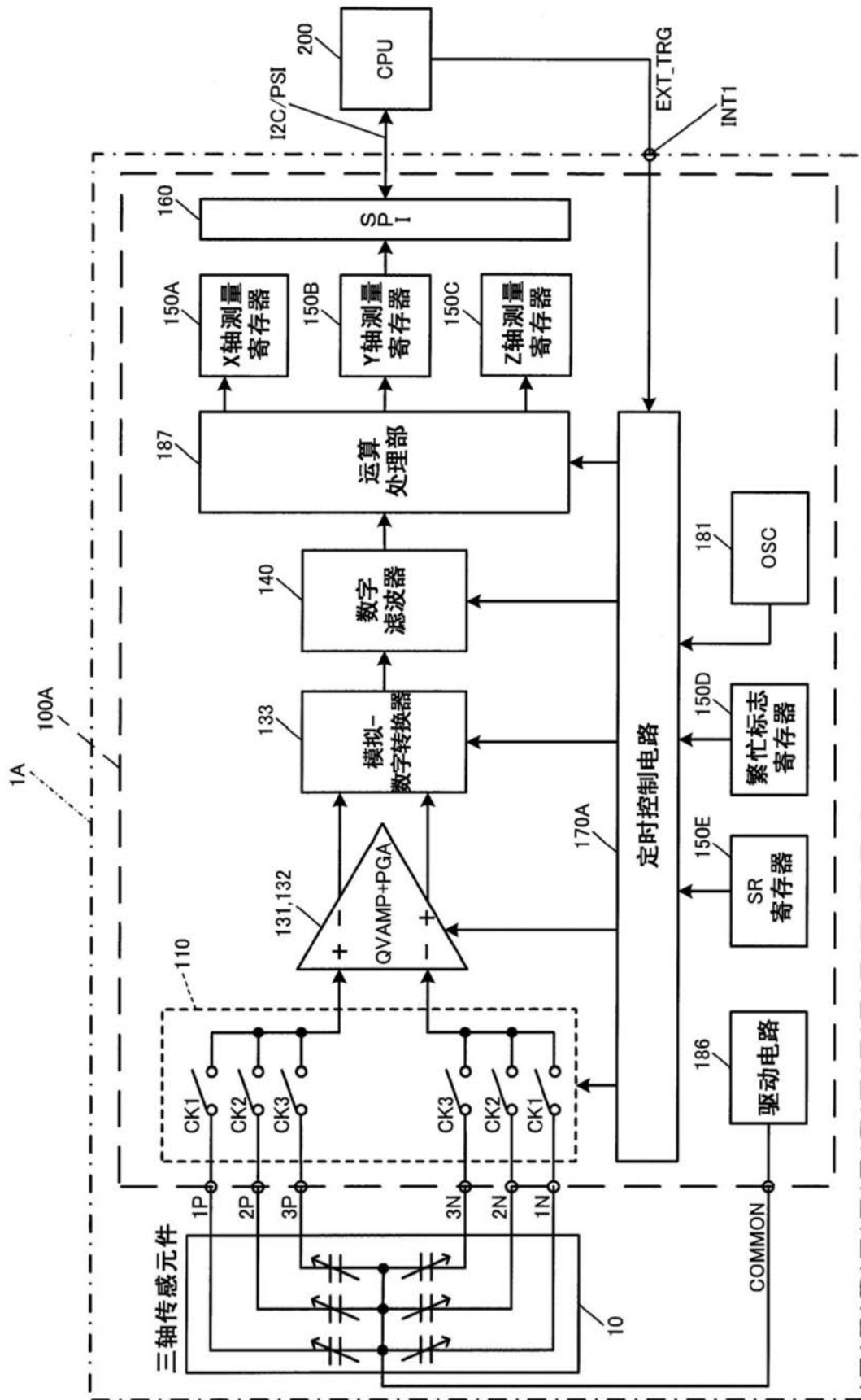


图7

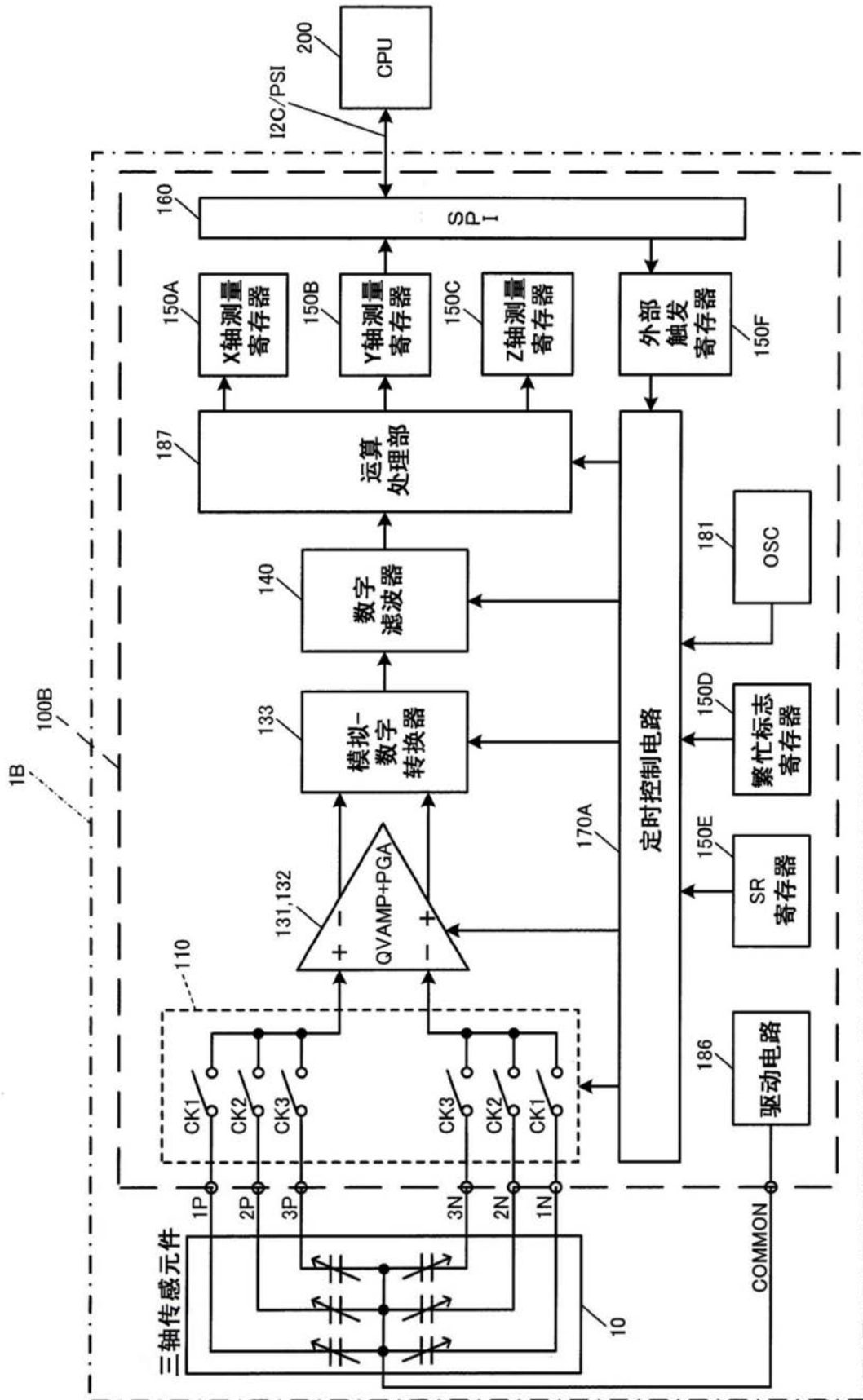


图8

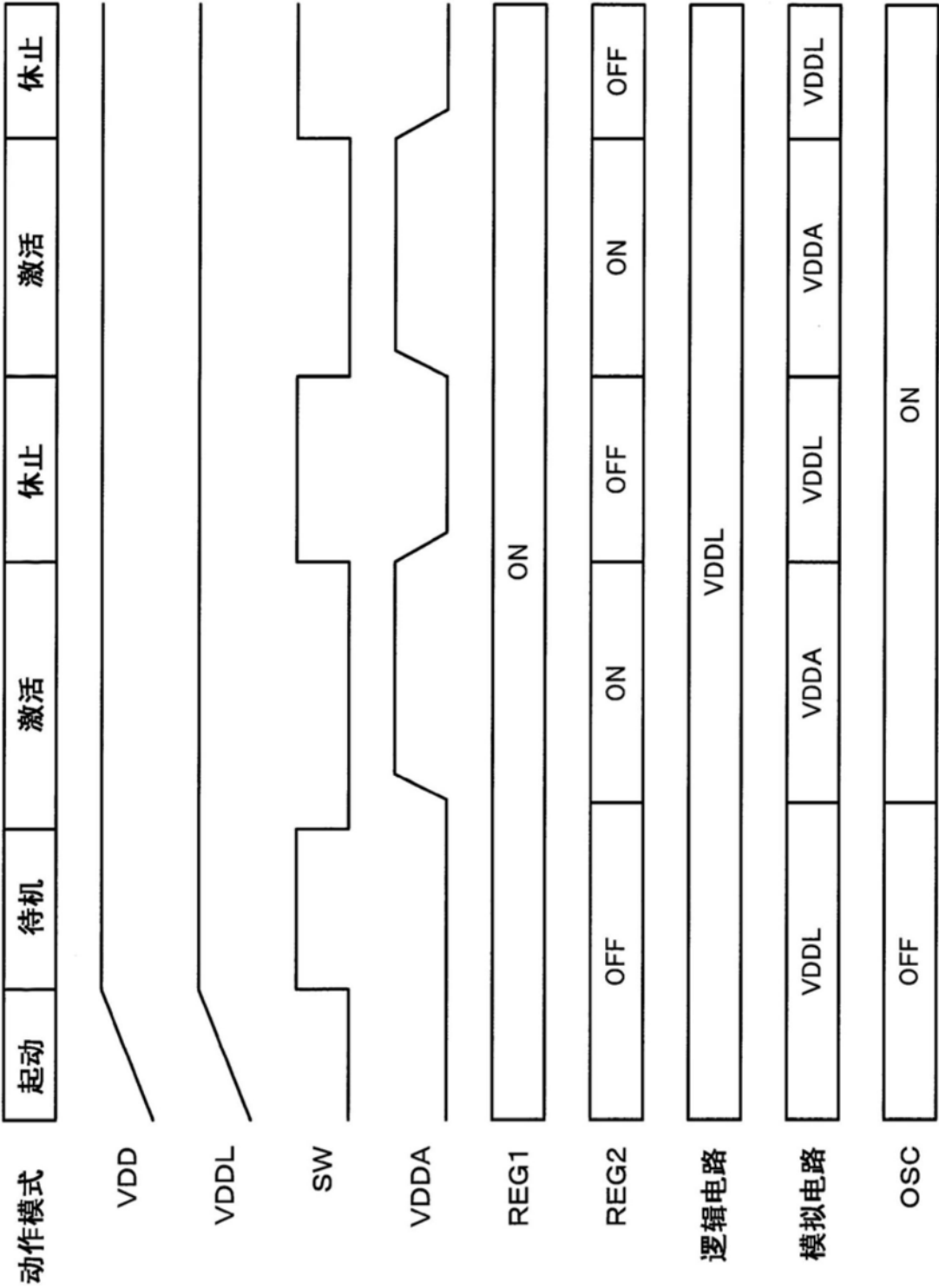


图9

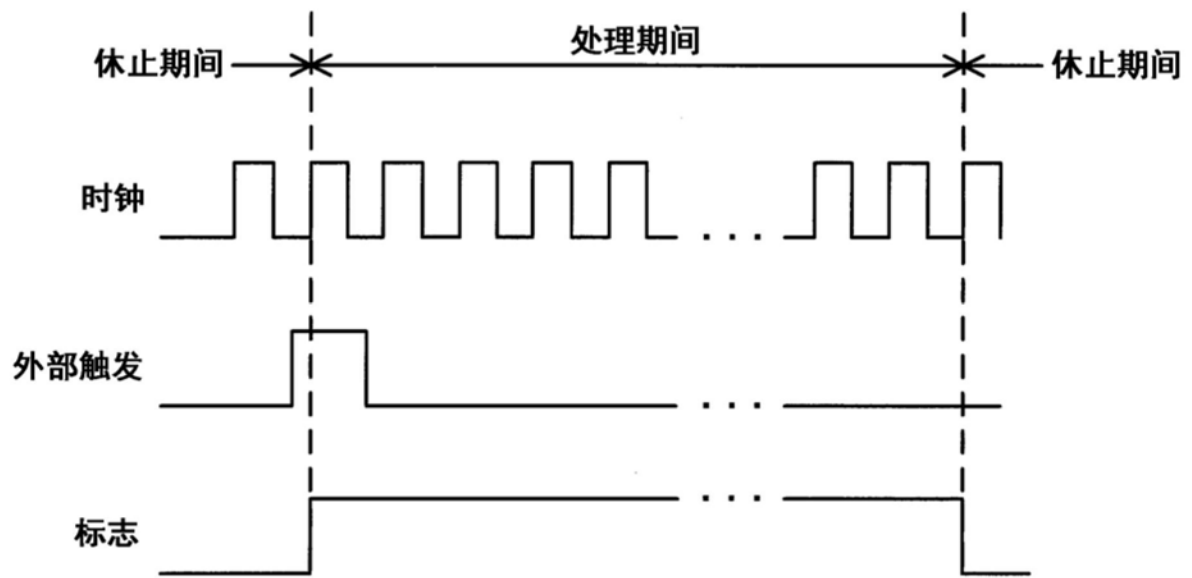


图10

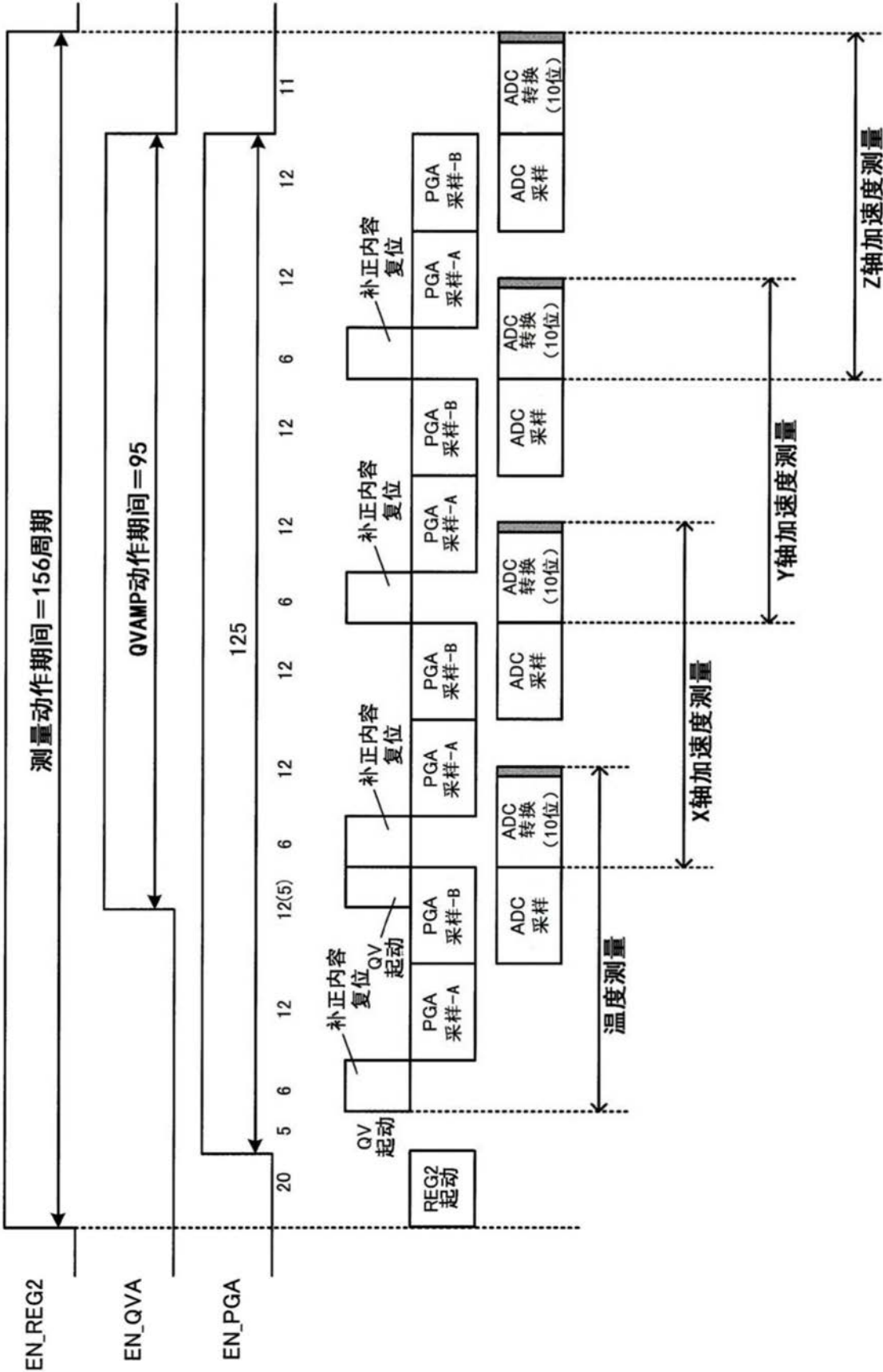


图11

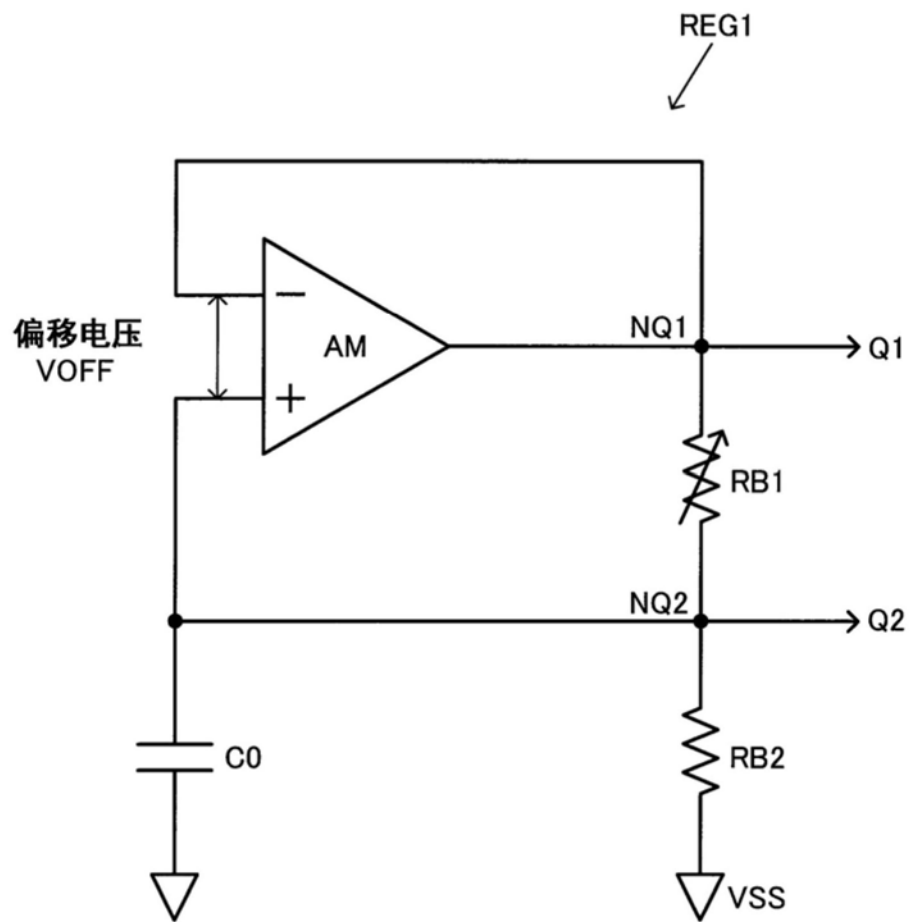


图12

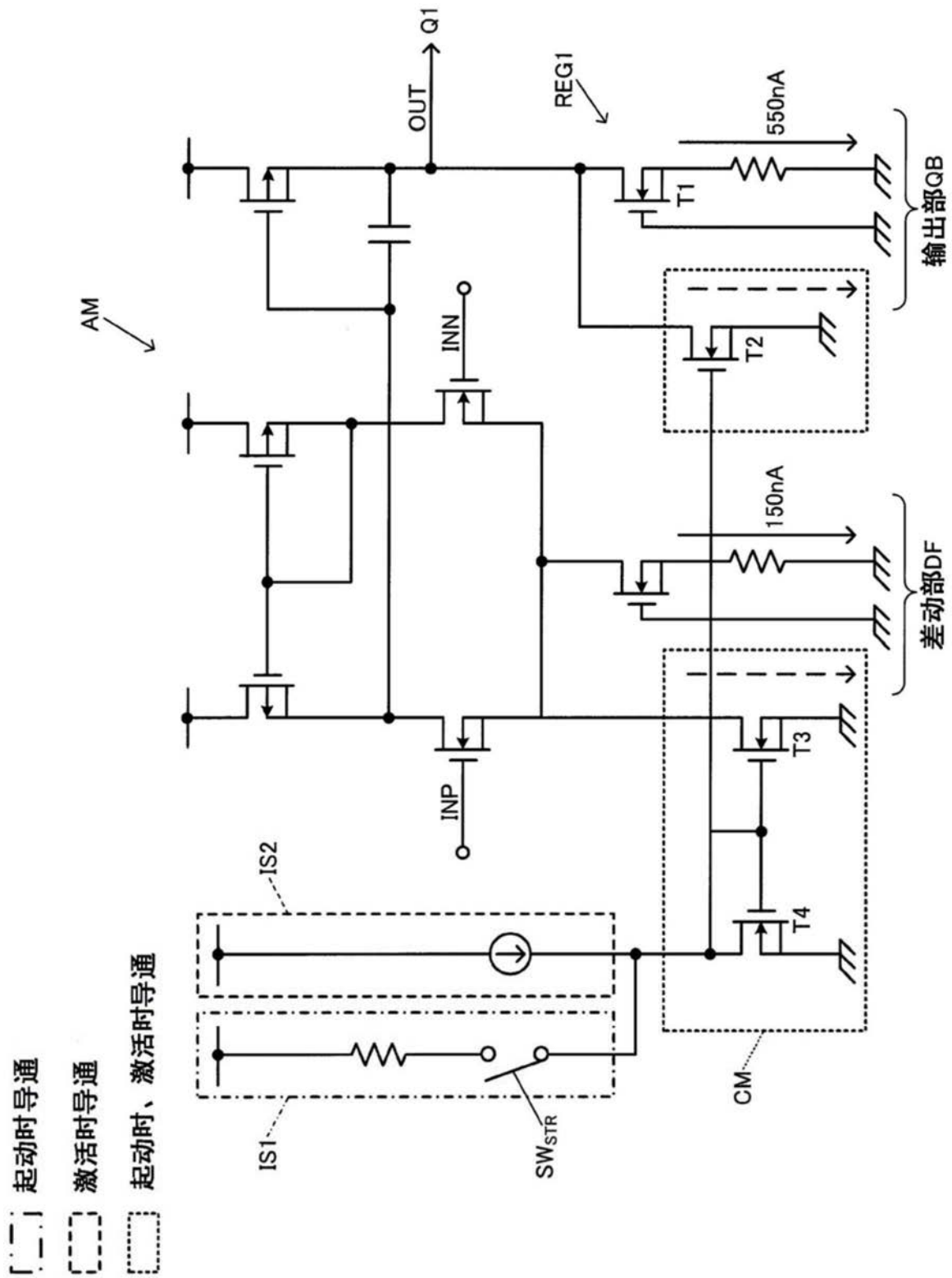


图13

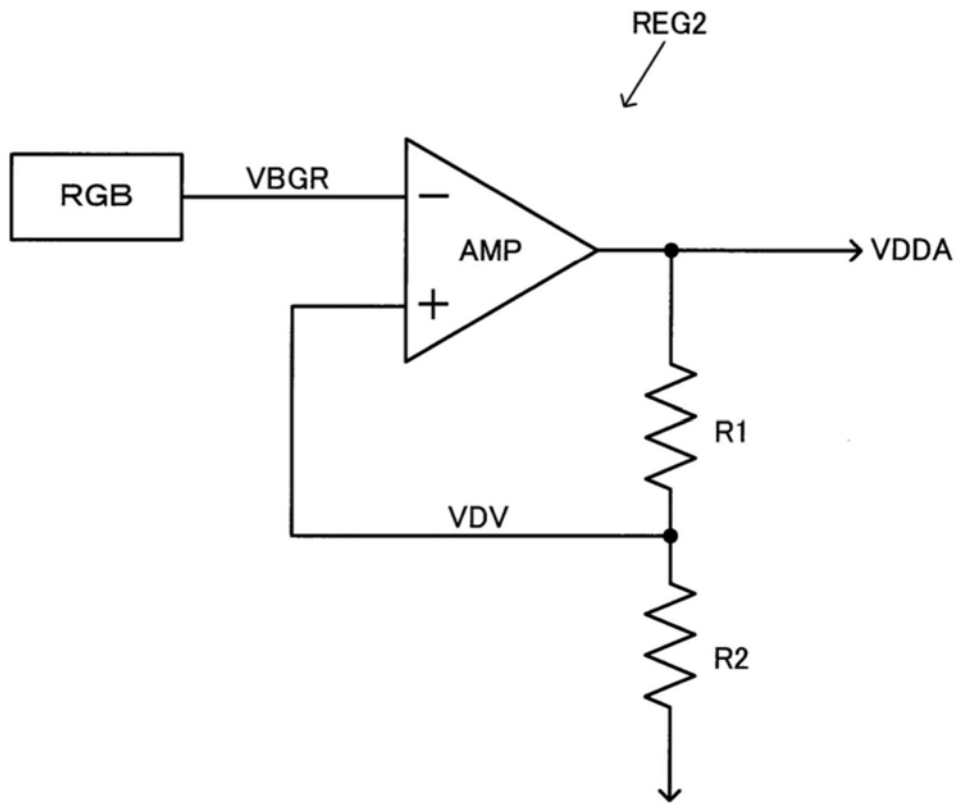


图14

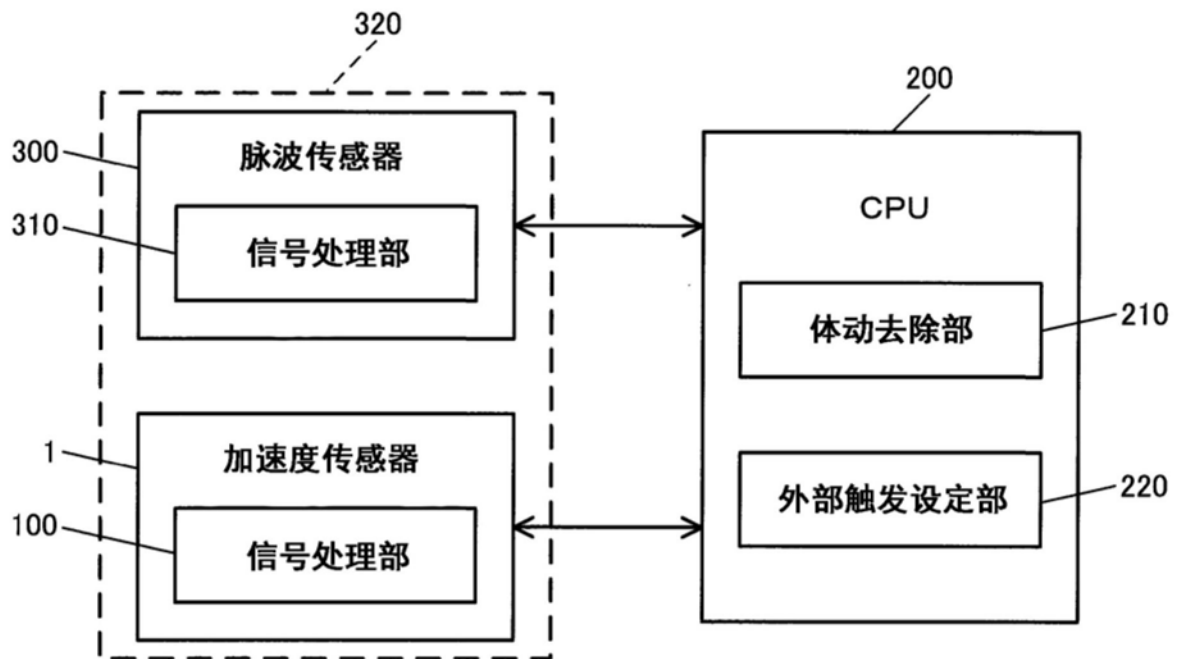


图15

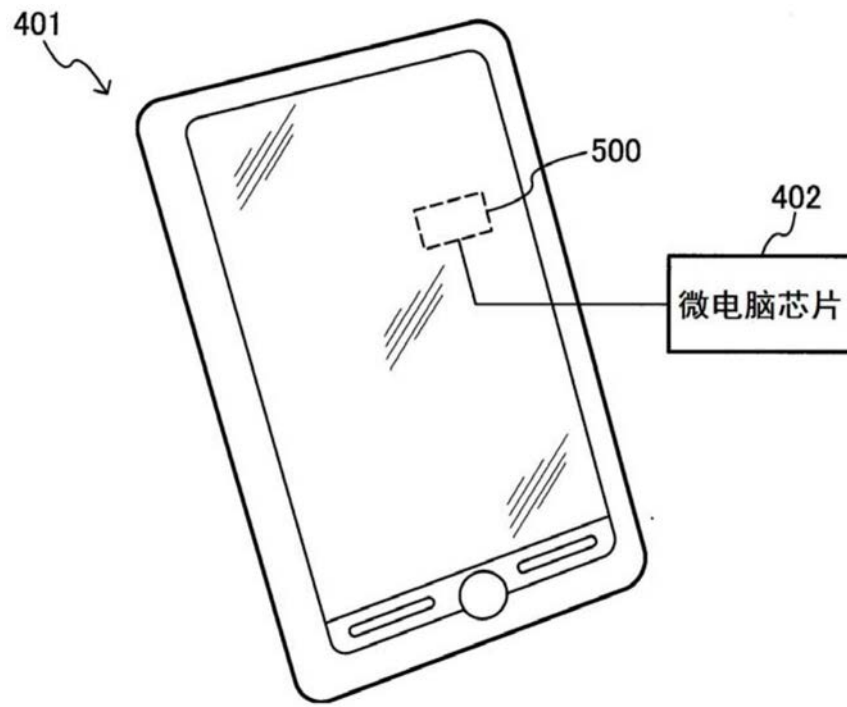


图16

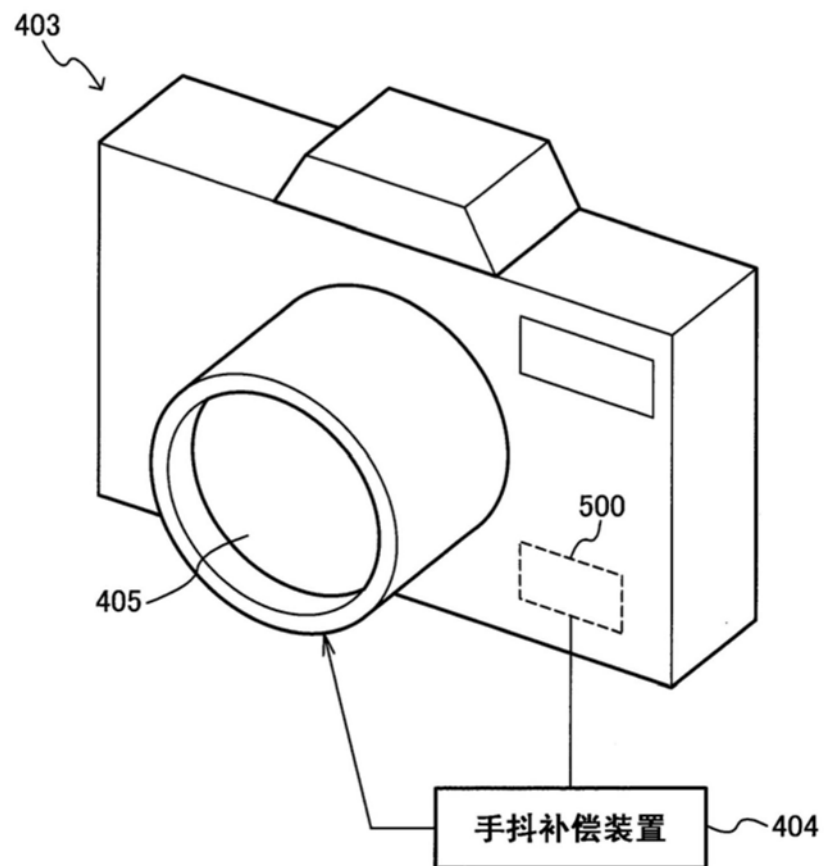


图17

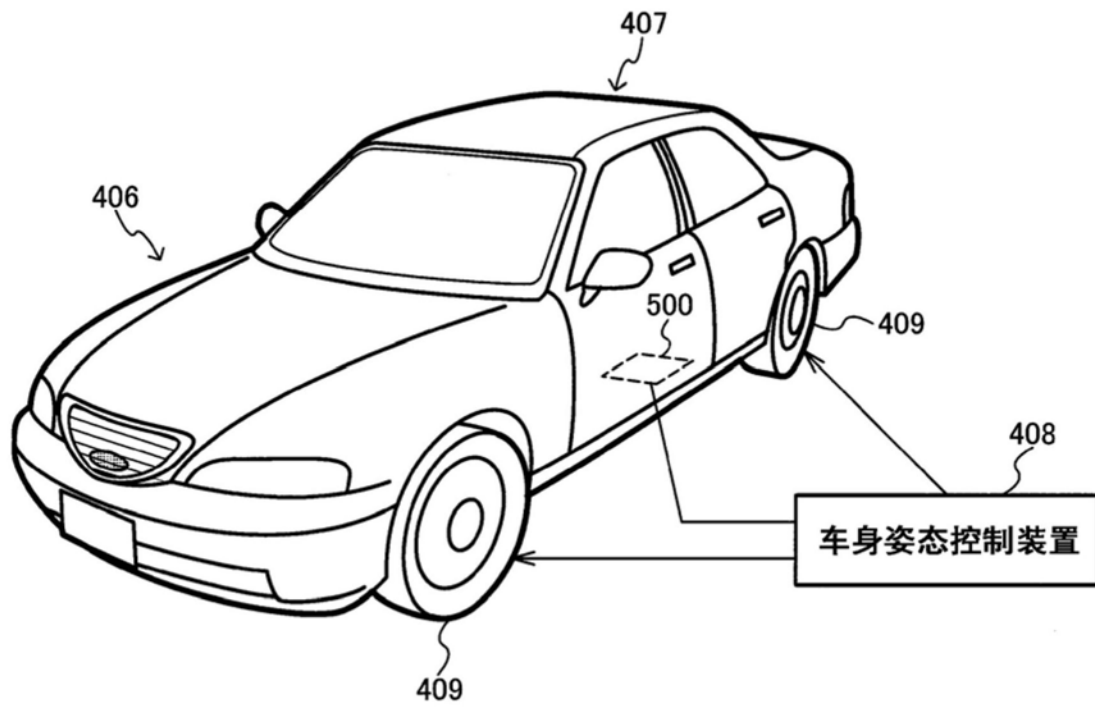


图18