



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410074981.0

[45] 授权公告日 2009年8月26日

[11] 授权公告号 CN 100533997C

[22] 申请日 2004.9.1

[21] 申请号 200410074981.0

[30] 优先权

[32] 2004.3.9 [33] JP [31] 2004-064973

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 山下春造

[56] 参考文献

US5938956A 1999.8.17

CN1461057A 2003.12.10

US6064116A 2000.5.16

US6567703B1 2003.5.20

审查员 费赞英

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 吴丽丽

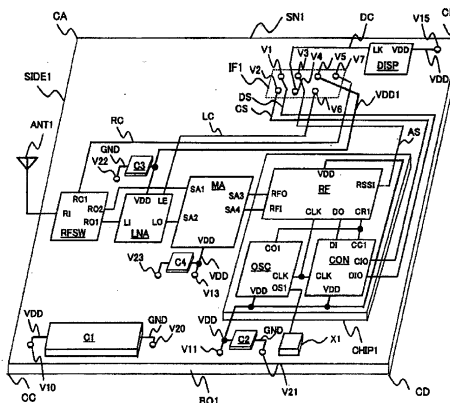
权利要求书2页 说明书24页 附图14页

[54] 发明名称

电子装置

[57] 摘要

本发明提供适合于作为传感器节点的，具有高灵敏度的无线功能，并且可以低功率消耗工作的电子电路。该电子电路具有基板(BO1)、用于连接传感器的连接器(CN1)、经过连接器从传感器接受输入的传感器数据，形成发射数据的第1信号处理器电路和将来自第1信号处理器电路的发射信号转换成高频信号的第2信号处理器电路(CHIP1)，将连接器和第1信号处理器电路安装在基板的第1面上，将第2信号处理器电路安装在基板的第2面上。



1.一种电子装置，包括：

连接器，用于连接传感器；

第1信号处理电路，经由上述连接器从上述传感器接收输入的传感器数据，根据上述传感器数据形成发送数据；

第2信号处理电路，将来自上述第1信号处理电路的上述发送数据转换成高频信号；

输入输出电路，接收上述高频信号的输入，经由天线将其输出；

和

基板，具有安装上述连接器以及上述第1信号处理电路的第一面和安装上述第2信号处理电路以及上述输入输出电路的第二面，

其中，上述第一面和上述第二面成为上述基板的表面和背面，以使上述第1信号处理电路和上述第2信号处理电路之间的信号路径折回。

2.根据权利要求1所述的电子装置，其中：

在上述基板上，设置抑制在上述第1信号处理电路中产生的噪声传送到上述第2信号处理电路的屏蔽层。

3.根据权利要求2所述的电子装置，其中：

作为上述屏蔽层，设置被给予第1电位的第1平面层和被给予第2电位的第2平面层，

上述第1电位是上述第1信号处理电路的基准电位，上述第2电位是上述第1信号处理电路的电源电位。

4.根据权利要求3所述的电子装置，其中：

形成上述第1平面层作为比上述第2平面层更接近上述基板的第2面的层。

5.根据权利要求 2 所述的电子装置, 其中:
上述屏蔽层设置在上述基板的内部。

6.根据权利要求 1 所述的电子装置, 其中:
经由上述连接器将电源提供给上述传感器,
上述第 1 信号处理电路使上述传感器间歇性地动作, 在上述传感器不动作时, 切断对上述传感器的电源供给。

7.根据权利要求 1 所述的电子装置, 包括:
内置于上述电子装置的内置传感器,
上述第 1 信号处理电路使上述内置传感器间歇性地动作, 在上述内置传感器不动作时, 切断对上述内置传感器的电源供给。

电子装置

技术领域

本发明涉及附有无线通信功能的电子电路。特别是涉及适合于构筑传感器网络系统的小型并且低消耗功率的电子电路。

背景技术

近年来,人们正在研讨通过在传感器中附加具有无线通信功能的小型电子电路,实时地将现实世界的各种信息取入到信息处理装置的网络系统(以下,称为传感器网络)。考虑到关于传感器网络的广泛的应用,例如,也可以考虑通过集成了无线电路、处理器,传感器、电池的戒指型的小型电子电路,常常地监视脉搏等,通过无线通信将监视结果发射给诊断装置,基于监视结果判定健康状态那样的医疗应用(非专利文献1(Sokwoo Rhee等“Artifact-Resistant Power-Efficient Design of Finger-Ring Plethysmographic Sensors”, IEEE Transactions On Biomedical Engineering, Vol.48, No.7, July 2001, PP.795-805))。

但是,为了广泛地使传感器网络实用化,使搭载无线通信功能、传感器和电池等电源的电子电路(以下,称为传感器节点)经过长时间不需要维护,并且可以连续发射传感器数据,外形也达到小型化是重要的。因此,正在开发由于超小型能够放置在任何地方的传感器节点。在现阶段,实用上,可以不交换电池地使用1年左右的时间,但是还需要从维护成本和使用方便这两方面来进行考虑。

这样,要求传感器节点是超小型同时低消耗功率的。例如,在非专利文献2(Crossbow“Smarter Sensors In Silicon”, “online”, “2004年2月16日检索”, 因特网〈URL:http://www.xbow.com/Support/Support_pdf_files/Motetraining/Hardware.pdf〉)中,介绍了称为“Mica2Dot”的,直径约3cm的小型传感器节点的原型。该Mica2Dot由集成了无线通信所需功能的RF芯片和低消耗功率的处理器芯片构成。在该原型中,通过99%的时间为待机状态,只在余下的1%的时间中间歇地进行起动,使传感器工作,进行对结果实施无线通信的间

歇工作，可以用小型电池工作约1年。在该传感器节点中，在美国利用作为不需要许可就可以使用的频带的260~470MHz、902~928MHz等的频带进行无线通信。一般为了进行无线通信，需要使用得到许可和经过预先认证的特别的发射接收机，对于利用来说存在很大的限制。因此，因为如果利用不需要许可的频率，则不用花费很多时间和成本就可以设置并且容易构筑系统，所以用这种频带是有利的。特别是，在美国规定发射功率的最大值，在433MHz频带中电场强度小于等于11mV/m，另外，在900MHz频带中，小于等于50mV/m（都是在离开发射点3m距离的地点上），即便在不需要许可的频带中，通过使用这些发射功率的规定值比较缓和的频带，能够实现良好通信性能和低成本化。

可是，电波法规因国家和地域的不同而不同，例如，日本的电波法规如非专利文献3（“たくさん使われている微弱無線機器”“online”“2004年2月17日检索”，因特网〈URL:http://www.circuitdesign.jp/jp/technical/technical_pdf/bijaku.pdf.PDF〉）中记述的那样，在不需要许可的频带中也不一定缓和允许的电场强度。

又，在非专利文献4（“Data Sheet CR2032”“online”“2004年2月21日检索”，因特网〈URL:http://www.maxell.co.jp/e/products/industrial/battery/pdf/CR2032_DataSheet.pdf〉）中，公开了适合于用作传感器节点的电源的小型钮扣电池。

发明内容

根据本发明，提供一种电子装置，包括：连接器，用于连接传感器；第1信号处理电路，经由上述连接器从上述传感器接收输入的传感器数据，根据上述传感器数据形成发送数据；第2信号处理电路，将来自上述第1信号处理电路的上述发送数据转换成高频信号；输入输出电路，接收上述高频信号的输入，经由天线将其输出；和基板，具有安装上述连接器以及上述第1信号处理电路的第一面和安装上述第2信号处理电路以及上述输入输出电路的第二面，其中，上述第一面和上述第二面成为上述基板的表面和背面，以使上述第1信号处理电路和上述第2信号处理电路之间的信号路径折回。

无线通信中必需的电波资源（可以使用的频带和最大发射功率）因国家和地域的不同而不同，如非专利文献3中所示的那样，在日本

不需要许可就可以使用的电波资源如下所示。

1. 小于等于 322MHz 或大于等于 10GHz 的频带

在离开发射点 3m 的距离上，电场强度小于等于 500 μ V/m

2. 大于等于 322MHz 并且小于等于 10GHz 的频带

在离开发射点 3m 的距离上，电场强度小于等于 35 μ V/m。

该限制值远比美国的限制值严厉。因此，为了在严厉的电波限制环境中使用假定高发射功率而设计的传感器节点，必须使发射功率比当初的设定值低。可是，因为在接收一侧只能够接收远比原来假定的功率低的功率，所以不能很好地工作。例如，如果根据日本的电波限制使用根据美国的电波限制设计的传感器节点，则在 900MHz 频带的情形中，必须将发射功率从 50mV/m 削减到 35 μ V/m。即，电波强度也必须减弱 63dB ($=20 \times \log(50\text{mV}/0.035\text{mV})$)。

在一般的 RF 芯片中最小接收灵敏度(可以接收的高频无线信号的信号电平的最小值)约为-100dBm。当电波强度也减弱 63dB 时，几乎不可能接收。具体地说，存在着陷入在数 10m 的距离上能够稳定地收发器件，即便在数 m 的距离上也不能够进行通信的事态的担心。如果将使用的频率变更到 315MHz，则因为作为电场强度允许 500 μ V/m，所以多少能够改善状况。可是，即便在这种情形中，也恶化了 40dB ($=20 \times \log(50\text{mV}/0.5\text{mV})$)，即，不能够避免可以通信的距离的恶化。

为了提高接收灵敏度，首先要使 RF 芯片具有更高灵敏度，但是我们认为用现在状态的 CMOS 工艺要将灵敏度提高到在此以上是困难的。因此，正在广泛地实施将外加的高频低噪声放大器(Low Noise Amplifier, LNA)附加到 RF 芯片的输入端，提高灵敏度的方法。如果通过附加这种放大器，使接收的信号放大约 20dB，则理论上，能够认为可以达到约 10m 的通信距离。

但是，在我们实际试行的范围内只是这样还是不充分的。通常，在传感器节点中，由于尺寸的制约必须将处理器芯片和 RF 芯片集成在非常小的区域(~数 cm 角)。另一方面，如众所周知的那样，在如

传感器节点那样用微弱的高频无线信号进行无线通信的情形中，来自处理器芯片的辐射噪声成为障碍，不能简单地提高接收灵敏度。通常，数字电路用矩形波交换信号。矩形波由种种频率成分的交流信号构成，其中在无线通信中使用的信号成分中包含着频带极其接近的信号。另一方面，在 RF 芯片中，放大非常微弱的高频无线信号（典型地小于等于 μV 的量级），对所要的数据进行解调。因此，即便数字电路的信号很少，当回到 RF 芯片的输入部分时，在 RF 芯片中，不能够正常地对来自天线的高频无线信号进行解调。进一步，即便是初看起来完全不同的频率成分，通过放大电路 LNA 和在 RF 芯片内部中使用的半导体器件的输入输出非线性特性，合成出新的频率成分的信号，在接收对象的频带中出现了噪声信号。因此，在最坏的情形中，很有可能为了提高接收灵敏度而追加的放大器 LNA 放大的是来自处理器芯片的辐射噪声。所以，在传感器节点中必须解决小型化和提高接收灵敏度这样两个相反的课题。

另外，采用放大器 LNA 对消耗功率进而电池寿命产生影响。即便在放大器 LNA 中具备着未使用时使放大器 LNA 芯片整体处于待机状态，抑制消耗功率的功能，在待机状态也最大消耗约 $10\mu\text{A}$ 的待机电流。为了使传感器节点是不需维护的并且可以在紧凑的状态中长时间地工作，不得不使用钮扣电池。但是，这种钮扣电池等的电流容量最多只有 200mA 。因此，当在放大器 LNA 中常时消耗约 $10\mu\text{A}$ 的电流时，即便不进行任何工作也只能够持续约 2 年（ $2.28\text{年} = 200\text{mAh} / 0.01\text{mA} / 24\text{h} / 365\text{天}$ ）。实际上根据条件电池容量减少，例如低温时电池容量减少是众所周知的，这进一步缩短了电池寿命。

从电池寿命观点来看重要的是它的使用方法。如非专利文献 4 所示的那样，当在钮扣电池中，连续流动超过数 mA 的大电流时，使电池容量极端地恶化。进一步，发明者通过验证发现当使用钮扣电池时，即便在脉冲地（间歇地）使用钮扣电池的情形中不抑制峰值电流的话，从而使电池容量极端恶化那样的问题。在发明者的实测中，当脉冲地消耗约 10mA 的电流时也观测到同样的现象。在至今的传感器

节点中，例如非专利文献 2 所示的那样，通过将占空比（在间歇工作中，实际工作时间与间歇工作的时间间隔的比率）抑制到小于等于 1%，能够达到降低平均消耗电流延长电池寿命的目的。所以，降低占空比消减平均消耗电流的方式，因为当产生大的峰值电流时使电池容量极端恶化，所以相反地存在着缩短电池寿命的担心。

在可以用现在状态的半导体工艺实现的 RF 芯片中，在发射接收中需要约 10mA 的电流，为了使低消耗功率的处理机芯片工作也需要约 5mA 的电流。进一步，在放大器 LNA 中也需要 10mA 的电流。所以作为整体，在发射接收中需要约 20mA 的电流。因此，如非专利文献 2 所揭示的那样，以约 0.1% 的低占空比进行工作，即便将表观上的消耗电流抑制到约 10 μ A，实际上存在着因为由峰值电流引起的纽扣电池容量的恶化现象，而使寿命相当大地缩短的担心。进一步，当考虑传感器的消耗电流时，实际的电池寿命变得更短。在一般的传感器网络应用中，作为传感器，可以考虑温度传感器、加速度传感器、光学传感器等。其中，温度传感器可以得到数 μ A。但是，在非专利文献 1 中揭示的光学传感器的脉搏传感器中，需要峰值数 mA 的电流。另外，即便温度传感器的消耗电流为数 μ A，当照旧进行常时起动时，因为纽扣电池的电流容量是有限的，所以不能够无视给予工作寿命的影响（即便在 5 μ A 的情形中，也只持续 $200\text{mAh}/5\mu\text{A}/24\text{h}/365\text{天}=4.5$ 年）。

因此，根据本发明，通过极力排除噪声的影响由放大器 LNA 提高实效的接收灵敏度，同时一面极力抑制待机电流，一面也将峰值电流抑制在低值，减少纽扣电池的电池容量的恶化现象，提供小型并且长寿命的实用的传感器节点。

进一步，在本发明中，通过在传感器节点中，为了最大限度地延长电池寿命，综合地控制处理器芯片/RF 芯片/LNA/传感器，提供可以将待机电流和峰值电流抑制到最小限度的控制方式。

本发明的代表性的特点如下所示。本发明的电子装置具有基板、用于连接传感器的连接器、经过连接器从传感器接受输入的传感器输

数据，形成发射数据的第1信号处理器电路和将来自第1信号处理器电路的发射信号转换成高频信号的第2信号处理器电路，将连接器和第1信号处理器电路安装在基板的第1面上，将第2信号处理器电路安装在基板的第2面上。因此，使成为噪声发生源的数字电路和高频电路分离。为了进一步提高这种效果，在基板上设置噪声屏蔽层。进一步，也在使各个面的配置都远离成为噪声发生源的电路和对噪声敏感的电路上下工夫。

又，电子装置具有进行间歇工作，可以截断不使用电路的电源的构成。例如，当高频低噪声放大器LNA不进行接收工作时截断电源，当进行读出工作时截断到传感器的电源供给。

进一步，对于具有用钮扣电池供给电源，可以同时实施内部处理和与外部装置的发射接收处理的构成的电子装置，当判断内部处理所需的消耗电流和发射接收处理所需的消耗电流之和超过预定电流量时，在不同的定时实施上述内部处理和发射接收处理，当判断内部处理所需的消耗电流和发射接收处理所需的消耗电流之和不超过预定电流量时，在重复的定时实施内部处理和发射接收处理。因为当钮扣电池即便暂时地流过大的峰值电流时也使电池寿命恶化，所以要根据推定的消耗电流决定工作定时。

根据本发明，可以实现具有实用的通信距离性能，具有实用的工作寿命的传感器节点。

附图说明

图1是表示传感器节点的一个实施方式（表面）的图。

图2是表示传感器节点的一个实施方式（背面）的图。

图3是表示传感器节点的一个实施方式（截面）的图。

图4是表示设置在基板内部中的接地平面层的图。

图5是表示设置在基板内部中的电源平面层的图。

图6是表示接口IF1的详细情况的图。

图7是表示LED显示监视器的构成例的图。

图 8 是表示高频开关和放大器 LNA 的控制电路的构成例的图。

图 9 是表示在传感器节点 SN1 中的信号流的图。

图 10 (a)~(e) 是分别表示可以在传感器节点 SN1 中应用的电源截断开关的构成例的图。

图 11 是用于可以低消耗功率使传感器节点进行工作的功率控制方法的操作程序图。

图 12 是表示当应用图 11 的功率控制方法时的传感器节点的消耗电流波形的例子图。

图 13 是表示当应用图 11 的功率控制方法时的传感器节点的消耗电流波形的例子图。

图 14 是表示当不应用图 11 的功率控制方法时的传感器节点的消耗电流波形的比较例的图。

图 15 是表示与本发明的传感器节点组合起来使用的电源基板和程序写入基板的构成例的图。

图 16 是表示用本发明的传感器节点实现的传感器节点系统的构成例的图。

图 17 是表示在图 16 的传感器节点系统中从本发明的传感器节点发射的数据的构成例的图。

标号说明

SN1.....传感器节点, SIDE1.....基板的第 1 面, SIDE2.....基板的第 2 面, CA、CB、CC、CD.....基板的 4 个角, CHIP1、CHIP2.....半导体集成电路, C1、C2、C3、C4.....电容, X1、X2、X3.....石英振子或陶瓷振子, ANT1.....天线, LNA.....高频低噪声放大器, RFSW.....高频开关, MA.....高频阻抗匹配电路, RF.....高频电路(包含数据调制解调、PLL、VCO 等), OSC.....振荡电路, CON.....控制电路, DISP.....LED 显示监视器, CPU.....处理器电路, ADC.....A/D 变换电路, MEM、CMEM1.....存储器, SIO.....串行通信电路, TM1.....定时器电路, PIO.....可编程序输入输出电路, LSC.....RFSW/LNA 的

控制电路, PS1、PS2、PS11、PS21、PS22.....电源截断开关, TS.....温度传感器, CN1、CN2、CN3.....连接器, VDD.....第 1 电源线, VDD2.....第 2 电源线, VDD3.....第 3 电源线, GND 地电位, IF1.....接口, V1、V2、V3、V4、V5、V6、V7、V10、V11、V13、V15、V21、V22、V23.....用于与基板的表面和里面连接的涂敷金属层(贯通孔), DS.....数据信号线, CS.....控制信号线, DC.....LED 显示监视器的控制信号线, RES.....CHIP2 的重置信号线, AP.....A/D 变换信号线, DP.....数字 I/O 信号线, AT.....温度传感器输出信号线, VP1.....设置在基板内部的第 1 电源层, GP1.....设置在基板内部的接地层, VH10、VH11、VH13、VH11、VH15.....为了通过涂敷金属设置在 GP1 中的区域, VH20、VH21、VH22、VH23、VH11.....为了通过涂敷金属设置在 VP1 中的区域, MP1.....P 型 MOS 晶体管, BP1.....PNP 型双极晶体管, MN1.....N 型 MOS 晶体管, BN1.....NPN 型双极晶体管, IV10、IV20、IV21.....变换器, R1、R2、R3、R4、R10.....电阻, SDATA.....存储读取来自传感器的数据的结果的文件, PDATA.....存储关于通信条件, 定时器起动间隔、对于每个传感器节点固有的 ID 号码、每个器件的消耗电流值的信息的文件, I0、I1、I2、I3、I4、I5、Ip0、Ip1、Ip2、Ip3.....消耗电流值, SP1.....外部传感器连接器, SEN1、SEN2.....外部传感器, PP1.....外部电源连接器, REG1.....低电压调整器, POR.....功率接通重置电路, BAT.....电池, SW1、SW2、SW3.....开关, DBP.....程序写入端子, VEX1.....外部电源线, BS.....程序写入信号线, HDD1.....二次存储装置, DISP1.....显示装置, NI1、NI10.....网络接口, DB10.....数据库, BA1.....钮扣电池

具体实施方式

下面,我们一面参照附图一面详细说明本发明的实施方式。此外,附加相同标号的构成要素表示相同或类似的构成。

图 1 表示将构成传感器节点 SN1 的电路安装在基板 BO1 的表面

SIDE1 上的样子,图 2 表示安装在基板 BO1 的背面 SIDE2 上的样子。如图 1 所示,在基板 BO1 的表面 SIDE1 上,安装着高频信号处理芯片 VH1P1 (以下,称为“RF 芯片”)、第 1 石英振子 X1、高频开关 RFSW、高频低噪声放大器 LNA、匹配电路 MA、与安装在背面 SIDE2 上的电路有关的接口 IF1、显示装置 DISP 和电容 C1、C2、C3、C4。另外,如图 2 所示,由设置在里面 SIDE2 上的处理器芯片 CHIP2、连接器 CN1、第 1 和第 2 电源截断开关 (PS1、PS2)、作为内部传感器的温度传感器 TS1、第 2 和第 3 石英振子 (X2、X3)、和经过接口 IF1 控制设置在表面 SIDE1 上的开关 RFSW 和放大器 LNA 的 RFSW/LNA 控制电路 LSC 构成。外部传感器与连接器 CN1 连接。此外,代替石英振子 X1~X3 也能够用陶瓷振子。

RF 芯片 CHIP1 和处理器芯片 CHIP2 通过接口 IF1 相互连接。处理器芯片 CHIP2 从内部传感器或经过连接器 CN1 从外部传感器收集传感器数据,通过接口 IF1 将传感器数据交给 RF 芯片 CHIP1。RF 芯片 CHIP1 将传感器数据变换成无线信号,发射给设置在传感器节点 SN1 的外部的无线终端。另外,相反地,接收来自外部无线终端的无线信号。从外部无线终端,典型地,发射传感器数据的发射要求、无线通信的频率和传送速率等的工作参数,经过接口 IF1 将传感器节点 SN1 接收的数据交给处理器芯片 CHIP2,在下一次的无线通信时的设定等中加以使用。

图 3 所示的是传感器节点 SN1 的截面图。如图 3 所示,在基板 BO1 内部,设置接地平面 GP1 和电源平面 VP1。将这 2 个平面用作基板 BO1 的表里的屏蔽,减少传送到安装在表面 SIDE1 上的高频电路的从处理器芯片 CHIP2 等产生的噪声,提高实效的接收灵敏度。接地平面 GP1,与和地电位(基准电位)GND 连接的涂敷金属层(例如涂敷金属层 V20)连接,被给予地电位 GND。另外,电源平面 VP1,与和电源线 VDD 连接的涂敷金属层(例如涂敷金属层 V10)连接,被给予电源电位 VDD。图 4 和图 5 是分别表示接地平面 GP1 和电源平面 VP1 的平面构成的图。在接地平面 GP1 上,在可以与地连接的

涂敷金属层（例如，V20）以外的部分上，以不与涂敷金属层接触的方式不设置平面层。图4所示的，用于通过与电源电位VDD连接的涂敷金属层的涂敷金属层孔VH10~15和用于通过接口IF1的涂敷金属层孔VH11与其相当。同样，即便在电源平面VP1上，在不与电源平面VP1连接的涂敷金属层的周围，也不设置平面层（图5）。

此外，在图3中，将2层的平面层中接近RF芯片CHIP1的平面层作为接地平面GP1，但是它最好具有能够降低从表面SIDE1上的高频电路看时的接地平面GP1的电源阻抗的构成。又，在图4、图5的例子中在涂敷金属层孔以外的整个面上设置平面层，但是也可以用它的一部分作为里面SIDE2或表面SIDE1的配线层。

下面，我们一面参照图2，一面说明安装在基板BO1的里面SIDE2上的处理器芯片CHIP2。处理器芯片CHIP2包含存储器电路MEM、处理器电路CPU、数据输入输出电路SIO、A/D变换电路ADC、定时生成电路TIM和可编程序输入输出电路PIO。这些电路块通过内部总线BU1相互结合，进行数据交换和控制。

存储器电路MEM由低消耗功率的SRAM(Static random Access Memory (静态随机存取存储器))和快擦除存储器等的非易失性存储器构成。在存储器电路MEM上，搭载着后述的用于实现本发明中特有的控制方式的软件。处理器电路CPU按照搭载的软件控制处理器芯片CHIP2内的其它电路块，实现所要的工作。

数据输入输出电路SIO是串行数据的输入输出电路，用于将传感器数据发送给RF芯片CHIP1。又，可编程序输入输出电路PIO是并行数据的输入输出电路，主要用于输入输出控制RF芯片CHIP1的发射/接收等的工作模式所需的控制数据。

外部传感器与连接器CN1连接，但是外部传感器既可以输出模拟数据，也可以输出数字数据。由AD变换电路ADC将模拟类型的传感器的传感器数据AP变换成数字数据。例如，在传感器节点SN1中，将模拟类型的温度传感器TS1内藏在基板BO1上，由AD变换电路ADC将来自传感器TS1的温度数据AT变换成数字量，需要时

存储在存储器 MEM 上。另一方面，通过可编程序输入输出电路 PIO 将数字类型的传感器数据 DP 输入到处理器芯片 CHIP2，需要时存储在存储器 MEM 上。

另外，处理器芯片 CHIP2 控制 RFSW/LNA 控制电路 LSC，实施放大器 LNA 的电源的接通/断开和 高频开关 RFSW 的发射接收切换。进一步，处理器芯片 CHIP2 控制电源截断开关 PS1、PS2，控制温度传感器 TS1 和外部传感器的电源的接通/断开。又，定时生成电路 TIM，从石英振子 X2 或 X3 的振荡频率，生成工作所需的定时，例如时钟信号和后述的间歇工作中使用的定时器信号。

此外，处理器芯片 CHIP2 分开使用为了低消耗功率工作的 2 个石英振子。石英振子 X2 用于主时钟，例如，是数 MHz 以上的振子。使用主时钟时的消耗电流典型地为数 mA。另一方面，石英振子 X3 用于生成副时钟和定时器信号，例如，由用于手表的 32KHz 的超低消耗功率类型的石英振子构成。处理器芯片 CHIP2 在低消耗功率模式中通过使主时钟 X2 停止，由副时钟 X3 驱动处理器芯片，可以将消耗电流削减到小于等于 $10\mu\text{A}$ 。进一步，在上述电路块中 A/D 变换电路 ADC、数据输入输出电路 SIO、可编程序输入输出电路 PIO、存储器 MEM 通过根据来自处理器电路 CPU 的控制停止对电路块的供给，能够将待机时的消耗电流抑制到很低，实现数 μA 以下的待机电流。

下面，我们一面参照图 1，一面说明安装在基板 BO1 的表面 SIDE1 上的 RF 芯片 CHIP1。RF 芯片 CHIP1 由高频调制解调电路 RF、振荡电路 OSC 和控制电路 CON 构成。在高频调制解调电路 RF 中将从处理器芯片 CHIP2 发送过来的传感器数据 DS 变换成预定频带 ($\sim 3\sim 15\text{MHz}$) 的高频无线信号 RFO，发射给外部无线终端。又，由天线 ANT1 接收来自外部无线终端的高频无线信号，由高频调制解调电路 RF 进行解调。经过接口 IF1 将经过解调的信号 CS 交给处理器芯片 CHIP2。此外，在传感器节点 SN1 对接收强度进行监视，从高频调制解调电路 RF 的 RSSI 端子经过接口 IF1 将表示接收强度的信

号 AS 交给处理器芯片 CHIP2。

另外，振荡电路 OSC 将石英振子 X1 的振荡频率作为基础，生成 RF 芯片 CHIP1 整体工作所需的时钟信号和目的无线通信频带的高频信号（载波频率信号）。

进一步，由控制电路 CON，与处理器芯片 CHIP2 的控制信号 CS 相应地对高频调制解调电路 RF 和振荡电路 OSC 进行控制。具体地说，控制发射和接收等工作模式的切换和发射接收信号的频带微调或发射功率等。进一步，也可以根据来自处理器芯片 CHIP2 的控制信号，使振荡电路 OSC 停止，使 RF 芯片 CHIP1 整体转移到待机状态。这时，典型地可以将 RF 芯片 CHIP1 的消耗电流削减到 $1\mu\text{A}$ 以下。

我们如下说明关于其它构成要素的工作和构成。

由设置在背面 SIDE2 上的 RFEW/LNA 控制电路 LSC 对高频开关 RFSW 进行控制。通过切换天线 ANT1 和 RF 芯片 CHIP1 之间的连线，实现所要的发射接收工作。具体地说，发射时使高频开关 RFSW 的 RI 端子和 RO2 端子之间导通。又，接收时使 RI 端子和 RO1 端子之间导通。

放大器 LNA 作为 RF 芯片 CHIP1 的外部附设，将由天线 ANT1 接收的非常微弱的高频无线信号放大到可以由 RF 芯片 CHIP1 解调的电平。这里，外附放大器 LNA 是为了用通过与 RF 芯片 CHIP1 不同的工艺过程形成的元件。为了低成本化和低消耗功率工作，希望 RF 芯片 CHIP1 由 CMOS 电路构成。但是，另一方面存在着在 CMOS 电路中栅极噪声大那样的问题，不利于放大微弱的高频无线信号。因此，作为放大器 LNA 用不与 CMOS 兼容的工艺过程形成的电路，作为外附电路。考虑到它的放大能力，希望放大器 LNA 由例如 GaAs 那样的化合物半导体、SiGe 或双极电路构成。将由天线 ANT1 接收的高频无线信号输入到放大器 LNA 的输入端子 LI，以预定的放大率放大后经过输出端子 LO 输出。当在 315MHz 频带中在约 10m 的通信距离上不能够进行稳定的通信时，放大器 LNA 的放大率约为 10~20dB

是令人满意的。又，因为一般放大器的消耗电流很大，所以通过控制起动端子 LE，切换工作状态和待机状态，可以将待机时的消耗电流削减到典型地约 $10\mu\text{A}$ 。但是，因为在传感器节点 SN1 中当常时消耗 $10\mu\text{A}$ 的电流时也会对电池寿命给予深刻的影响，所以在本实施例中以根据来自处理器芯片 CHIP2 的控制截断到放大器 LNA 的电源供给的方式进行构成，能够达到传感器节点 SN1 的低消耗功率化的目的。

匹配电路 MA 是为了使 RF 芯片 CHIP1 的输入输出阻抗、高频开关 RFSW 和放大器 LNA 的输入输出阻抗匹配，使高频无线信号能够在这些元件之间没有损耗地传送的电路。匹配电路 MA 由电感、电容、电阻或滤波器等无源部件构成。

图 6 是表示安装在表面 SIDE1 上的电路和安装在里面 SIDE2 上的电路通过接口 IF1 连线的状态的图。接口 IF1 由数据信号线 DS、控制信号线 CS、显示装置 (DISP) 控制线 DC、LNA 起动端子控制线 LC、RFSW 发射接收切换控制线 RC 和电源线 VDD/LNA 电源线 VDD1 构成。

数据信号线 DS 是连接处理器芯片 CHIP2 的数据输入输出电路 SIO 和 RF 芯片 CHIP1 的高频调制解调电路 RF 之间的信号线。又，控制信号线 CS 是连接处理器芯片 CHIP2 的可编程序输入输出电路 PIO 和 RF 芯片 CHIP1 的控制电路 CON 的信号线。数据信号线 DS 用于在 2 块芯片之间交换数据，控制信号线 CS 用作为了处理器芯片 CHIP2 切换 RF 芯片 CHIP1 的工作模式的控制线。进一步，显示装置控制线 DC 用于控制显示装置 DISP。图 7 表示显示装置 DISP 的构成例。显示装置 DISP 由发光二极管 LD10、驱动发光二极管 LD10 的变换器 IV10 和用于限制发光二极管 LD10 的电流的电阻 R10 构成。显示装置 DISP，例如，在设置时当与外部无线终端的无线通信成功时和当发生故障等的异常状态时点亮，由显示装置控制线 DC 对点亮或熄灭进行控制。

又，LNA 起动端子控制线 LC、RFSW 发射接收切换控制线 RC 和 LNA 电源线 VDD1 由 RFSW/LNA 控制电路 LSC 进行控制。在图

8 中，表示该控制电路 LSC 的构成例。控制电路 LSC 的 2 个输入端子 LI1 和 LI2 由从处理器芯片 CHIP2 的可编程序输入输出电路 PIO 输出的信号进行控制。当起动放大器 LNA 时，通过设定 LI1 为“0”，使电源截断开关 PS20 处于导通状态，使放大器 LNA 的电源线 CDD1 导通。这时当设定 LI2 为“1”和设定 LNA 起动控制线 LE 为“0”，因此使放大器 LNA 活性化。与此同时通过将具有与控制线 LE 相同电平的 RFSW 控制线 RS-1 设定为“0”，并且由变换器 IV21 将 RFSW 控制线 RS-2 设定为“1”，使高频开关 RFSW 导通接收路径，截断发射路径。另一方面，当将 LI2 设定为“0”时，使放大器 LNA 非活性，并且使高频开关 RFSW 导通发射路径，截断接收路径。

下面我们总结本实施例的特征。

(1) 通过将处理微弱高频无线信号的高频电路和除此以外的数字部分分开在基板 BO1 的表面和里面上，减少噪声的影响，提高接收灵敏度。如在背景技术中说明了的那样，存在着当使用传感器节点时，对最大发射功率分派严厉制约的情形。在这种情形中，在 RF 芯片单体中接收灵敏度不足，需要由外附的高频低噪声放大器 LNA 增补接收灵敏度。但是，即便设置这种放大器，当不能够将来自数字部分的噪声的回转进入抑制到最小限度时，就不能够放大想要放大接收信号。为了抑制噪声的回转进入，在这种情形中使 RF 单元和数字单元远距离地分开具有最大的效果。但是，在传感器节点中，极力希望尺寸，特别是表面积小，因为高频电路和数字电路的距离增大所以使表面积变大，这是不希望的。

因此，将高频电路和数字电路分离在基板的表里面上，在基板内部设置对屏蔽噪声信号有效的接地平面和电源平面。首先，来自数字电路的噪声被该接地平面所屏蔽，可以极力抑制噪声到 RF 单元的回转进入。进一步，通过直接在接地平面的下面配置电源平面，可以使电源平面和接地平面之间具有静电容。能够将该静电容用作有效地吸收可能从数字电路回转进入高频电路的噪声的旁路电容。通过该静电容能够将经过电源电路可以从数字电路回转进入高频电路的噪声抑

制到最小限度。特别是，通过尽可能地将电源平面和接地平面在基板 BO1 的一面上展开，可以将电源单元的阻抗抑制到很小。结果，例如，即便来自数字电路的噪声多少回转进入高频电路，因为将电源阻抗抑制到很小，所以也可以将噪声成分的电压振幅抑制到很小。这是因为噪声电压由回转进入的噪声电流和电源阻抗之积表示的。如上所述，例如即便从数字电路到高频电路回转进入多少噪声，也可以将噪声电压抑制到使高频电路误动作，或者，屏蔽来自天线的微弱的 RF 信号程度的电平以下。

在本实施例中，在基板的表面和里面这两个面上高密度地安装部件的情形中，为了进一步提高接收灵敏度，不仅分离安装面，而且也对在各安装面上的配置位置下工夫。如图 1 和图 2 所示，在本实施例中，采取使在 RF 芯片的输入端、放大器 LNA、高频开关 RFSW 和天线 ANT1 这样的高频电路中处理电平微弱的高频无线信号的部分尽可能远离数字电路中的数字信号频繁地在“0”/“1”之间迁移，噪声发生量大的电路的配置。图 9 是容易理解地说明这种构造的图。

如图 9 所示，将由天线 ANT1 接收的微弱的高频无线信号 RFS1 输入到高频开关 RFSW。在高频开关 RFSW 中进行选择，将经过几分衰减的高频无线信号 RFS2 输入到放大器 LNA，以预定的放大率对其进行放大。将经过放大的高频无线信号 RFS3 导入匹配电路 MA，将经过阻抗匹配的高频无线信号 RFS4 输入到 RF 芯片 CHIP1。在 RF 芯片 CHIP1 内，将高频无线信号 RFS4 解调为数字信号 DJS1，经过接口 IF1 将其取入到处理器芯片 CHIP2。

在称为无线 LAN 那样的无线通信设备中，一般用于以数字信号进行通信的连接器的，用于与个人计算机本体交换数字信号，在连接器中，交换高频度地在“0”/“1”之间迁移的，即高速的数字信号。因此，存在着使连接器远距离地离开天线的例子。与此相对，在本实施例的传感器节点 SN1 中，是外部传感器与连接器 CN1 连接，在连接器 CN1 和处理器芯片 CHIP2 之间交换的信号 DJP1 是迁移非常慢的天线信号，或比处理器芯片 CHIP2 的时钟信号低速的数字信号。因此，在

本实施例中将连接器 CN1 配置在天线 ANT1~RF 芯片 CHIP1 的信号路径附近的位置上，将处理器芯片 CHIP2 配置在离开天线 ANT1~RF 芯片 CHIP1 的信号路径远的位置上。如果改变表现，则以使连接器 CN1 和 RF 芯片 CHIP1 的距离比处理器芯片 CHIP2 与 RF 芯片 CHIP1 的距离长的方式配置连接器 CN1。这样，图 9 所示的部件配置能够很好地捕捉传感器节点特有的信号流，成为可以同时实现尺寸小型化和提高接收灵敏度两者的部件配置。

(2) 将电源截断开关（请参照图 1、2、8）插入高频低噪声放大器 LNA 的电源线中，抑制待机时的消耗电流。一般，高频低噪声放大器 LNA 消耗电流大，即便在待机时也消耗约 $10\mu\text{A}$ 的电流。该电流值对于由于尺寸和用途的制约不能够得到充分的电源的传感器节点来说是过分大的值。但是也存在着没有放大器 LNA 不可能达到实用的通信距离的情形。

因此，如图 8 所示，将电源截断开关 PS20 插入放大器 LNA 的电源线中，由于该 PS20 消减待机时的消耗电流。该电源截断开关，如图 10 (a)~(e) 所示，可以使用 (a) 由 P-MOSFET MP1 构成，(b) 由 PNP 双极晶体管 BP1 构成，(c) 由 N-MOSFET MN1 构成，(d) 由 NPN 双极晶体管 BN1 构成，(e) 原封不动地利用可编程序输入输出电路 PIO 的输出等的种种类型。在无论哪个类型中，如果将从处理器芯片 CHIP2 的可编程序输入输出电路 PIO 的输出端子驱动的控制端子 SC1~5 设定在“1”或“0”上，则能够截断到 LNA 的电源供给。实际上，尽管当开关元件 MP1~BN1 断开时也流过若干漏电流，但是目录值具有 $0.1\mu\text{A}$ 以下的量级，可以认为这种断开时的漏电流对电池寿命几乎没有影响。

另一方面，工作时，由于这些开关元件 MP1~BN1 的内部电阻，是电压发生若干下降。但是，例如，图 10 (a) 的类型等，当开关元件 MP1 接通时的内部电阻能够为 5Ω 左右。如已经述说了的那样，放大器 LNA 工作时的消耗电流约为 10mA ，由开关元件 MP1 引起的电压下降约为 50mV ($=5\Omega \times 10\text{mA}$)，是一个可以忽视的值。此外，如

图 1 (e) 所示, 当处理器芯片 CHIP2 的可编程序输入输出电路 PIO 的输出驱动能力十分充裕时, 即当可以充分供给工作时需要的电流值以上的电流值时, 没有如图 10 (a) ~ (d) 所示的开关元件, 也可以驱动放大器 LNA 的电源。

这样在本实施例中, 当不使用放大器 LNA 时 (接收时以外), 使电源截断开关 PS20 迁移到截断状态, 当使用放大器 LNA 时 (接收时), 使电源截断开关 PS20 迁移到导通状态。实际上, 即便使电源截断开关从截断状态迁移到导通状态, 也需要等待放大器 LNA 的内部电路达到稳定, 典型地需要约 1ms。但是, 一般传感器节点 SN1 的等待时间与工作时间比较是非常长的, 因为与情况有关, 假定工作时间整体约为 1% 左右, 所以可以忽视由到接收状态的切换等待时间引起的消耗功率的增加部分。

(3) 将电源截断开关 (请参照图 2) 插入传感器 (内藏和外附) 的电源线中, 能够抑制待机时的消耗电流。可以说将与本实施例的第 2 特征相同的原理应用于削减传感器待机时的消耗电流。例如, 如图 2 所示, 内藏的温度传感器 TS1 的电源线 VDD2 能够通过电源截断开关 PS1 当未使用温度传感器 TS1 时截断电源。现在, 关于温度传感器已经开发出低消耗功率的类型 (消耗电流约为 $5\mu\text{A}$), 作为电源截断开关 PS1 即便是图 10 (e) 那样的类型, 也可以充分供给工作所需的电流。图 10 (e) 的类型不需要追加分立元件, 能够不追加成本地实现。

又, 为了削减外附传感器的消耗功率, 也通过电源截断开关 PS2 截断连接外附传感器的连接器 CN1 的电源线 VDD3 (请参照图 2)。一般, 外附传感器的消耗功率在待机时和工作时都比内藏温度传感器大。例如, 在加速度传感器中需要 1mA 的消耗电流, 又, 在外附传感器自身中没有转移到待机状态的功能的情形是很多的。因此, 如本实施例那样, 如果不使用电源截断开关, 则用纽扣电池预期只能够得到 1 周左右 ($8.3 \text{ 日} = 200\text{mAh}/1\text{mA}/24\text{h}$) 的工作寿命。进一步在大电流放电时发生电池容量恶化现象的情形中, 预期最多只有数日。与此

相对，通过用电源截断开关只在使用时供给电源，在不使用时截断电源，可以飞跃地提高电池寿命。

这种构成在外附传感器由于某种原因在短路模式中发生故障的情形中也是有效的。即，当外附传感器在短路模式中发生故障和不截断外附传感器的电源时，瞬时中从电池流出大电流，使电池用完。但是在本实施例中具有外附传感器的电源通常处于断开状态，只当使用传感器时才投入电源那样的构成。进一步，因为通过构成电源截断开关的开关元件供给电源，所以也能够由开关元件的接通电阻将短路时的电流抑制到很低，并且，通过由于短路而流过大电流，发生由电池内部电阻引起的电压下降，不能够确保为了使开关元件保持接通所需的偏置电压，电源截断开关自动地回到断开状态。

在这期间，处理器芯片 CHIP2 经过内藏的 AD 变换电路 ADC 读入外附传感器的输出值，但是因为处于短路状态，所以只能读出还是在“0”电位附近的异常值。因此，如果给予将在这种情形中判断为异常的异常信号无线发射给搭载在处理器芯片中的控制软件那样的功能，则可以从外部检测该传感器节点的外附传感器陷入不良工作这一情况。进一步，在检测出异常信号的系统中，也可以向该传感器节点发出中断使用外附传感器的控制命令，以不使用发生问题的外附传感器的方式继续传感器节点的工作。进一步，如后所述，如果从存储在处理器芯片 CHIP2 的存储器电路 MEM1 中的 ID 号码，能够分离出外附传感器发生故障的传感器节点，则也可以处理交换等。

下面，我们详细说明用于避免由工作时的消耗电流引起的钮扣电池的电池容量恶化现象的功率控制方法（请参照图 11）。传感器节点，在设置节点并起动（P100）后，实施初期设定程序（P110），并立即转移到待机程序（P120）。在初期设定程序 P110 中，根据存储预先存储在处理器芯片 CHIP2 的存储器电路 MEM 内的非易失性存储部分中的工作参数等的 PDATA 文件，将传感器节点的工作模式设定在所要的状态。在 PDATA 文件中，例如存储着以数种时间间隔从待机状态转移到工作状态的定时器间隔、无线通信的传送速率、使用的频

带、和将固有号码分配给每个传感器节点的 ID 号码等的信息。进一步，在后述的工作模式判定程序（P200）中加以使用。也将放大器 LNA、RF 芯片 CHIP1、处理器芯片 CHIP2、外附传感器等的消耗电流值存储在 PDATA 文件中。此外，在初期设定程序 P110 中，处理器芯片 CHIP2 在低消耗功率模式中工作，也断开处理器芯片 CHIP2 的主时钟 X2 和 RF 芯片 CHIP1 的时钟 X1。又，也截断到传感器和放大器 LNA 的电源供给。

在待机程序 P120 中，只有处理器芯片 CHIP2 内的定时生成电路 TIM 处于工作状态，将工作部分抑制带最小限度。通过这样地设定，可以使待机时的工作电流为数 μA ，典型地可以削减到 $5\mu\text{A}$ 以下。此外，当发生在初期设定程序 P110 中设定的定时器间隔中发生的定时器插入时，转移到下面的 CPU 起动程序（P130）。又，如果使处理器芯片的插入线与连接器 CN1（图 2）连接，则通过来自外部的插入，也可以在接通要求下，起动传感器节点。

由 CPU 起动程序 P130，使处理器芯片 CHIP2 的主时钟 X2 接通，起动 CHIP2 内的处理器电路 CPU。起动后，转移到工作模式决定程序（P200）。

在工作模式决定程序 P200 中，通过参数/命令解析子程序（P220），从已经说明了的 PDATA 文件，读入每个器件的消耗电流。这时，也能够读入从外部无线终端发送过来的接收到的命令，例如传感器数据的发射要求等。命令，例如，是“起动温度传感器，发射其结果”。下面根据读入的参数和命令，在消耗电流推定子程序（P230）中，推定实施所需的消耗电流。在时间表子程序（P210）中，除了满足来自基站的要求外，以使消耗电流的峰值成为最小的方式，在下面继续决定读出程序（P300）和数据发射接收程序（P400）的起动方式。

例如，在读出程序 P300 中，当起动工作时的消耗电流约为数 mA，与发射接收数据所需的消耗电流（ $10\text{mA}\sim 20\text{mA}$ ）比较不能忽视的外部传感器时，不同时起动数据发射接收程序 P400。图 12 所示的是这时的传感器节点的典型的消耗电流的波形。另一方面，在起动的

传感器是内藏的温度传感器等，是只消耗约数 μA 电流的传感器的情形中，同时起动数据发射接收程序 P400。图 13 所示的是与该情形对应的传感器节点的典型的消耗电流波形。通过这种功率控制，可以减少消耗电流的峰值。

读出程序 P300 的工作如下所示。首先，在外部/内藏传感器判定子程序（P310）中，判定起动的传感器的类别。其次通过传感器电源起动机子程序（P320），如果是内藏传感器则将 PS1 设定为接通，如果是外部传感器则将 PS2 设定为接通。其次，在通道打开子程序（P330）中，为了读出内藏或外部传感器的传感器结果打开所需的通道。例如，当读取图 2 所示的内藏温度传感器 TS1 时，起动处理器芯片 CHIP2 的 AD 变换电路 ADC，将 ADC 的输入端子 I2 设定在可以读入状态。又，当想要起动的传感器是与图 2 所示的连接器 CN1 连接的外部传感器时，将对应的 AD 变换电路 ADC 的输入端子，或者，可编程序输入输出电路 PIO 的输入输出端子设定在所要的工作模式中。这样一来，设定在可以读取来自传感器的数据的状态中。而且，在下一个传感器数据读出/写出子程序（P340）中，实际上由处理器芯片 CHIP2 读取传感器数据，存储在存储器电路 MEM 上的文件 SDATA 中。如果以上述顺序将所要的传感器数据写出到文件 SDATA 内，则在下一个通道关闭/ADC 断开子程序（P350）中，将使用的 AD 变换电路 ADC 和可编程序输入输出电路 PIO 转移到待机状态，结束读出程序 P300。

下面，我们说明数据发射接收程序 P400 的工作。首先第 1，在时钟 X1 接通子程序（P410）中，使 RF 芯片 CHIP1 的时钟 X1 开始，起动 RF 芯片 CHIP1。这时，由处理器芯片 CHIP2 起动 RF 芯片 CHIP1 是经过已经说明了的控制信号线 CS 以 RF 芯片规定的形式进行的。其次由发射接收工作判定子程序（P420），判断是否需要发射或接收中的哪一工作。在该程序中，例如，最初从传感器节点到基站发射传感器数据，此后传感器节点转移到接收状态。传感器节点在接收状态中待机，直到从基站将基站没有错误地接收到发射的传感器数据的确认信号返送过来为止。由子程序 P420 实施以上的顺序控制。

下面，我们说明发射和接收工作。

当发射工作时，由于程序 P430，将高频开关 RFSW 切换到发射状态。又，经过控制信号线 CS 将使用的传送速率和频带等的通信参数发送给 RF 芯片 CHIP1。接着，由于程序 P440，从存储器 MEM 上的文件 SDATA 读出传感器数据，经过数据信号线 DS 发送给 RF 芯片 CHIP1，通过无线通信将传感器数据发射到外部。

当接收工作时，由于程序 P450，设定高频开关 RFSW 和 RF 芯片 CHIP1 的通信参数，并且将 LNA 电源截断开关 PS20 设定在导通状态，进一步，使 LNA 的起动端子活性化。接着，由于程序 P460 接收数据，需要时写入到 PDATA 内。

此外，在以上的说明中为了简略化进行了省略，但是实际上，因为放大器 LNA 的起动和 高频开关 RFSW 的切换，进一步，RF 芯片 CHIP1 的时钟 X1 的起动分别需要直到稳定的时间(典型地，数 $100\mu\text{s}$ ~数 ms)，所以在各个程序中需要只与该时间相当的等待处理。同样，放大器 LNA 的电源切断和 RF 芯片 CHIP1 的时钟切断也需要直到稳定的时间，需要等待时间处理。

最后，如果接收来自基站的接收确认信号，则在子程序 P470 中，停止时钟 X1，使 RF 芯片 CHIP1 回到断开状态。进一步，在子程序 P140 中，停止处理器芯片 CHIP2 的主时钟 X2，转移到待机程序 P120。

这样，在本实施例中事前判断需要的消耗电流，选择不使钮扣电池的电流容量恶化的方式。即，当传感器消耗数 mA 的消耗电流时，同时起动数据发射接收和传感器，就会给予钮扣电池很可能使其电池容量深刻恶化的沉重负载。图 14 所示的是该情形中的消耗电流的波形例。与图 12 所示的应用本发明的控制方式的情形比较峰值电流 (I_{p3}) 成为相当大的值 ($I_{p3} > I_{p1}$)。另一方面，如果比较图 12 和图 14 则可以看到，在图 12 的控制方式中，因为在起动传感器后进行数据的发射接收，所以为了结束一连串的处理所需的时间加长 ($T_{total1} > T_{total3}$)。又，平均消耗电流，图 12 的情形要大几分。但是，当作为传感器节点 SN1 的电源用 CR2032 等的钮扣电池时，在不使电池容

量恶化的范围内能够使用的消耗电流最多为 0.1mA 量级。另一方面，传感器节点的工作需要 10mA 量级的电流。但是，存在着以这种电流值使用纽扣电池时使电池寿命极端恶化那样的问题。为了避免这种问题，在我们验证的范围内，抑制消耗电流的峰值是最有效的。即，为了在纽扣电池工作的传感器节点中实现长寿命工作，需要将消耗电流的峰值抑制到尽可能低的值，这是必不可少的。因此，即便平均消耗电流多少增大，考虑纽扣电池的特性的本实施例的控制方式也能够在这段时间中用纽扣电池稳定地进行工作。

另一方面，当传感器的消耗电流约为数 μA 时，即便与数据的发射接收同时使传感器工作，也几乎不改变消耗电流的峰值。即，在启动传感器时，一面读出来自该传感器的数据一面发射传感器数据，能够节约一连串作业中花费的时间。即，因为在短时间里转移到待机状态，所以这能够抑制电池消耗。

根据以上那样的功率控制方法，可以进行考虑到纽扣电池的特性的工作，结果，当纽扣电池工作时能够实现长寿命工作。

图 15 表示由 3 块基片构成传感器节点的例子。传感器节点由本体基板 BO1，电源基板 BO2 和控制软件写入基板 BO3 构成。当通常使用时，将本体基板 BO1 和电源基板 BO2 的组合起来使用。又，当改写控制软件时等，将本体基板 BO1 和控制软件写入基板 BO3 组合起来使用。其中，因为本体基板 BO1 的构成与已经说明了的传感器节点 SN1 相同，所以我们省略对它的详细说明。

电源基板 BO2 由与本体基板 BO1 连接连接器 CN2、连接外附传感器的专用传感器通道 SP1、截断传感器通道 SP1 的电源的电源截断开关 PS21、功率接通重置电路 POR1、手动重置开关 SW2、外部电源连接器 PP1、电源选择开关 SW1、纽扣电池 BAT1、调整器 REG1 构成。电源基板 BO2 经过连接器 CN2 将来自内藏的纽扣电池的功率供给本体基板 BO1。又，将用于经过 CN2 从本体基板 BO1 读出传感器的信号线配置在传感器通道 SP1 中，可以连接外附的传感器。

同样，控制软件写入基板 BO3 由与本体基板 BO1 连接连接器

CN3、连接外附传感器的专用传感器通道 SP2、截断传感器通道 SP2 的电源的电源截断开关 PS21、功率接通重置电路 POR2、手动重置开关 SW3、外部电源连接器 PP1、调整器 REG2 和搭载在处理器芯片上的程序改写通道 DPB 构成。基板 BO3 从与外部电源连接器 PP1 连接的外部电源得到功率，供给本体基板 BO1 工作所需的功率。进一步，经过程序改写端子 DPB，改写搭载在本体基板 BO1 的处理器芯片上的控制软件。该程序改写端子的信号线经过连接器 CN3、CN1，与处理器芯片的程序改写端子连接，经过该端子改写搭载的控制软件。

如以上那样，将传感器节点分到各个基板上进行构成，具有下列优点。即，通常使用时也可以不将不需要的程序改写端子搭载在本体基板 BO1 上。因此，可以减小本体基板的尺寸。另一方面，当确认/调整软件工作时，相反地难以处理尺寸过小的传感器节点。通过图 15 那样的构成，也可以在尺寸不成为问题的控制软件改写基板上引出调整所需的信号线等。即，可以削减花费在调整作业上的时间，可以大幅度的缩短花费在开发上的时间。

图 16 所示的是使用本发明的传感器节点构筑传感器网络系统的例子。在图 16 中，SN1~SN6 是本发明的传感器节点，例如，为了控制建筑物整体的空调，散布在建筑物整体中。这些散布的传感器节点通过无线通信，与基站 BS1 进行无线通信，发送读出的温度数据。基站 BS1 由天线 ANT1、无线通信接口 RF1、处理器 CPU1、存储器 MEM1、二次存储装置 STR1、显示装置 DISP1、用户接口装置 UI1 和网络接口 NI1 构成。其中，二次存储装置 STR1，典型地，由硬盘等构成。又，显示装置 DISP1 由 CRT 等构成，用户接口装置 UI1 由键盘/鼠标等构成。在图 17 中，表示了在本系统中从传感器节点发射给基站的传感器数据的数据构造。基站 BS1 经过无线接口/天线，与传感器节点进行无线通信，读出温度等的测定数据。在基站 BS1 中，根据接收到测定数据，按照存储在二次存储装置 STR1 或存储器 MEM1 上的品质判定程序 QPR1，对建筑物整体的温度进行控制。进一步，经过网络接口 NI1，通过以因特网等为代表的广域网络网

WAN1, 可以与远距离的管理服务器 SV10 进行通信。

通过使用本发明的传感器节点, 首先, 因为接收灵敏度良好, 所以即便基站位于远处, 也可以确实地与基站进行通信。即, 因为能够削减基站的数量, 所以能够大幅度地削减导入传感器节点系统所需的成本。进一步, 本发明的传感器节点, 因为电池寿命很长, 所以不需要频繁地更换电池可以没有问题连续地进行工作。即, 可以大幅度削减传感器节点系统整体中的维护费用, 可以用低成本构筑具有所要功能的传感器节点系统。

根据本发明能够提供可以高灵敏度、低功率消耗进行工作的传感器节点, 因此, 可以构筑各种不同领域中的传感器节点系统。

图1

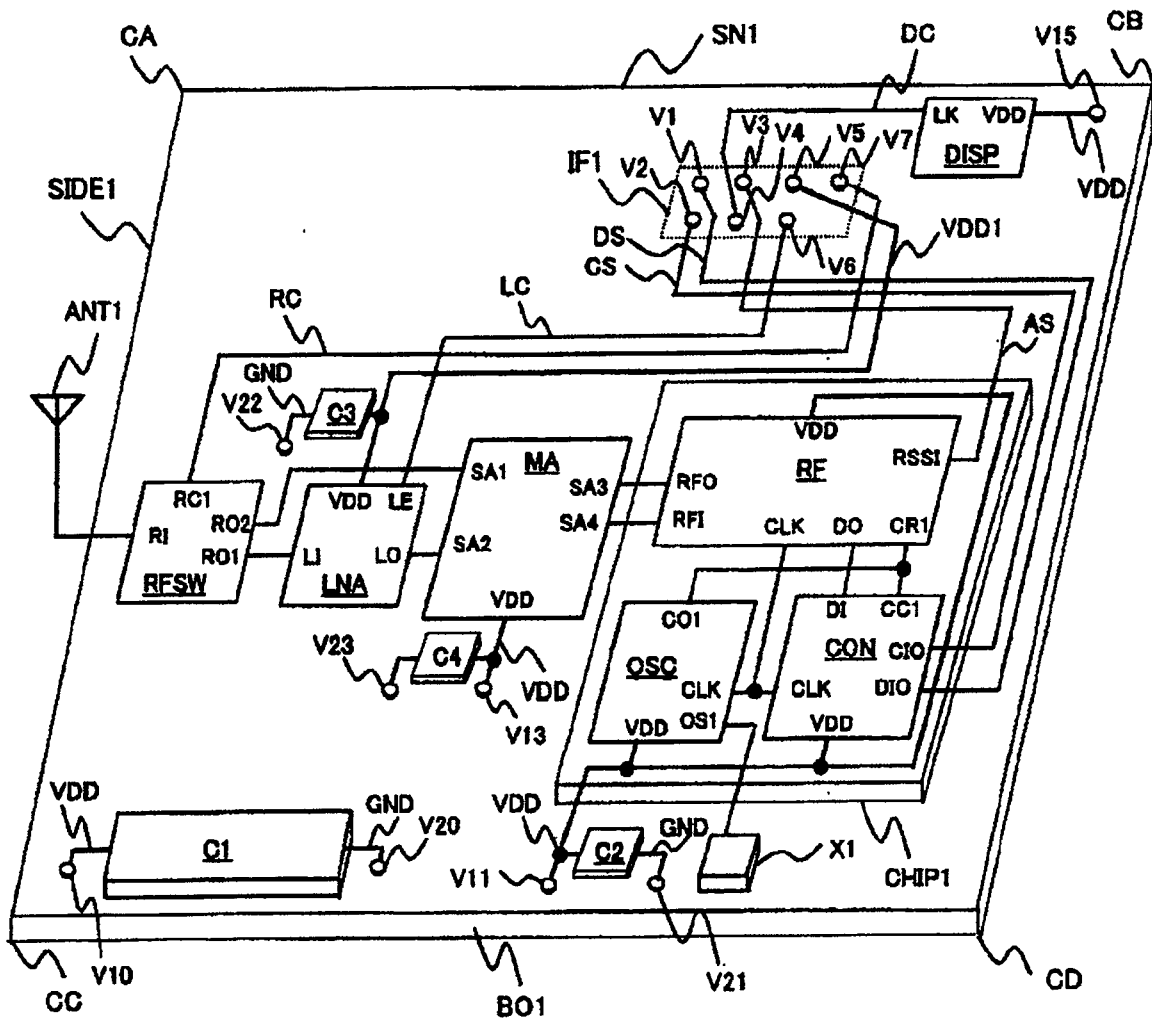


图 2

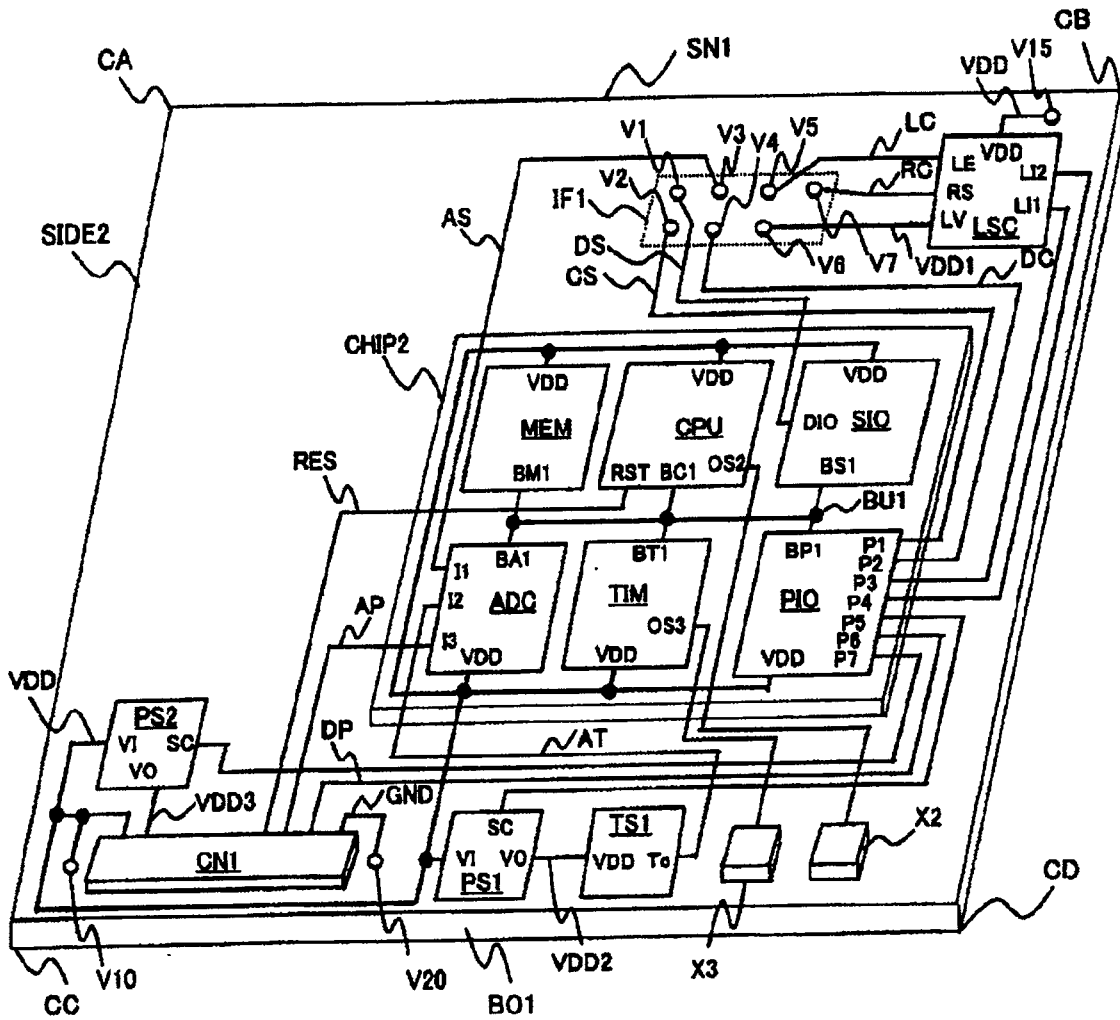


图 3

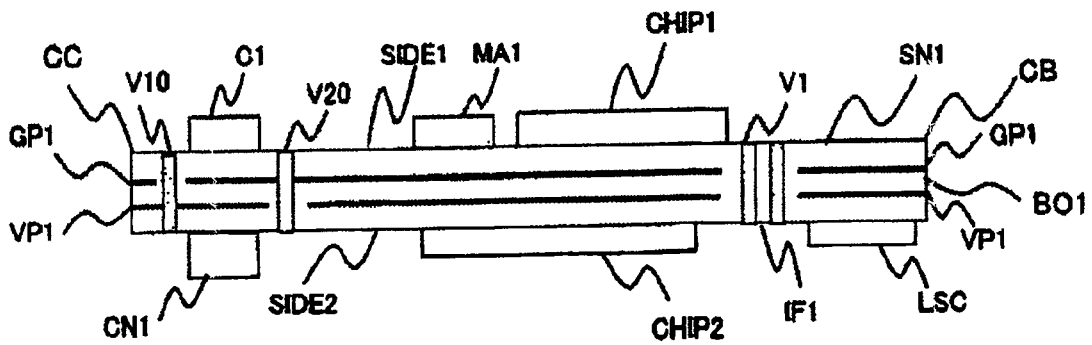


图4

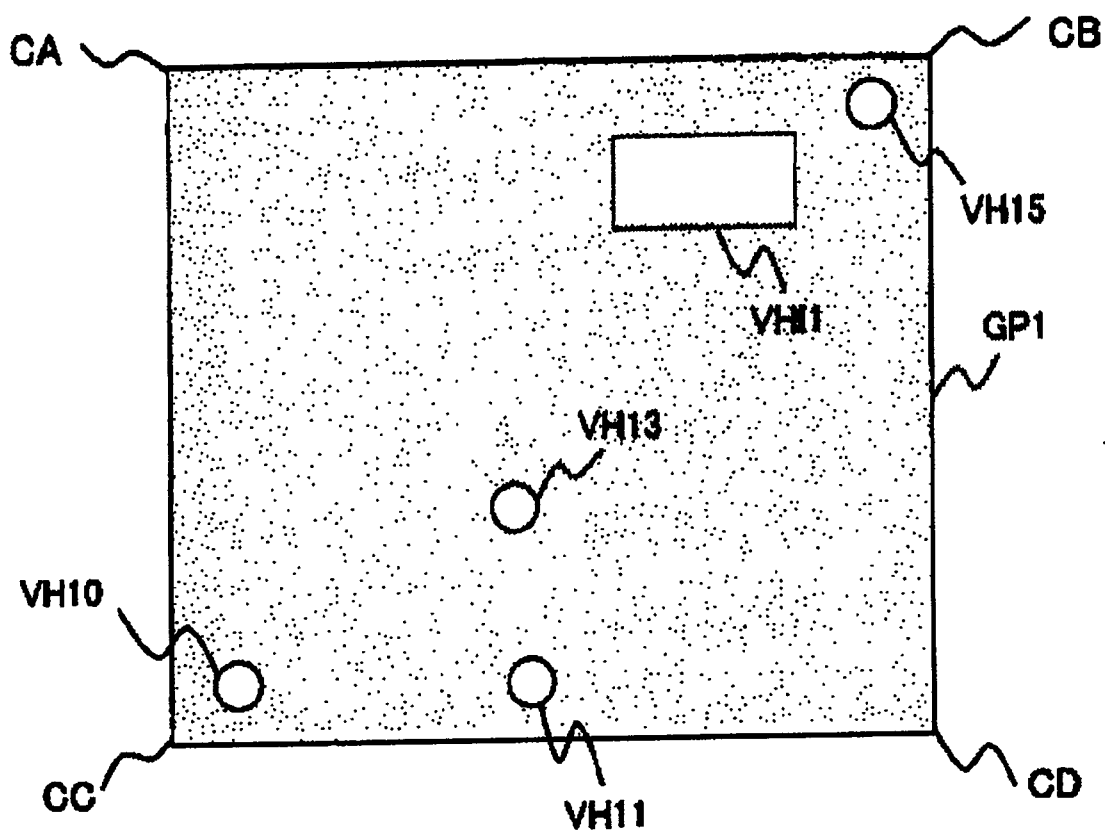


图5

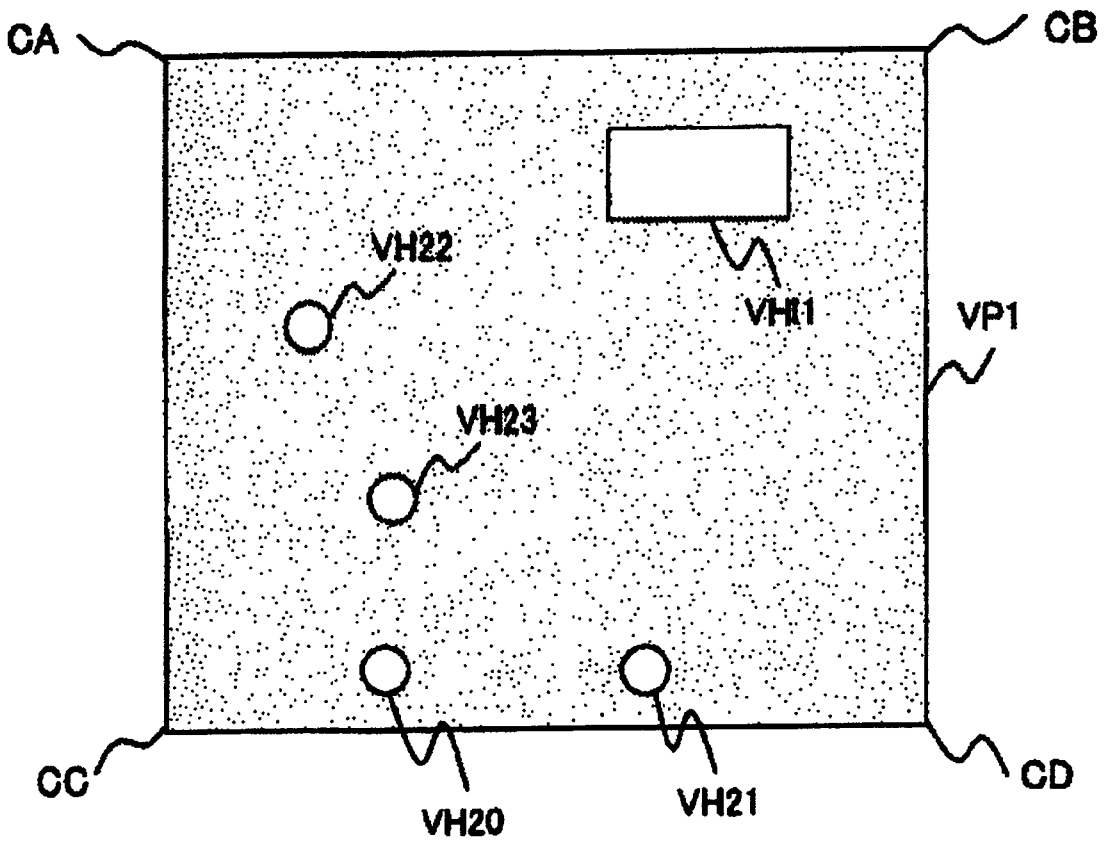


图 6

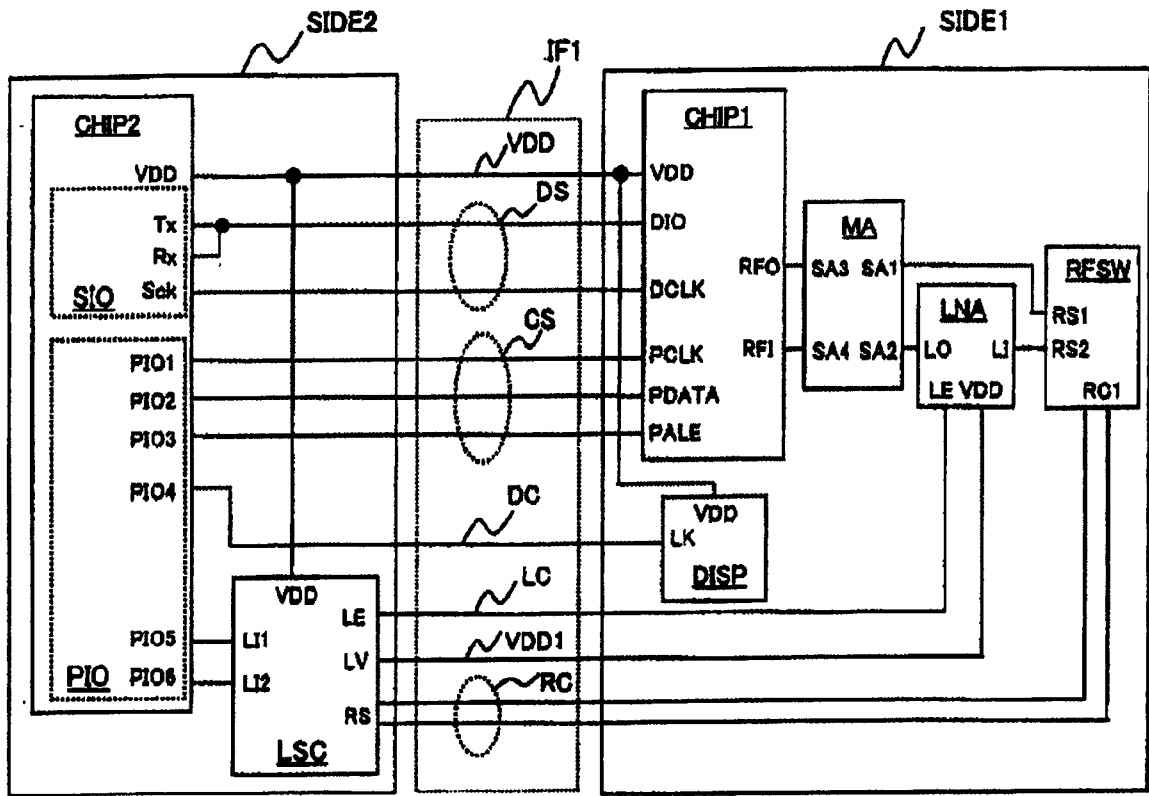


图 7

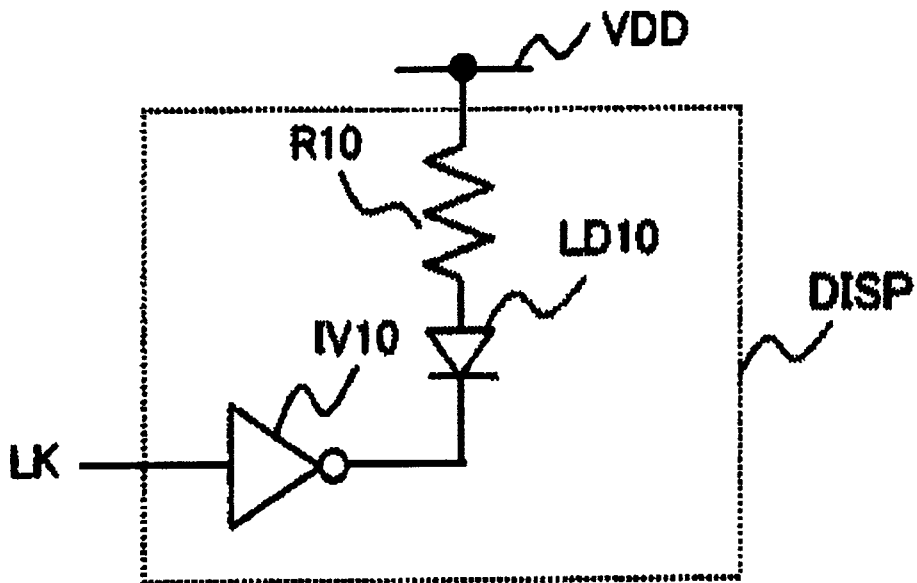


图 8

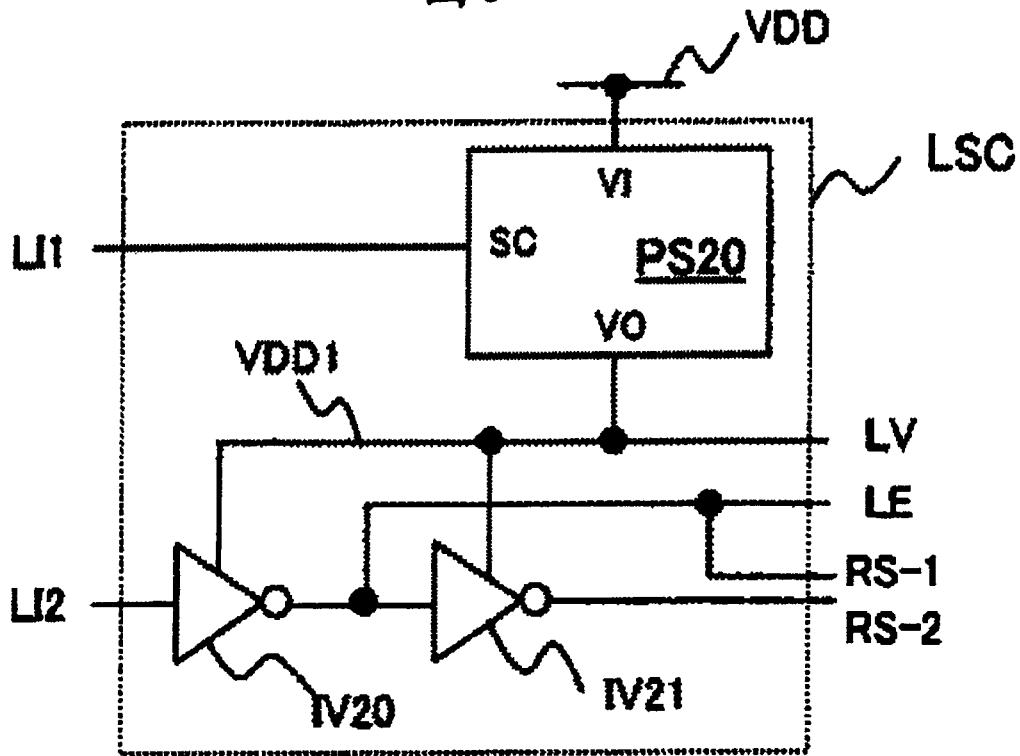


图 9

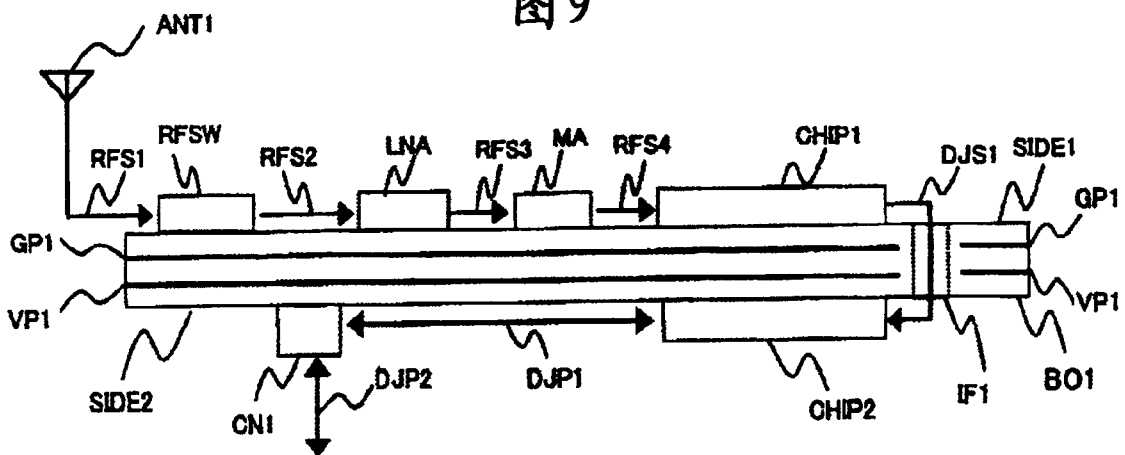


图 10

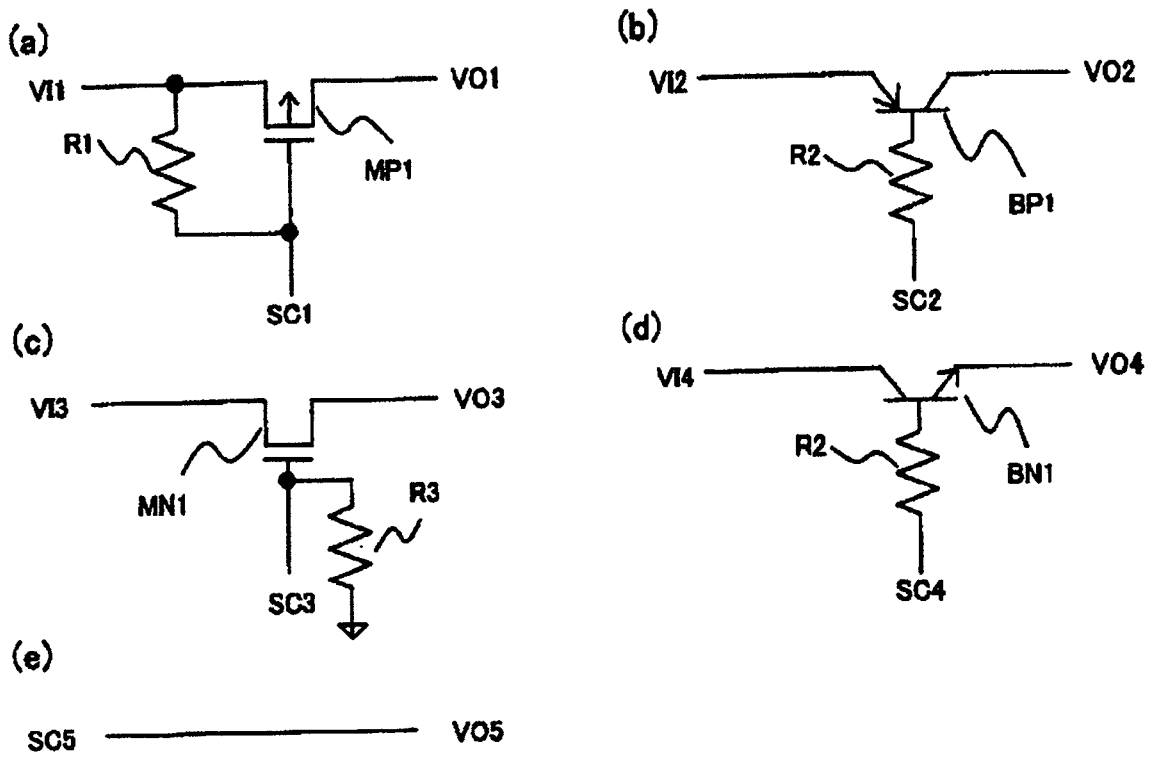


图 11

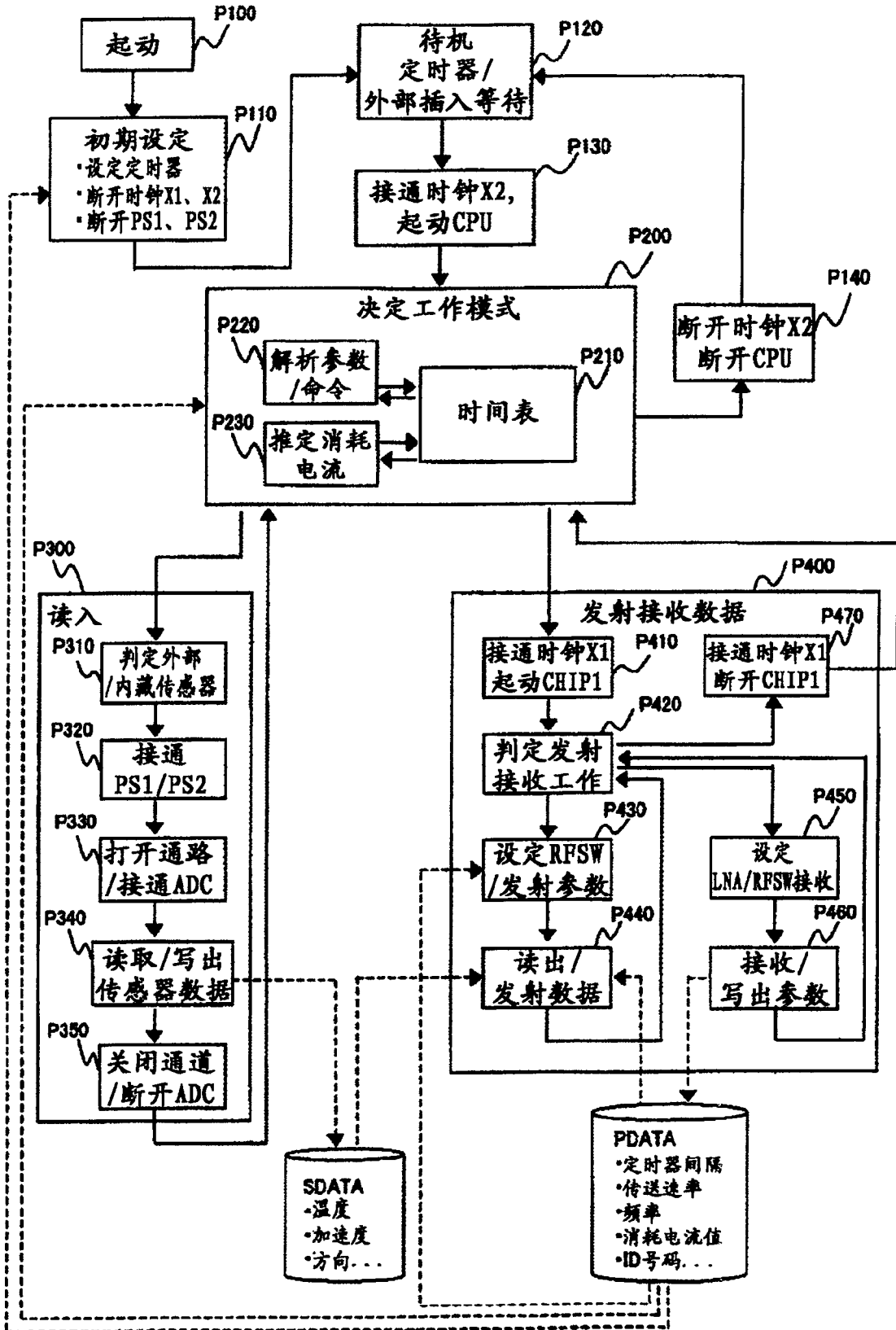


图12

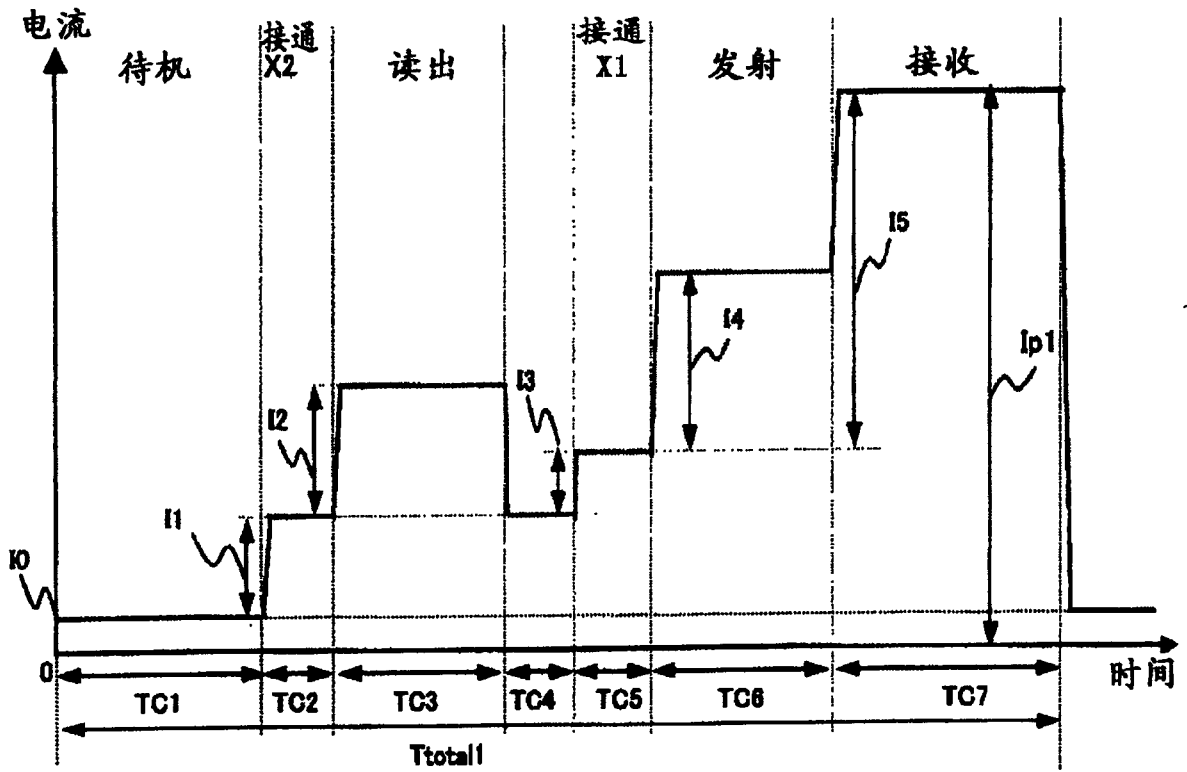


图 13

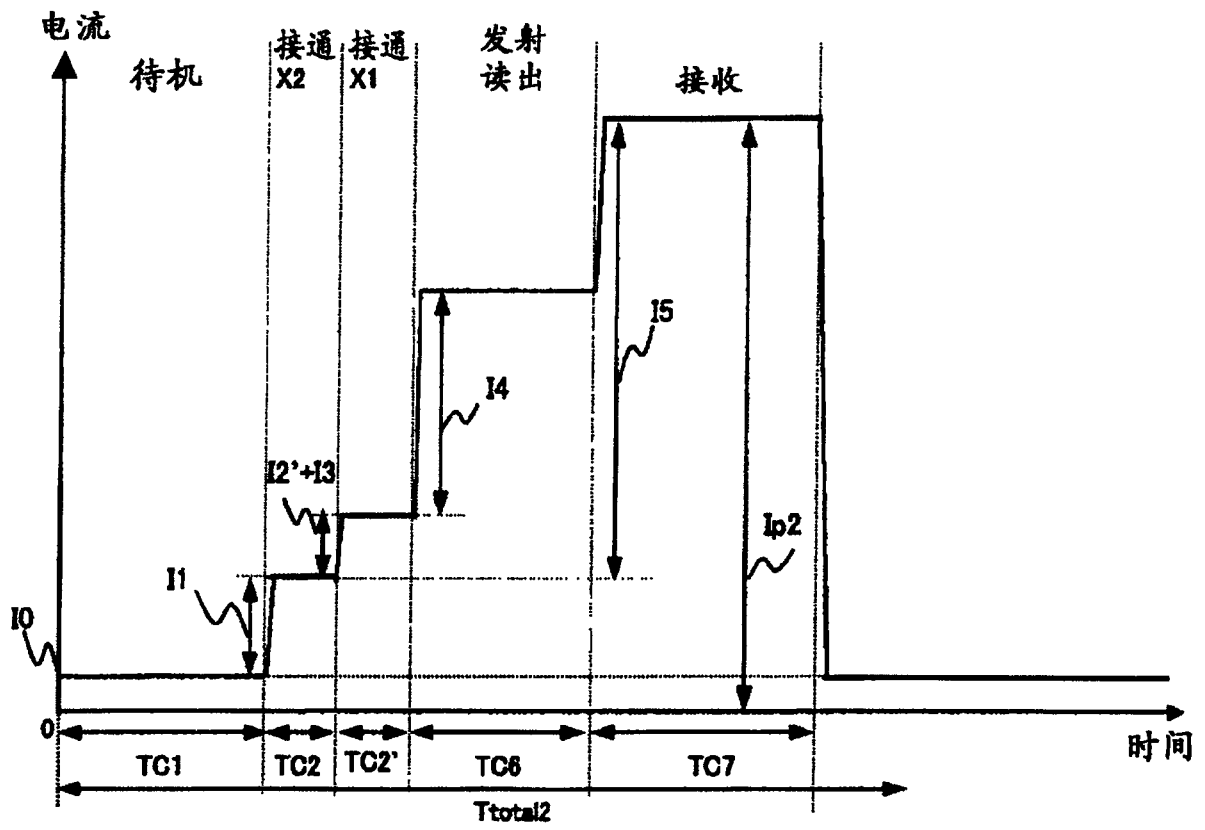


图14

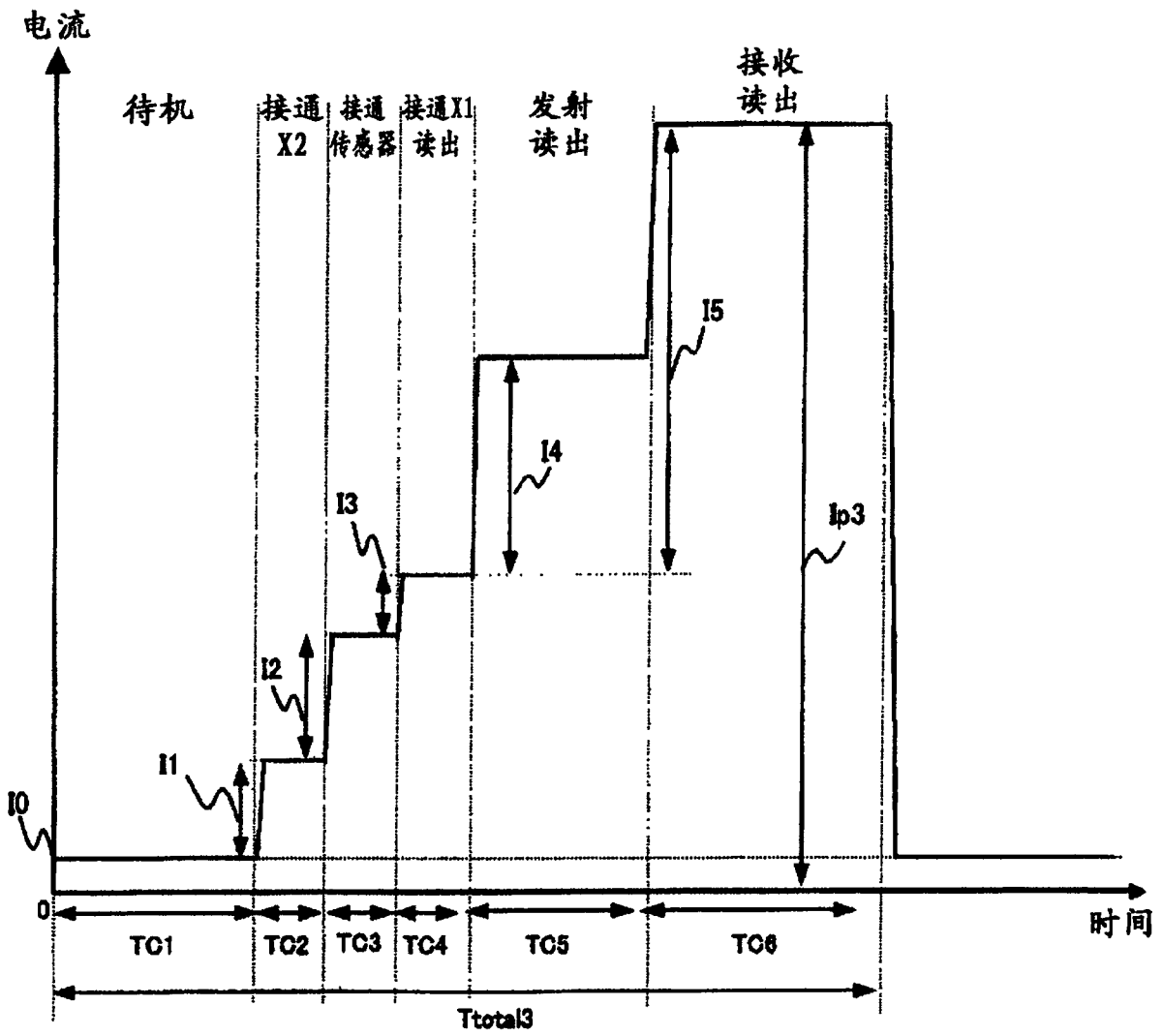


图 15

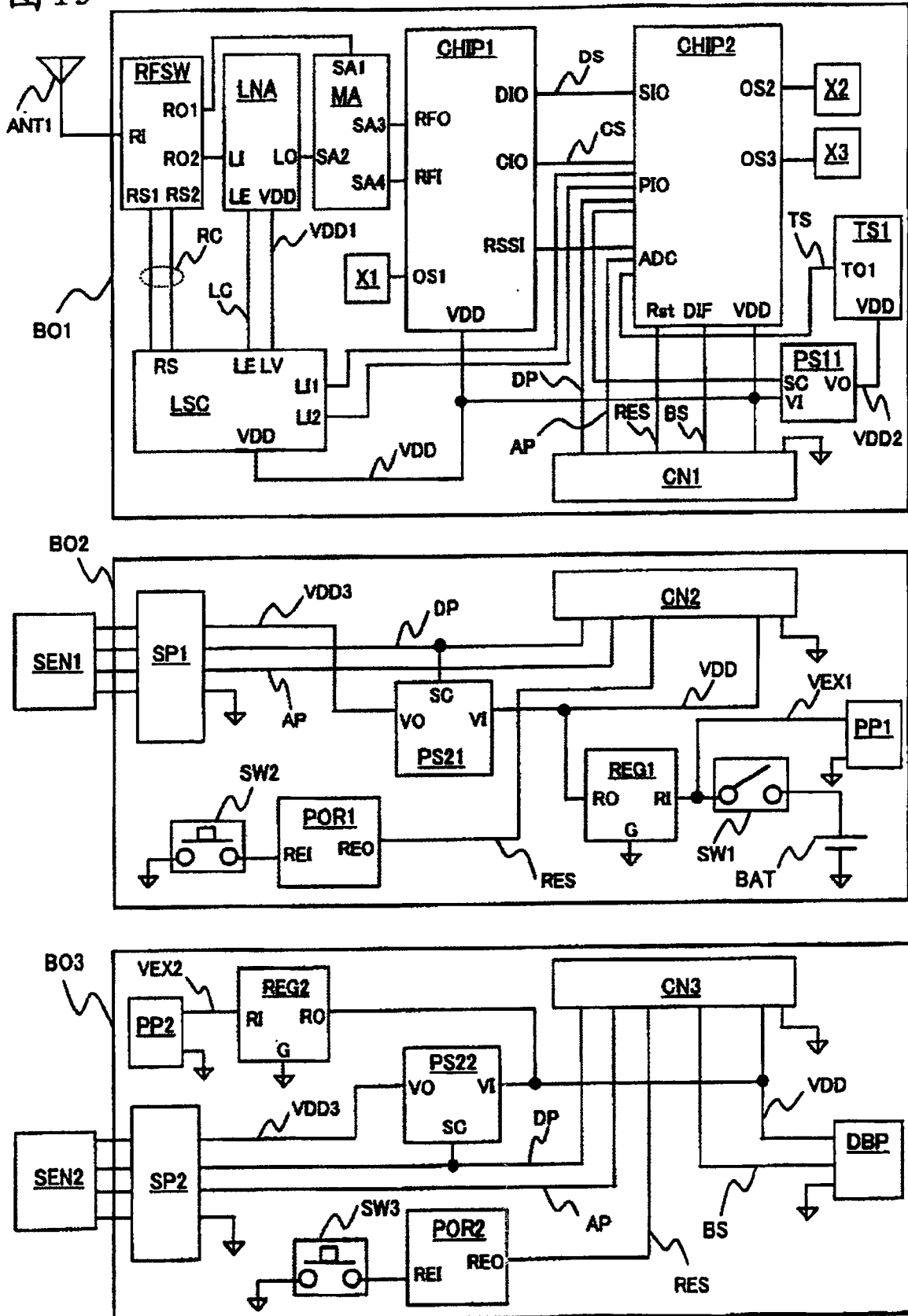


图16

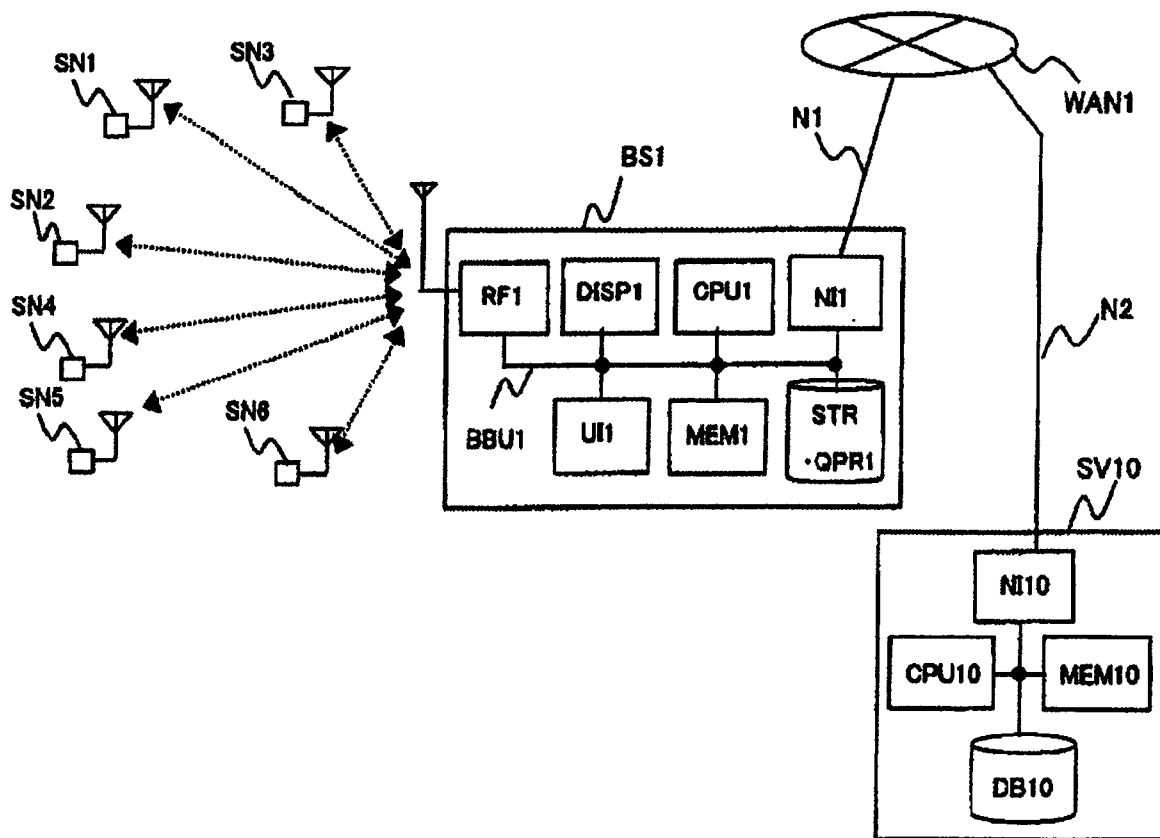


图 17

芯片ID	传感器ID	温度	时刻	● ● ●
#1	#1	+25°C		
#2	#3	+18°C		
#3	#2	+20°C		
#4	#1	+24°C		
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●

PD1