



1. 一种唤醒电路,包括:  
第一比较器,耦合到输入信号并且被配置为将所述输入信号与第一比较值进行比较;  
第二比较器,耦合到所述输入信号并且被配置为将所述输入信号与第二比较值进行比较;  
异或门,所述异或门的第一输入耦合到所述第一比较器的输出,所述异或门的第二输入耦合到所述第二比较器的输出;以及  
可调谐电荷泵,耦合到所述异或门的输出,并且被配置为将来自所述异或门的信号转换为直流(DC)值以唤醒正在被监控的电路。
2. 根据权利要求1所述的唤醒电路,还包括缓冲器,所述缓冲器被配置为将所述DC值转换为数字电压电平。
3. 根据权利要求2所述的唤醒电路,其中所述缓冲器包括反相器。
4. 根据权利要求1所述的唤醒电路,还包括输入开关,所述输入开关被配置为隔离所述输入信号以用于DC校准。
5. 根据权利要求4所述的唤醒电路,还包括将所述输入开关耦合到所述输入信号的DC阻断电容器。
6. 根据权利要求5所述的唤醒电路,还包括DC设置电路。
7. 一种用于唤醒电路的方法,所述方法包括:  
将输入信号与第一比较值进行比较,以生成第一比较结果;  
将所述输入信号与第二比较值进行比较,以生成第二比较结果;  
将所述第一比较结果与所述第二比较结果组合,以生成信号;  
将所述信号转换为直流(DC)值;以及  
基于所述DC值来唤醒所述电路。
8. 根据权利要求7所述的方法,还包括缓冲所述DC值以将所述DC值转换为数字电压电平。
9. 根据权利要求8所述的方法,还包括使用反相器来缓冲所述DC值。
10. 根据权利要求7所述的方法,还包括:切换所述输入信号以隔离所述输入信号以用于DC校准。
11. 根据权利要求10所述的方法,还包括:对所述输入信号进行DC滤波,以生成经DC滤波的输入信号。
12. 根据权利要求11所述的方法,还包括对所述经DC滤波的输入信号进行DC设置。
13. 一种唤醒电路,包括:  
用于将输入信号与第一比较值进行比较以生成第一比较结果的部件;  
用于将所述输入信号与第二比较值进行比较以生成第二比较结果的部件;  
用于将所述第一比较结果与所述第二比较结果组合以生成信号的部件;  
用于将所述信号转换为直流(DC)值的部件;以及  
用于基于所述DC值来唤醒正在被监控的电路的部件。
14. 根据权利要求13所述的唤醒电路,还包括用于缓冲所述DC值以将所述DC值转换为数字电压电平的部件。
15. 根据权利要求14所述的唤醒电路,其中用于缓冲所述DC值的部件包括反相器。

16. 根据权利要求13所述的唤醒电路,还包括用于切换所述输入信号以隔离所述输入信号以用于DC校准的部件。

17. 根据权利要求16所述的唤醒电路,还包括用于对所述输入信号进行DC滤波以生成经DC滤波的输入信号的部件。

18. 根据权利要求17所述的唤醒电路,还包括用于对所述经DC滤波的输入信号进行DC设置的部件。

## 唤醒检测器

### [0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2016年1月14日提交的题为“Wake-up Detector for Radio Module”的美国临时申请序列No.62/278,899、于2016年2月3日提交的题为“Wake-up Detector”的美国临时申请序列No.62/290,880和于2016年4月27日提交的题为“Wake-up Detector”的美国专利申请序列No.15/139,756的权益,其通过引用的方式整体明确并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本公开大体涉及通信系统,并且更具体地涉及用于从低功率模式唤醒的无线电模块或其他电子模块的电路。

### 背景技术

[0004] 在一些情况下,当电路未处于使用中时使电路断电可能是有利的。当电路未处于使用中时使该电路断电可以节省电池功率。在一些示例中,节省电池功率可以导致更长的电池寿命。在其他示例中,节省电池功率可以允许设备在仍然提供所要求的电池寿命的同时使用更小的电池。

[0005] 尽管当电路未处于使用中时使电路断电可以是有利的,但是确定何时使断电的电路通电所需的监控电路将通常继续消耗功率。因此,可能有利的是利用使用很少功率来执行监控功能的监控电路。通过使用低功率监控电路并且通过使未处于使用中的电路断电,可以节省电池功率。

### 发明内容

[0006] 下文呈现了一个或多个方面的简化概要以便提供对这些方面的基本理解。该概要不是所有预见到的方面的广泛概述,并且既不旨在标识所有方面的关键或重要元素,也不旨在勾画任何或所有方面的范围。其唯一目的是以简化的形式呈现一个或多个方面的一些构思作为对稍后呈现的更详细的描述的前序。

[0007] 如以上所讨论的,在一些情况下,当电路未处于使用中时使电路断电以节省电池功率可能是有利的。在一些示例中,节省电池功率可以导致更长的电池寿命或者可以允许设备在仍然提供所要求的电池寿命的同时使用更小的电池。如以上所讨论的,尽管当电路未处于使用中时使电路断电可以是有利的,但是确定何时使断电的电路通电所需的监控电路将通常继续消耗功率。因此,可以有利的是利用使用很少功率来执行监控功能的监控电路。

[0008] 在本公开的一个方面中,提供了一种方法和一种装置。该装置是唤醒电路,其包括:第一比较器,其耦合到输入信号并且被配置为将输入信号与第一比较值进行比较。该唤醒电路包括第二比较器,其耦合到输入信号并且被配置为将输入信号与第二比较值进行比较。该唤醒电路还包括异或门。异或门的第一输入耦合到第一比较器的输出。异或门的第二

输入耦合到第二比较器的输出。该唤醒电路还包括可调谐电荷泵,其耦合到异或门的输出并且被配置为将来自异或门的信号转换为直流(DC)值以唤醒正被监控的电路。

[0009] 为了实现前述和相关目的,一个或多个方面包括下文中充分地描述的并且在权利要求书中特别指出的特征。下面的描述和附图详细阐述一个或多个方面的某些说明性特征。然而,这些特征指示其中各种方面的原理可以被采用的各种方式中的仅仅几个方式,并且本说明书旨在包含所有这样的方面及其等效方案。

### 附图说明

[0010] 图1是图示示例电子通信系统的示意图。

[0011] 图2是图示可以在核心模块与无线电模块之间的单个线缆接口上使用的信号的一组示意图。

[0012] 图3是图示根据本文中描述的系统和方法的唤醒电路的示例的示意图。

[0013] 图4是图示根据本文中描述的系统和方法的唤醒电路的示例的示意图。

[0014] 图5是图示根据本文中描述的系统和方法的唤醒电路的示例的示意图。

[0015] 图6是图示根据本文中描述的系统和方法的唤醒电路的示例的示意图。

[0016] 图7是图示可以结合图6的示意图使用的各种电压信号的示意图。

[0017] 图8是图示可以在图3的唤醒电路中使用可配置电荷泵的示例的示意图。

[0018] 图9是图示根据本文中描述的系统和方法的示例方法的流程图。

[0019] 图10是图示根据本文中描述的系统和方法的另一示例方法的流程图。

[0020] 图11是图示根据本文中描述的系统和方法的另一示例方法的流程图。

### 具体实施方式

[0021] 下面结合附图阐述的详细描述旨在作为对各种配置的描述并且不旨在表示本文中描述的构思可以被实践于其中的仅有配置。详细描述包括为了提供对各种构思的透彻理解的目的的具体细节。然而,对于本领域技术人员将显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践这些构思。在一些实例中,公知的结构和组件以框图形式示出以便避免使这样的构思模糊不清。

[0022] 图1是图示示例电子通信系统100的示意图。示例电子通信系统100包括核心模块102、无线电模块104以及单个线缆接口106。核心模块102可以是专用集成电路(ASIC)。ASIC的一个示例是可以包括可以例如被并入到移动电话或其他电子设备中的一个或多个中央处理单元(CPU)或其他功能的电路。例如,核心模块102可以是移动站调制解调器(MSM)。在诸如电子通信系统100的通信系统中,核心模块102可以是主电路/从电路配置中的主电路。类似地,无线电模块104可以是主电路/从电路配置中的从电路。

[0023] 无线电模块104可以包括一个或多个收发机、一个或多个发射机、或者一个或多个接收机。因此,无线电模块104可以发射无线电信号,接收无线电信号,或者提供发射无线电信号和接收无线电信号的组合。例如,无线电模块104可以向移动电话或其他电子通信设备提供收发机功能。无线电模块104可以发射和接收与语音通信、互联网协议(IP)数据传输或其他电磁通信相关的电子信号。

[0024] 在一些示例中,核心模块102可以控制无线电模块104。因此,核心模块102和无线

电模块104可以被连接。在图1图示的示例中,核心模块102和无线电模块104使用单个线缆接口106被连接。因此,核心模块102可以通过单个线缆接口106来控制无线电模块104。单个线缆接口106可以充当耦合器,耦合器被配置为使用固定集合的线缆连接中的至少一个连接将远程唤醒信号耦合在主电路与从电路之间。至少一个连接还可以将第二信号耦合在主电路与从电路之间。

[0025] 在一些示例中,单个线缆接口106可以是单个连接,诸如单个电线连接、单个光纤连接、或另一单个信号连接。各种信号可以在单个线缆连接(例如单个电线连接)上多路复用。在其他的一些示例中,单个线缆接口106可以是包括多个连接的单个线缆。(换言之,尽管本文中描述的系统和方法可以通常被应用于使用单个电线连接的系统,但是这些系统和方法还可以被应用于例如单个线缆中的固定多个连接中的一个或多个个体连接。)单个线缆接口106可以包括核心模块102与无线电模块104之间的多个电线连接、光纤连接、其他信号连接、或者电线连接、光纤连接或其他信号连接的一些组合。然而,单个线缆接口106可以是固定的。换言之,在单个线缆接口106中可以有固定数目的连接,并且可能不能将附加连接添加到单个线缆接口106。然而,通过单个线缆接口106提供附加功能可以是必要的。

[0026] 在一些示例中,电功率可以由一个电池或多个电池提供。因此,电功率可以例如由电池的大小限制。因为电功率可能是有限的,所以可能期望的是节省电功率,例如电池功率。在一些示例中,为了节省电功率,无线电模块104可以被关断。关断无线电模块104可以节省电池功率,这可以允许电池再充电之间的更长阶段。关断无线电模块104还可以允许使用更小的电池,这可以减小重量。附加地,在一些示例中,关断无线电模块104可以提供电池再充电之间的更长阶段和使用更小电池的一些组合。

[0027] 在其中单个线缆接口106是固定的系统中,可能需要附加电路,以使得来自核心模块102的与接通和关断无线电模块104有关的信号可以通过固定的单个线缆接口106连接。因此,固定的单个线缆接口106可以允许核心模块102控制接通和关断无线电模块104。附加电路可以是唤醒电路108。可能需要唤醒电路108,以使得来自核心模块102的信号可以用于接通和关断无线电模块104,例如无线电模块中的无线电组件110。在一些示例中,本文中描述的系统和方法可以使用操作信号,例如跨单个线缆接口被传输的本地振荡器(L0)信号、中频(IF)信号、射频(RF)控制信号、或DC信号,来生成本地唤醒信号。在其他的一些示例中,本文中描述的系统和方法可以使用跨单个线缆接口被传输的专用远程唤醒信号来生成本地唤醒信号。在任一组示例中,相同的单个线缆接口可以用于操作信号和唤醒信号(其中操作信号用于一组示例中的两者)。

[0028] 在一个示例中,无线电模块104可以是60GHz无线电模块。无线电模块104可以与核心模块102分开定位,并且可以根据链路事务而被接通或关断,链路事务例如通过单个线缆接口106发送的用于接通和关断无线电模块104的信号。从功率角度,在空闲阶段期间消耗尽可能少的功率可以是有吸引力的,空闲阶段诸如无线电模块104没有正在发射或接收的阶段。本文中描述的一些示例实施例允许无线电模块(或其他电子电路)的几乎完全断电。通常,在无线电模块104中需要被通电的唯一电路可以是当被触发时启动唤醒流的低功率静噪检测器模块。在一个示例中,低频时钟可以被使用。低频时钟可以提供使示例系统中的电路同步的信号。在一些示例中,低频时钟可以被关断和接通以指示无线电模块何时可以睡眠和无电线模块何时应当醒来。(时钟信号的存在可以使用本文中描述的系统和方法来

确定。)附加地,在包括低速时钟的一些示例中,低频时钟可以由电源模块提供。附加地,因为时钟的频率可能是低的,对利用低频时钟的电路供电所需的功率的进一步减少可以是可能的,因为通常时钟较慢的电路当与时钟较快的类似电路相比时可能使用更少的功率。

[0029] 触发机构可以利用现有控制器,其例如处于核心与(例如无线电模块104上的)无线电芯片之间的核心模块102内。附加地,触发机构可以简单地通过将特定控制器事务从核心芯片向无线电模块104递送而被激活。

[0030] 无线电模块104可以通过单个线缆接口106获得其电压供应。单个线缆接口可以是数据和控制信号在其上从核心模块102向无线电模块104被递送的线缆。为了在空闲阶段期间节约功率,系统可以将到无线电模块104的无线电电源切断。将无线电电源切断可以提供功率节约,但是将无线电电源切断可能要求核心侧上的电源开关,其要求电路卡上的面积并且还增加材料单(BOM)上的项的数目。电路卡上的面积的增加和零件数目的增加可以增加成本。另一选项是关断无线电模块104中的无线电电路。关断无线电电路可以要求保持唤醒电路处于待机模式以便对唤醒请求做出响应。

[0031] 本文中描述的一些示例允许例如无线电模块104上的例如无线电电路的完全断电。一些示例还可以实现保持感测无线电模块104的单个线缆接口106的低功率电路。很低功率电路可以在由通信系统的现有接口中的RF控制器触发时启动唤醒序列。在一些示例中,RF控制信号可以是数字比特序列,诸如125MHz数字比特序列。在其他的一些示例中可以使用具有其他频率的其他数字比特序列。

[0032] 在一些示例中,无线电模块可以包括如本文中描述的专用唤醒检测电路。在断电期间,除了专用检测器和模块DC/DC功率转换器之外,通常所有电路可以被关断。

[0033] 在一个示例中,核心模块102将到无线电模块104的L0信号例如驱动到单个线缆接口106上。核心模块102可以要求稳定时钟作为唤醒序列的部分,例如以生成L0信号和使设备操作同步。

[0034] 在一些示例中,核心模块102或其他电路可以在唤醒之前划分和稳定L0信号。L0信号可以在唤醒之前通过使用滤波和通过使用检测器迟滞而被划分和稳定。在一个示例中,核心模块102可以通过启用RF控制器来开始驱动125MHz时钟。

[0035] 在一个示例中,无线电模块104可以标识RF控制器事务和断言唤醒信号。当唤醒信号被检测到时,唤醒序列可以开始。

[0036] 在一个示例中,现有RF控制器(例如核心模块102)可以通过可以在两端上包括50 $\Omega$ 终端的50 $\Omega$ 同轴接口(例如单个线缆接口106)被连接到无线电模块104。将50 $\Omega$ 终端断开连接可以由于在到比较器312、314(参见图3)的输入处的高栅电容而得到很高阻抗。为了唤醒检测目的,可以有用的是维持高阻抗负载。高阻抗负载可以增加在检测器输入处的幅度。在一个示例中,控制器幅度可以是匹配的负载上的 $\sim 300\text{mV}$ 峰值。在一个示例中,更高的阻抗负载可以得到高达负载上的幅度的双倍,例如 $\sim 600\text{mV}$ 。

[0037] 图2是图示可以在核心模块102与无线电模块104之间的单个线缆接口106上使用的信号的一组示图200。一组示图200包括频率图202。如频率图202中图示的,在一个示例中,信号可以包括DC信号(例如,DC电压)、控制信号(例如以125MHz的频率为中心)、L0(例如以7.5GHz为中心)以及IF信号(例如在13.7GHz与17.1GHz之间)。

[0038] 在频率图202上图示的信号可以被承载在单个线缆接口106上。除了在无线电模块

104正在发射和/或接收射频信号时信号的主要功能外,在频率图202上图示的信号中的一个或多个可以用于控制无线电模块104上的通电序列。例如,在频率图202上图示的DC信号可以将功率从核心模块102提供到无线电模块104。然而,在一个示例中,DC信号还可以用于控制无线电模块104上的通电序列。在其他的一些示例中,在LO或IF频率范围内的信号可以用于在无线电模块正在发射和/或接收射频信号时提供LO或IF信号。附加地,在LO或IF频率范围内的信号还可以用于控制无线电模块104的通电序列。

[0039] 在另一示例中,控制信号可以主要用于在无线电模块104正在发射和/或接收射频信号时控制无线电模块104。控制信号还可以用于控制无线电模块104上的通电序列而不在单个线缆接口106上添加核心模块102与无线电模块104之间的附加连接,单个线缆接口106如以上所讨论的可以是固定的。例如,如图2中图示的,125MHz脉冲串可以通过单个线缆接口106被传输,以指示无线电模块104应当通电。

[0040] 图3是图示根据本文中描述的系统和方法的唤醒电路300的示例的示图。唤醒电路300可以处于参考图1讨论的无线电模块104内。唤醒电路300的示图包括RF电路,诸如LO 302、IF生成器304和RF控制器306。LO 302生成例如处于7.5GHz的LO信号。IF生成器304生成例如在13.7GHz与17.1GHz之间的IF信号。RF控制器306可以生成本地控制信号,该本地控制信号可以在无线电模块104正在发射和/或接收RF信号时控制图1的无线电模块104。LO 302、IF生成器304和RF控制器306被连接到线缆多路复用器(线缆多路复用器)308。线缆多路复用器308可以通过单个线缆接口106从图1的核心模块102接收信号。附加地,线缆多路复用器308可以用于对来自线缆多路复用器308的输出的用于LO 302、IF生成器304和RF控制器306的信号进行多路复用。线缆多路复用器308可以耦合到图1的单个线缆接口106上的连接。

[0041] 在图3的图示示例中,RF控制器306的输入耦合到电路310。电路310可以用于生成信号以唤醒图1的无线电模块104。无线电模块104可以被断电或部分断电以节省电功率,例如电池功率。因此,无线电模块可能需要在无线电模块104需要发射或接收一个RF信号或多个RF信号时被通电。

[0042] 图3的图示示例中的电路310包括两个比较器312、314、两个可配置基准316、318和异或门320。来自(由单个线缆接口106连接的)核心模块102的信号可以通过输入开关322、DC阻断(block)电容器324、以及包括一对电阻器R1、R2的DC设置326而耦合到比较器312、314。

[0043] 输入开关322可以用于将RF控制器信号与比较器312、314连接和断开连接。输入开关322允许输入隔离以用于平稳的DC校准。DC阻断电容器324可以用于对RF控制器信号进行滤波,以阻断RF控制器信号上的任何DC值。DC设置326是电阻器分压器。DC设置326包括充当电压分压器的两个电阻器R1、R2。DC设置326可以用于例如在DC阻断电容器324之后将特定DC值叠加到经滤波的RF控制信号上。由DC设置326叠加的特定DC值是两个电阻器值R1、R2的函数。图3的图示示例中的DC值等于:

$$[0044] \quad V_{DC} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

[0045] 如在图3的示例中图示的,RF控制器306可以输出以接地为中心的方波328。换言之,从图示示例中的RF控制器306输出的方波328可以具有以零伏为中心的在负电压与正电

压之间的电压摆动。负电压的幅度和正电压的幅度可以相等或近似相等。DC阻断电容器324可以从例如方波328的信号中移除或减少任何DC值,从而产生在48处的信号。DC设置326可以用于在由DC阻断电容器滤波之后调节信号,使得信号(例如方波330)在正电压(诸如 $V_{DD}$ )与接地电压(例如0伏)之间摆动。

[0046] 比较器312可以将输入信号与可配置基准316进行比较。例如,可配置基准316的输出可以耦合到比较器312的输入。更具体地,在图3的图示示例中,可配置基准316的输出耦合到比较器312的负输入。当输入信号的电压高于可配置基准316的输出电压时,比较器312的输出350将为高。比较器312、314可以在唤醒电路300的操作期间提供迟滞。在一些示例中,迟滞可以降低在比较器312、314的输出处的假阳性结果的发生率。

[0047] 如图3所示,每个比较器312、314具有可配置基准316、318。这些可配置基准316、318可以服务于两个目的。第一,可配置基准316、318可以用于设置比较器偏移。最小允许基准可以通过使到比较器312、314的输入短路并将基准设置为总是达到‘0’输出水平的最小值来确定。第二,可配置基准316、318可以用于确定检测阈值。不同基准可以被使用在不同环境中,例如不同源供应、线缆长度和/或噪声。因此,不同基准可以允许图3的电路补偿归因于不同源供应、线缆长度和噪声的不同幅度。

[0048] 类似地,比较器314可以将输入信号与可配置基准318进行比较。例如,可配置基准318的输出可以耦合到比较器314的输入。更具体地,在图3的图示示例中,可配置基准318的输出耦合到比较器314的正输入。当输入信号的电压低于可配置基准318的输出电压时,比较器314的输出将为高。

[0049] 比较器312、314的输出350、352可以使用异或门320而被组合。当到异或门320的输入中的一个输入且仅一个输入为真时,异或门320具有“真”输出(“1”/“高”)。因此,当比较器312、314中的任一个具有高输出但是比较器312、314中的两者不都具有高输出时,异或门320的输出为高。因此,异或门320可以用于将“相互排斥”的连续比较组合为单个信号,例如脉冲串。当比较器312、314中的两者均具有低输出350、352以及当比较器312、314中的两者均具有高输出时,异或门320的输出为低。

[0050] 在一个示例中,比较器312、314中的迟滞可以用于抗扰度和失配校正。附加地,调谐可配置基准316、318可以允许在信号被接收时与在本地接通信号被生成时之间的转换速度的一些控制,因为通过改变可配置基准316、318为做出的与方波328进行比较的电压的变化可以影响何时发生切换。(更早的切换可以允许更快的转换速度。)

[0051] (在滤波和DC调平设置之后的)方波328可以分别通过比较器312、314与可配置基准316、318进行比较。比较器312输出方波332。比较器314输出方波334。当方波332和方波334在异或门320中被组合时,得到波形354。如图3所示,方波332和方波334可以与彼此异相,使得波形346在大部分时间处于高值并且仅仅很短地处于低值,例如通常在方波332、334正在切换时处于低值。可配置电荷泵336包括一对电流源338、340。因此,可配置电荷泵336可以提供可以用于将波形354转换为DC值的电流。充电和放电波动可以大体仍然处于信号上,但是可以通过电容器342而被过滤掉。电容器342可以对波形346过滤掉任何高频分量。因此,将波形346耦合到可配置电荷泵336和电容器342可以得到波形346。

[0052] 包括比较器312、314、可配置基准316、318、异或门320、电荷泵336、电容器342、或反相器344的一个或多个组件可以用作唤醒信号生成器,该唤醒信号生成器被配置为基于

检测到耦合在主电路与从电路之间的远程唤醒信号来生成从电路处的本地唤醒信号并利用本地唤醒信号来唤醒从电路。通常,唤醒信号生成器可以包括这些组件中的若干,以便生成本地唤醒信号。

[0053] 例如由波形354表示的异或门320的输出可以控制可配置电荷泵336。在一个示例中,比较器312、314两者的输出可以最初均为低。因此,到异或门320的两个输入可以为低并且异或门320的输出可以最初为低。当异或门320的输出为低时,电荷泵中的电流供应338可以将电流驱动到电容器342。因此,电容器342可以由来自电流源338的电流充电。

[0054] 当输入信号被检测到时,到比较器312的输入可以开始转变 (toggle) 到大于用于比较器312的正阈值。类似地,当输入信号被检测到时,到比较器314的输入可以开始转变到小于用于比较器314的负阈值。因此,比较器312、314的输出开始转变并且异或门320的输出相应地转变。

[0055] 通常,异或门320的输出为高可以比其在异或门320的输出正在切换时为低更长,如由波形354图示的那样。当异或门320的输出为高时,电流源338关断。可配置电荷泵336中的电流源340可以然后对电容器342放电,如下面所讨论的。当电流源340对电容器342放电时,电荷泵336的输出电压可以降低。

[0056] 当通过可配置电荷泵336的电流源340对电容器342放电时,波形346的电压下降到低输入值(例如,在接地与 $V_{DD}$ 之间的点线之下)。因此,到反相器344的输入可以是有效低输入,并且反相器344的输出(通常在通过反相器344的某些延迟之后)可以如由波形347所图示的那样从逻辑低值上升到逻辑高值。反相器344可以将可配置电荷泵输出转换为有效数字电平。在另一示例中,输出缓冲器可以是反相器。

[0057] 图4是图示根据本文中描述的系统和方法的唤醒电路400的示例的示图。唤醒电路400可以处于参考图1讨论的无线电模块104内。图4的示图包括RF电路,其中的一些也被图示在图3中,例如L0 302、IF生成器304和RF控制器306。如以上参考图3所讨论的,L0 302生成L0信号,IF生成器304生成IF信号,并且RF控制器306生成控制信号。L0 302、IF生成器304和RF控制器306被连接到线缆多路复用器308。线缆多路复用器308可以通过单个线缆接口106从图1的核心模块102接收信号。附加地,线缆多路复用器308可以用于对来自线缆多路复用器308的输出的用于L0 302、IF生成器304和RF控制器306的信号进行多路复用。在图4的图示示例中,L0 302的输入耦合到可以用于生成信号以唤醒图1的无线电模块104的电路。L0 302的输入可以通过单个线缆接口106耦合到核心模块102。核心模块102可以通过输入开关406耦合到能量检测器406。在另一示例中,IF 304的输入耦合到电路,例如代替L0 302的输入。IF生成器304的输入可以通过单个线缆接口106耦合到核心模块102。核心模块102可以通过输入开关408耦合到能量检测器。图4的图示示例中的电路包括能量检测器402。能量检测器402可以检测来自从核心模块102输入到L0 302的L0信号的能量。在另一示例中,能量检测器402可以检测来自从核心模块输入到IF生成器304的IF信号的能量。如由能量检测器402确定的、来自L0信号或IF信号的能量存在可以提供无线电模块104应当唤醒的指示。能量检测器402的输出可以由电容器342滤波并由反相器404缓冲。反相器404可以提供一些量的迟滞。迟滞是系统的输出对当前输入和过去输入的基于时间的依赖性。迟滞可以被使用在电子电路中,以防止不想要的快速切换。因此,反相器404中的迟滞可以帮助防止来自能量检测器402的假阳性。

[0058] 包括能量检测器402、电容器342或电容器404的一个或多个组件可以充当唤醒信号生成器,唤醒信号生成器被配置为基于检测到耦合在主电路与从电路之间的远程唤醒信号来生成从电路处的本地唤醒信号并利用本地唤醒信号来唤醒从电路。通常,唤醒信号生成器可以包括这些组件中的若干,以便生成本地唤醒信号。

[0059] L0 302或IF生成器304可以输出以接地为中心的正弦信号414。来自正弦信号414的能量可以由能量检测器402检测。如由能量检测器402检测的、来自正弦信号414的能量的存在可以是无线电模块104应当唤醒的指示。(在一些示例中,图3的反相器也可以具有迟滞)。

[0060] 图5是图示根据本文中描述的系统和方法的唤醒电路500的示例的示图。唤醒电路500可以处于参考图1讨论的无线电模块104内。示图包括RF电路,其中的一些也被图示在图3和图4中,例如L0 302、IF生成器304、RF控制器306、线缆多路复用器308和输入开关322。唤醒电路500提供允许处于任意频率(例如不是L0频率、IF频率或RF控制频率)的唤醒信号的电路500的一个示例。(如以上描述的,L0频率、IF频率或RF控制频率可以结合参考图3-4描述的示例中的一个或多个示例使用。)

[0061] 线缆多路复用器308的输入可以耦合到电路502。例如,线缆多路复用器308的输入可以通过输入滤波器504和通过输入开关322耦合到电路502。图5中图示的输入滤波器504可以是带通滤波器。带通滤波器可以与多路复用器308并联。带通滤波器的频率范围的选择可以允许使用除了L0频率、IF频率或RF控制频率以外的任意频率。例如,带通滤波器的频率范围可以被选择以匹配针对唤醒信号的期望的任意频率。

[0062] 图5的图示示例中的电路502包括首先参考图4讨论的能量检测器402。取决于线缆多路复用器308的状态,即,取决于哪个信号输入在多路复用器处被选择并被路由到多路复用器的输出,能量检测器402可以检测来自L0信号、IF信号或RF控制器信号的能量。通常,能量检测器402可以在L0信号或IF信号被选择时被使用。然而,一些示例可以选择RF控制信号。由能量检测器402检测的能量可以提供无线电模块104应当唤醒的指示。能量检测器402的输出可以由电容器342滤波并由反相器404缓冲。附加地,反相器404可以提供一些量的迟滞。迟滞可以帮助防止来自能量检测器402的假阳性。

[0063] L0 302、IF生成器304或RF控制器可以输出以接地为中心的正弦信号508。来自正弦信号508的能量可以由能量检测器402检测。来自正弦信号508的能量的存在可以是无线电模块104应当唤醒的指示。

[0064] 图6是图示根据本文中描述的系统和方法的示例唤醒电路600的示图。唤醒电路600可以处于参考图1讨论的无线电模块104内。示图图示了可以使用来自单个线缆接口106的DC信号以做出唤醒图1的无线电模块104的确定的一个示例。来自单个线缆接口106的DC信号可以通过一对电阻器R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>连接到比较器604。该对电阻器R<sub>3</sub>、R<sub>4</sub>形成可以划分DC信号V<sub>DD</sub>的电压分压器。划分的电压在图6中被指代为V<sub>SUP</sub>。

$$[0065] \quad V_{SUP} = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

[0066] 电压划分的DC信号产生的V<sub>SUP</sub>可以是到比较器604的正输入线的输入。低功率基准602可以向比较器604的负输入提供电压基准V<sub>REF</sub>。因此,V<sub>SUP</sub>和V<sub>REF</sub>可以由比较器604进行比较。比较器的输出可以基于V<sub>SUP</sub>和V<sub>REF</sub>的比较被生成。在一些示例中,V<sub>DD</sub>的降低可以用于发出

无线电模块104应当被通电并且更具体地无线电组件110应当通电的信号。在一些其他示例中， $V_{DD}$ 的降低可以用于发出通电的信号。在一些其他示例中，例如在断电期间 $V_{DD}$ 的稍微减少跟随着增加到 $V_{DD}$ 上的标称电压可以用于启动通电。在另外的其他示例中，例如在断电期间 $V_{DD}$ 的稍微增加跟随着降低到 $V_{DD}$ 上的标称电压可以用于启动通电。

[0067] 比较器604的输出可以由反相器606缓冲，反相器606也可以提供迟滞以帮助过滤掉可能引起对比较器604的输出的偶然或不想要改变的噪声。包括低功率基准602、比较器604、或反相器606的一个或多个组件可以充当唤醒信号生成器，该唤醒信号生成器被配置为基于检测到耦合在主电路与从电路之间的远程唤醒信号来生成从电路处的本地唤醒信号并利用本地唤醒信号来唤醒从电路。通常，唤醒信号生成器可以包括这些组件中的若干，以便生成本地唤醒信号。

[0068] 图7是图示可以结合图6的示图使用的各种电压信号的示图700。在无线电模块的断电状态期间， $V_{DD}$ 可以仍然是活动的。假设 $V_{DD}$ 是正电压，电压 $V_{SUP}$ 可以高于电压 $V_{REF}$ 。因此，当无线电模块104处于断电状态中时，比较器604的输出可以为高，并且反相器606的输出可以为低。当图1的无线电模块104要被通电时，核心模块102可以暂时使电压 $V_{DD}$ 下降。当电压 $V_{DD}$ 被暂时下降时，电压 $V_{SUP}$ 也将暂时下降，如图7中所指示的。当电压 $V_{SUP}$ 低于电压 $V_{REF}$ 时，比较器604的输出将转变为低值，并且反相器606的输出将转变为高值。当电压 $V_{DD}$ 然后被升高时，电压 $V_{SUP}$ 也将上升，如图7中所指示的。当电压 $V_{SUP}$ 高于电压 $V_{REF}$ 时，比较器604的输出将转变为高值，并且反相器606的输出将转变为低值。

[0069] 图8是图示可以在图3的唤醒电路中使用的示例可配置电荷泵336的示图。回顾图3的讨论，可配置电荷泵336包括电流源338和电流源340。PMOS晶体管802可以提供图3中图示的电流源338。PMOS晶体管802耦合到电压 $V_{DD}$ 并且由输入IN控制。当IN为低时，PMOS晶体管802接通，并且电流可以流过PMOS晶体管802。

[0070] 电流源340可以由NMOS晶体管810、812提供。当IN为高并且组件808中的开关是活动的时，NMOS晶体管810是活动的。NMOS晶体管812由信号rfc控制，取决于组件808中的开关的状态，信号rfc可以根据控制输入(ctrl)和 $V_{CC}$ 而变化。反相器804、806可以对控制输入(ctrl)进行反相和缓冲。因此，rfc信号可以等于控制信号(ctrl)。备选地，取决于组件808中的开关的状态，rfc可以是基于通过反相器806的 $V_{SS}$ 的反相的低值。

[0071] 如以上所讨论的，例如由波形354表示的异或门320的输出可以控制可配置电荷泵336。在一个示例中，比较器312、314两者的输出可以最初均为低。因此，到异或门320的两个输入可以为低并且异或门320的输出可以最初为低。电流供应338可以由PMOS晶体管802提供。PMOS晶体管802可以在PMOS晶体管802接通时将 $V_{DD}$ 连接到电容器342。PMOS晶体管802可以在异或门320的输出为低时接通。因此，电容器342可以利用来自到 $V_{DD}$ 的连接电流充电。

[0072] 当输入信号被检测到时，到比较器312的输入可以开始转变到大于用于比较器312的正阈值。类似地，当输入信号被检测到时，比较器314的输入可以开始转变到小于用于比较器314的负阈值。比较器312、314的输出开始转变并且异或门320的输出相应地转变。

[0073] 如以上所讨论的，通常异或门320的输出为高可以比其在异或门的输出正在切换时为低更长。当异或门320的输出为高时，PMOS晶体管802关断。可配置电荷泵336中的(一个或多个)NMOS晶体管810、812可以然后对电容器342放电，并且跨电容器342的电压可以降低。

[0074] 在一个示例中,可配置电荷泵336的可配置性至少部分地归因于对例如NMOS晶体管810、812的多个NMOS晶体管的并联阵列的使用。使用的NMOS晶体管810、812的数目、使用的NMOS晶体管810、812的大小、或者数目和大小两者的组合可以控制跨电容器342的电压降低的斜率。使用的NMOS晶体管810、812的数目可以是可选择的。(NMOS晶体管810可以是用于配置电荷泵的主要晶体管。在一些示例中,NMOS晶体管810可以通常同时接通并且可以用于启用或禁用到 $V_{SS}$ 的潜在电流路径中的每一个。)

[0075] 跨电容器342的电压降低被图示在波形346中。使用更大数目的NMOS晶体管810、812或更大的NMOS晶体管810、812可以增加从电容器342放电的速度,因为更多的晶体管或更大的晶体管可以通常比更少的晶体管或更小的晶体管承载更多的电流。每个NMOS晶体管810的每个栅极可以由一个或多个控制线 $nctrl[0]$ 、 $nctrl[1]$ 、 $nctrl[2]$ 、 $nctrl[3]$ 控制。示例控制线 $nctrl[0]$ 、 $nctrl[1]$ 、 $nctrl[2]$ 、 $nctrl[3]$ 可以通过开关(图示为单个开关)连接到任一异或320输出,其是可配置电荷泵的输入,例如图8中的“IN”。当NMOS晶体管810被启用并且NMOS晶体管旨在贡献于电容器342的放电时可以使用到IN的连接。备选地,示例控制线 $nctrl[0]$ 、 $nctrl[1]$ 、 $nctrl[2]$ 、 $nctrl[3]$ 可以连接到接地(或来自反相器806的低输出),例如在NMOS晶体管810被禁用时。NMOS晶体管812可以用于启用或禁用到 $V_{SS}$ 的电流路径。

[0076] 启用的NMOS晶体管810和单个PMOS晶体管802可以连接到异或门320输出(图8中的“IN”)。波形346上的斜率可以基于电容器342的放电。电容器342的放电的斜率可以取决于PMOS晶体管802与NMOS晶体管的比率(或通过PMOS晶体管802的电流与通过NMOS晶体管的电流的比率)。

[0077] 可配置电荷泵336可以将比较器312、314的信号(例如脉冲串(波形346))转换为DC值(346)。可配置电荷泵336可以是可调谐的。PMOS晶体管802和(一个或多个)可调谐NMOS晶体管810、812可以调节充电和放电路径关系,从而允许更慢或更快的脉冲-DC转换。对于更快的检测或补偿,可以使用更大的NMOS器件(或更多的NMOS晶体管810、812)。如果虚假报警发生,则较小的NMOS器件(或更少的NMOS晶体管)可以用于减慢机构的响应。对于校准,每个比较器312、314可以被分开校准。

[0078] 在一些示例中,实施例用作嵌入无线电模块(例如60GHz无线电模块)中的 $<50\mu A$ 电流消耗的低功率唤醒检测器。低功率唤醒检测器可以在断电模式期间保持操作,同时芯片的剩余部分可以被关断。低功率唤醒检测器的操作可以基于来自用于启动通电序列的匹配的 $50\Omega$ 源的125MHz的方波信号(例如,图3的方波328)。一些示例可以消除核心边缘中的外部板上功率开关,因为使用本文中描述的系统和方法,无线电模块104不需要使用开关来断电。本文中描述的系统和方法可以仍然允许具有很低电流消耗的无线电模块104的深度断电模式。

[0079] 唤醒电路(300)的一些示例包括耦合到输入信号(348)的第一比较器(312)。第一比较器(312)被配置为将输入信号(348)与第一比较值(316)进行比较。该示例包括耦合到输入信号(348)的第二比较器(314)。第二比较器(314)被配置为将输入信号(348)与第二比较值(318)进行比较。该示例包括异或门(320)。异或门(320)的第一输入耦合到第一比较器(350)的输出。异或门(320)的第二输入耦合到第二比较器(352)的输出。该示例还包括可配置电荷泵(336),其耦合到异或门(320)的输出并被配置为将来自异或门(320)的信号(例

如,脉冲串(354))转换为DC值(346)以唤醒正在被监控的电路。(如本文中所描述的,唤醒正在被监控的电路的“DC值”包括例如异或门320的输出以及DC值的电平移位的、滤波的或以其他方式处理的版本。

[0080] 该示例可以包括被配置为将DC值转换为数字电压电平(347)的缓冲器(344)。缓冲器(344)可以是反相器(344)。该示例还可以包括被配置为隔离输入信号以用于DC校准的输入开关(322)。该示例还可以包括将输入开关(322)耦合到输入信号(328)的DC阻断电容器(324)。该示例还可以包括DC设置电路(326)。

[0081] 一些示例唤醒电路包括固定集合的线缆连接(106),以使用固定集合的线缆连接(106)中的至少一个连接将远程唤醒信号(328)耦合在主电路(102)与从电路(104)之间。从电路(104)检测耦合在主电路(102)与从电路(104)之间的远程唤醒信号(328)。从电路(104)基于检测到耦合在主电路(102)与从电路(347)之间的远程唤醒信号(328)来生成(320)本地唤醒信号(354、346、347)。该示例基于本地唤醒信号(354、346、347)来唤醒从电路(104)。

[0082] 至少一个连接还将第二信号(328)耦合在主电路(102)与从电路(104)之间。(第一信号可以是被生成以使无线电模块通电的L0、IF或RF控制信号。第二信号可以是在无线电模块的操作期间被生成的L0、IF或RF控制信号。)

[0083] 该示例可以将第二信号(328)耦合在主电路(302)与从电路(304)之间至少当从电路(304)处于唤醒状态时的时间段。该示例可以将输入信号(348)与第一比较值(326)进行比较以生成第一比较结果(350)。该示例可以将输入信号(348)与第二比较值(318)进行比较以生成第二比较结果(352)。该示例可以将第一比较结果(350)和第二比较结果(352)组合以生成信号,例如脉冲串(354)。

[0084] 在一个示例中,检测远程唤醒信号(328)还可以包括使用能量检测器(402)检测来自远程唤醒信号的能量。在一个示例中,远程唤醒信号包括DC电压( $V_{DD}$ )。在一个示例中,检测远程唤醒信号(328)还包括检测DC电压( $V_{DD}$ 、 $V_{SUP}$ )。在一个示例中,远程唤醒信号包括RF控制信号(306)。在一个示例中,远程唤醒信号包括IF信号(304)。在一个示例中,远程唤醒信号包括L0信号(302)。在示例中,远程唤醒信号选择性地包括RF控制信号(306)、IF信号(304)、或L0信号(302)中的一个。在一个示例中,线缆多路复用器(308)可以选择RF控制信号(306)、IF信号(304)、或L0信号(302)中的一个作为远程唤醒信号。附加地,一个示例可以对远程唤醒信号(302、304、306)进行滤波(324、504)。

[0085] 图9是图示根据本文中描述的系统和方法的示例方法的流程图900。该方法可以被实现在唤醒电路(300)中以唤醒断电的电路(104)。框902,将输入信号(348)与第一比较值(316)进行比较(312),以生成第一比较结果(350)。被比较的输入值可以是L0信号(302)、IF信号(304)、或RF控制信号(306)。被比较的输入值可以由电容器324进行DC滤波并且由电阻器 $R_1$ 和 $R_2$ 进行DC设置。

[0086] 框904,将输入信号(348)与第二比较值(318)进行比较(314),以生成第二比较结果(352)。被比较的输入值可以是L0信号(302)、IF信号(304)、或RF控制信号(306)。被比较的输入值可以由电容器324进行DC滤波并且由电阻器 $R_1$ 和 $R_2$ 进行DC设置。

[0087] 框906,将第一比较结果(350)和第二比较结果(352)组合(320),以生成信号,例如脉冲串(354)。第一比较结果(350)和第二比较结果(352)可以使用异或门320或其他逻辑电

路被组合。

[0088] 框908,将信号(354)转换(336)为DC值(346)。例如脉冲串的信号可以由可配置电荷泵336转换,可配置电荷泵336可以包括电流源338、340。

[0089] 框910,基于DC值(346)来唤醒断电的电路(104)。例如,DC值(346)或DC值的数字版本(347)可以用于唤醒无线电模块104。如本文中描述的,如权利要求中使用的术语DC值包括DC值(346)以及DC值(346)的经滤波的、DC移位的或以其他方式处理的版本。

[0090] 在一些示例中,该方法还可以包括缓冲(344)DC值(346)以将DC值转换为数字电压电平(346)。缓冲(344)DC值(346)可以包括使用反相器来缓冲(344)DC值(346)。一些示例可以包括切换(322)输入信号以隔离输入信号以用于DC校准。

[0091] 图10是图示根据本文中描述的系统和方法的示例方法的流程图1000。该方法可以被实现在唤醒电路(300、400、400、600)中以唤醒断电的电路(104)。框1002使用固定集合的线缆连接(106)中的至少一个连接将远程唤醒信号(328)耦合在主电路(102)与从电路(104)之间。至少一个连接(106)还将第二信号耦合在主电路(102)与从电路(104)之间。第二信号可以在主电路(102)与从电路(104)之间被耦合至少当从电路(104)处于唤醒状态时的时间段。

[0092] 框1004在从电路(104)处检测(300)耦合在主电路(102)与从电路(104)之间的远程唤醒信号(328)。在一些示例中,检测远程唤醒信号(328)可以包括使用能量检测器(402)检测来自远程唤醒信号的能量。远程唤醒信号可以是DC电压( $V_{DD}$ )。因此,在一个示例中,检测远程唤醒信号可以包括检测DC电压( $V_{DD}$ )。在另一示例中,远程唤醒信号可以是RF控制信号(306)。在另一示例中,远程唤醒信号可以是IF信号(304)。在另一示例中,远程唤醒信号可以是L0信号(302)。远程唤醒信号可以选择性地为RF控制信号(306)、IF信号(304)、或L0信号(302)中的一个。在一个示例中,检测远程信号可以包括选择(308)RF控制信号(306)、IF信号(304)、或L0信号(302)中的一个作为远程唤醒信号(328)。一些示例可以对远程唤醒信号进行滤波(324、504)。

[0093] 框1006基于检测到耦合在主电路(102)与从电路(104)之间的远程唤醒信号(328)来生成(320)从电路(104)处的本地唤醒信号(346、412)。远程唤醒信号(328)可以由参考图3-图6和图8描述的电路生成。

[0094] 框1008基于本地唤醒信号(346、412)来唤醒从电路(104)。由参考图3-图6和图8描述的电路生成的唤醒信号(346、412)可以用于唤醒电路,诸如图1的无线电模块104。

[0095] 图11是图示根据本文中描述的系统和方法的示例方法的流程图1100。图11的方法可以与图10的方法一起使用。图11的方法包括图9的方法的步骤的子集,其可以被应用于图10的方法。该方法可以被实现在唤醒电路(300)中以唤醒断电的电路(104)。更具体地,图11的流程图1100涉及检测远程唤醒信号(328)。框1102将输入信号(348)与第一比较值(316)进行比较(312)以生成第一比较结果(350)。

[0096] 框1104将输入信号(348)与第二比较值(314)进行比较(312)以生成第二比较结果(352)。

[0097] 框1106将第一比较结果(350)和第二比较结果(352)组合以生成信号(例如脉冲串信号(354))。

[0098] 在一些示例中,唤醒电路(300)包括用于将输入信号与第一比较值(316)进行比较

以生成第一比较结果 (350) 的部件 (312)。该示例包括用于将输入信号与第二比较值 (318) 进行比较以生成第二比较结果 (352) 的部件 (318)。该示例包括用于将第一比较结果 (350) 与第二比较结果 (352) 组合以生成脉冲串信号 (354) 的部件 (320)。该示例包括用于将脉冲串信号转换为DC值 (346) 的部件 (336)。该示例包括用于基于DC值 (346) 来唤醒电路 (104) 的部件 (346)。

[0099] 该示例可以包括用于缓冲DC值 (346) 以将DC值 (346) 转换为数字电压电平 (347) 的部件 (344)。在一些示例中,用于缓冲DC值 (346) 的部件 (344) 可以是反相器。该示例可以包括用于切换输入信号以隔离输入信号以用于DC校准的部件 (322)。该示例可以包括用于对输入信号进行DC滤波以生成经DC滤波的输入信号 (348) 的部件 (324)。该示例可以包括用于对经DC滤波的输入信号 (348) 进行DC设置的部件 (326)。

[0100] 一些示例包括用于使用固定集合的线缆连接 (106) 中的至少一个连接将远程唤醒信号 (328) 耦合 (106) 在主电路 (102) 与从电路 (104) 之间的部件 (106)。至少一个连接 (106) 还将第二信号 (328) 耦合在主电路 (102) 与从电路 (104) 之间。该示例包括用于在从电路 (104) 处检测耦合在主电路 (102) 与从电路 (104) 之间的远程唤醒信号 (328) 的部件 (300)。该示例包括用于基于检测到耦合在主电路 (102) 与从电路 (104) 之间的远程唤醒信号 (328) 来生成从电路 (104) 处的本地唤醒信号 (346) 的部件 (320)。该示例包括用于基于本地唤醒信号 (346) 来唤醒从电路 (104) 的部件 (346)。

[0101] 该示例可以包括用于将输入信号与第一比较值 (316) 进行比较以生成第一比较结果 (350) 的部件 (312)。该示例可以包括用于将输入信号与第二比较值 (318) 进行比较以生成第二比较结果 (352) 的部件 (314)。该示例可以包括用于将第一比较结果 (350) 与第二比较结果 (352) 组合以生成信号 (例如脉冲串信号 (354)) 的部件 (320)。

[0102] 该示例可以包括用于选择RF控制信号 (306)、IF信号 (304)、或LO信号 (302) 中的一个作为远程唤醒信号的部件 (308)。附加地,该示例可以包括用于对远程唤醒信号 (328) 进行滤波的部件 (324、504)。

[0103] 本文中描述的系统和方法可以允许例如DC、控制、LO或IF的相同线缆连接被分别用于唤醒信号和用于DC、控制、LO或IF连接。另外,在一些示例中,本文中描述的系统和方法可以允许例如DC、控制、LO或IF的相同信号分别被用作唤醒信号和用于DC信号、控制信号、LO信号或IF信号。

[0104] 应当理解的是,所公开的过程/流程图中的框的特定顺序或分层是示例性方案的图示。基于设计偏好,应当理解的是过程/流程图中的框的特定顺序或分层可以被重新布置。另外,一些框可以被组合或省略。随附的方法权利要求以样例顺序呈现各个框的元件,并且不旨在限于所呈现的特定顺序或分层。

[0105] 先前描述被提供以使得本领域任何技术人员能够实践本文中描述的各种方面。对这些方面的各种修改对于本领域技术人员而言将是显而易见的,并且本文中限定的通用原理可以被应用到其他方面。因此,权利要求不旨在限于其中示出的方面,而是要赋予与语言要求一致的完整范围,其中对单数的元件的引用不旨在意指“一个且仅仅一个”,除非明确如此陈述,而是相反为“一个或多个”。词语“示例性”在本文中用于意指“用作示例、实例或说明”。本文中被描述为“示例性”的任何方面不必被理解为超越其他方面的优选或优势。除非另行明确陈述,否则术语“一些”是指一个或多个。诸如“A、B或C中的至少一个”、“A、B或C

中的一个或多个”、“A、B和C中的一个或多个”和“A、B、C或其任何组合”的组合包括A、B和/或C的任何组合,并且可以包括多个A、多个B或多个C。具体地,诸如“A、B或C中的至少一个”、“A、B或C中的一个或多个”、“A、B和C中的至少一个”、“A、B和C中的一个或多个”和“A、B、C或其任何组合”的组合可以是仅A、仅B、仅C、A和B、A和C、B和C、或A和B和C,其中任何这种组合可以包含A、B或C中的一个或多个成员。在本公开中描述的对于本领域普通技术人员已知或稍后将知晓的各个方面的元件的所有结构和功能等价物通过引用明确地并入本文并且旨在由权利要求书涵盖。此外,本文公开的内容都不旨在专用于公众,无论这种公开是否明确记载在权利要求书中。词语“模块”、“机构”、“元件”、“设备”等等可以不是对词语“部件”的替代。因此,要求保护的元件不应被理解为部件加功能,除非元件使用词语“用于.....的部件”明确记载。

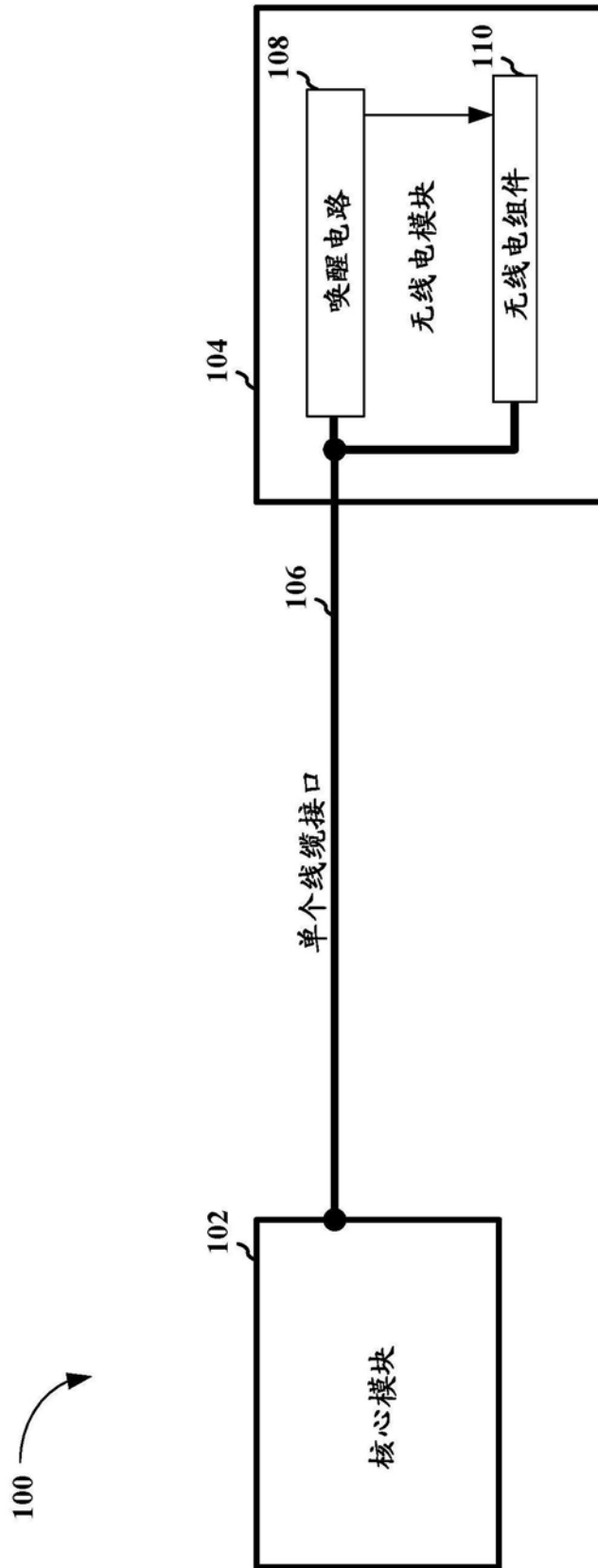


图1

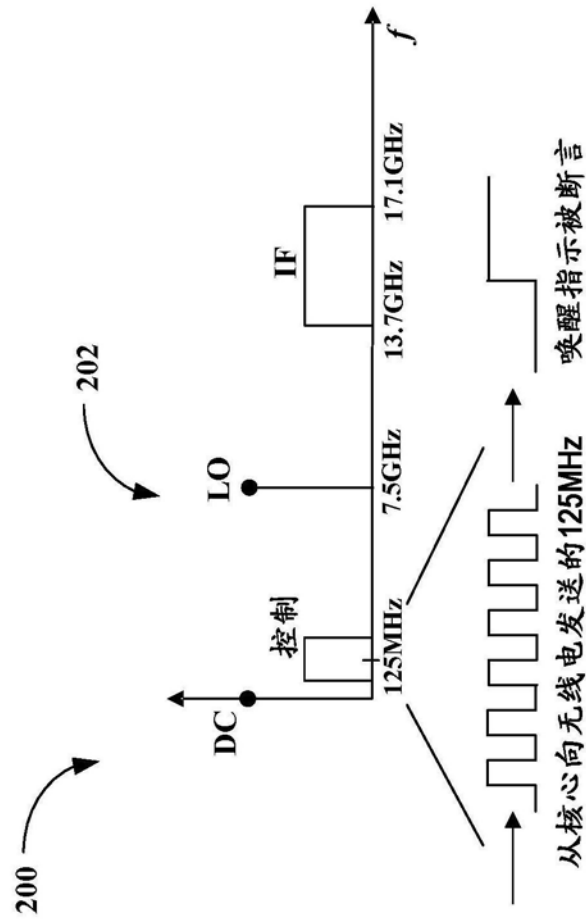


图2

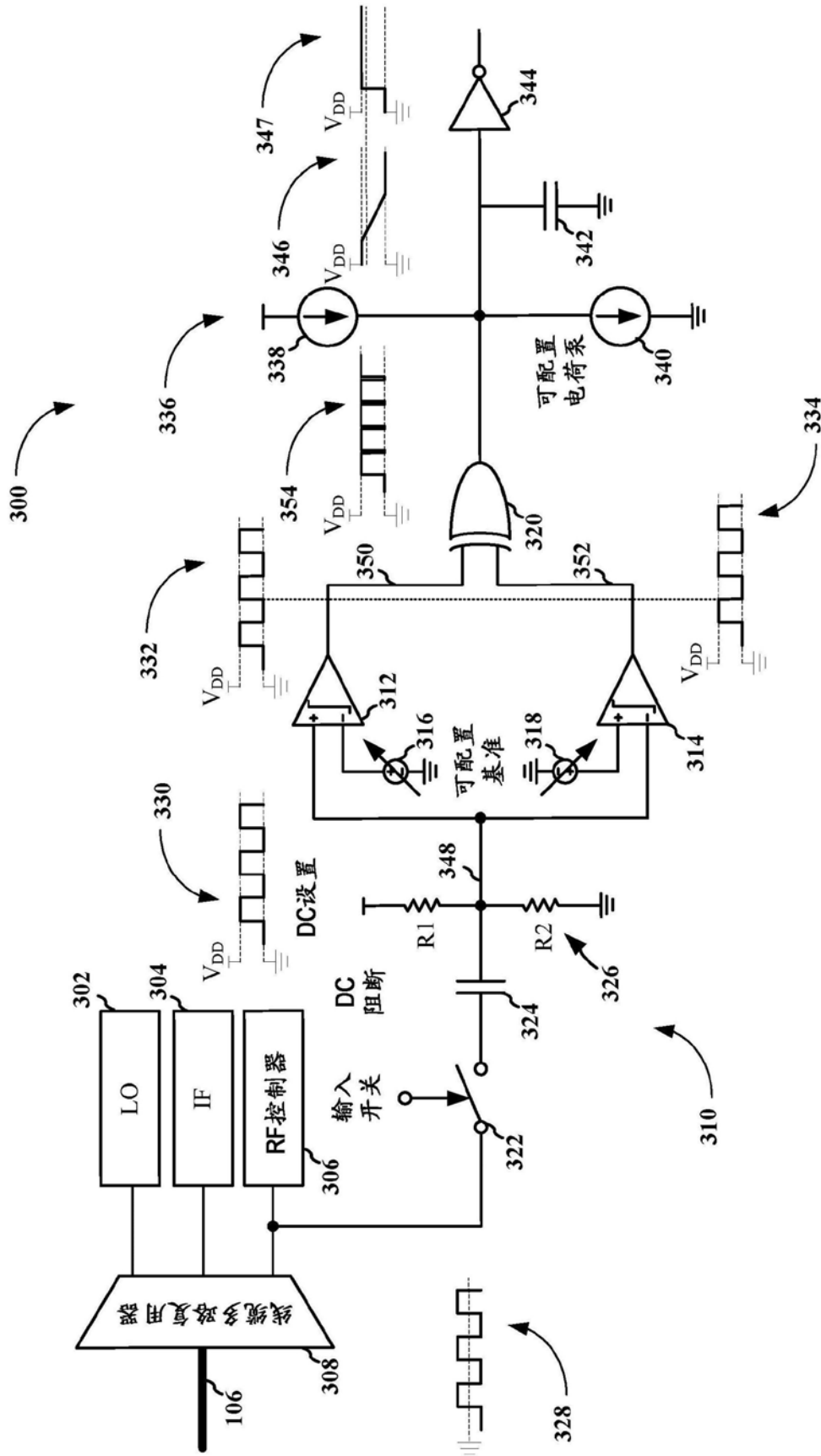


图3

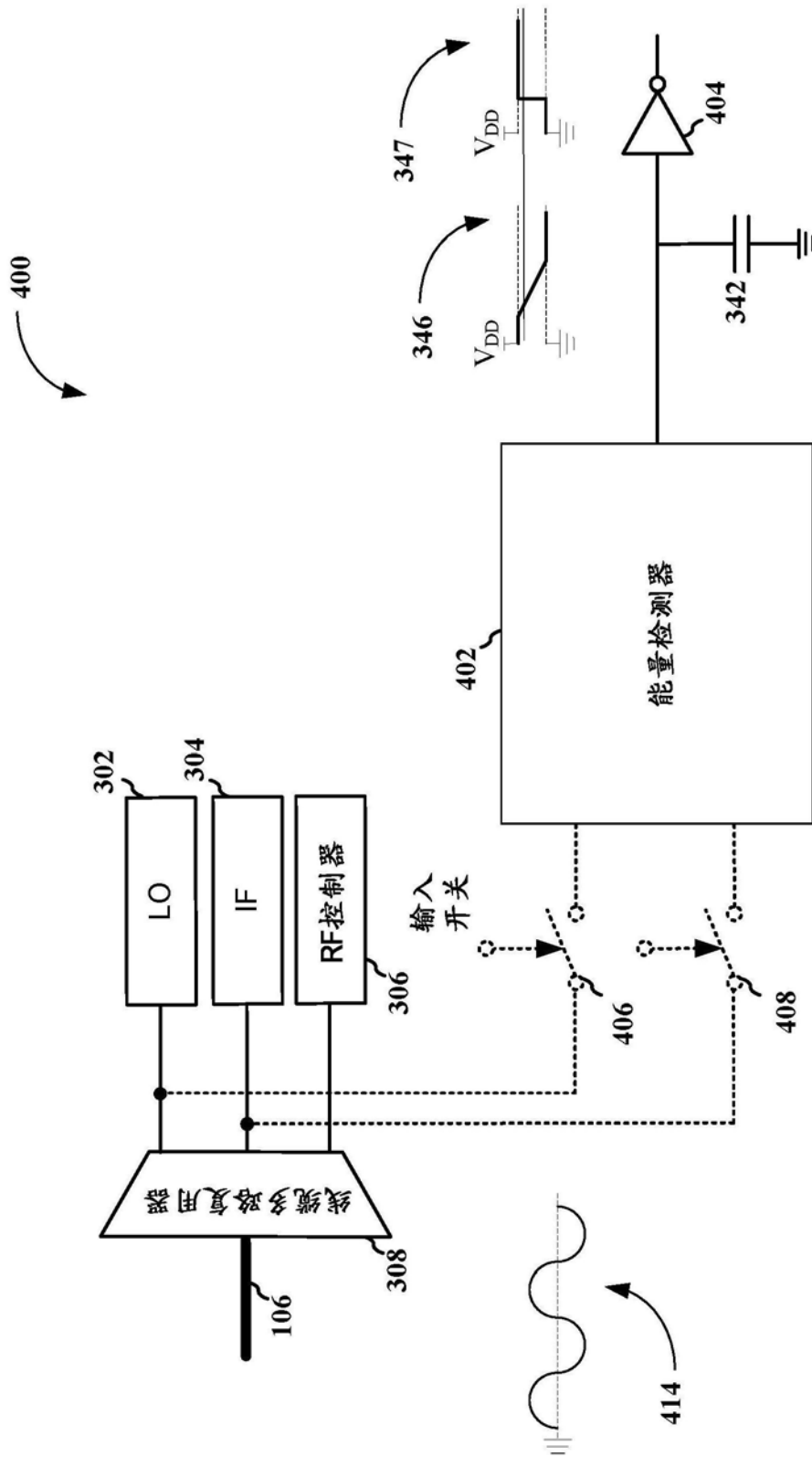


图4

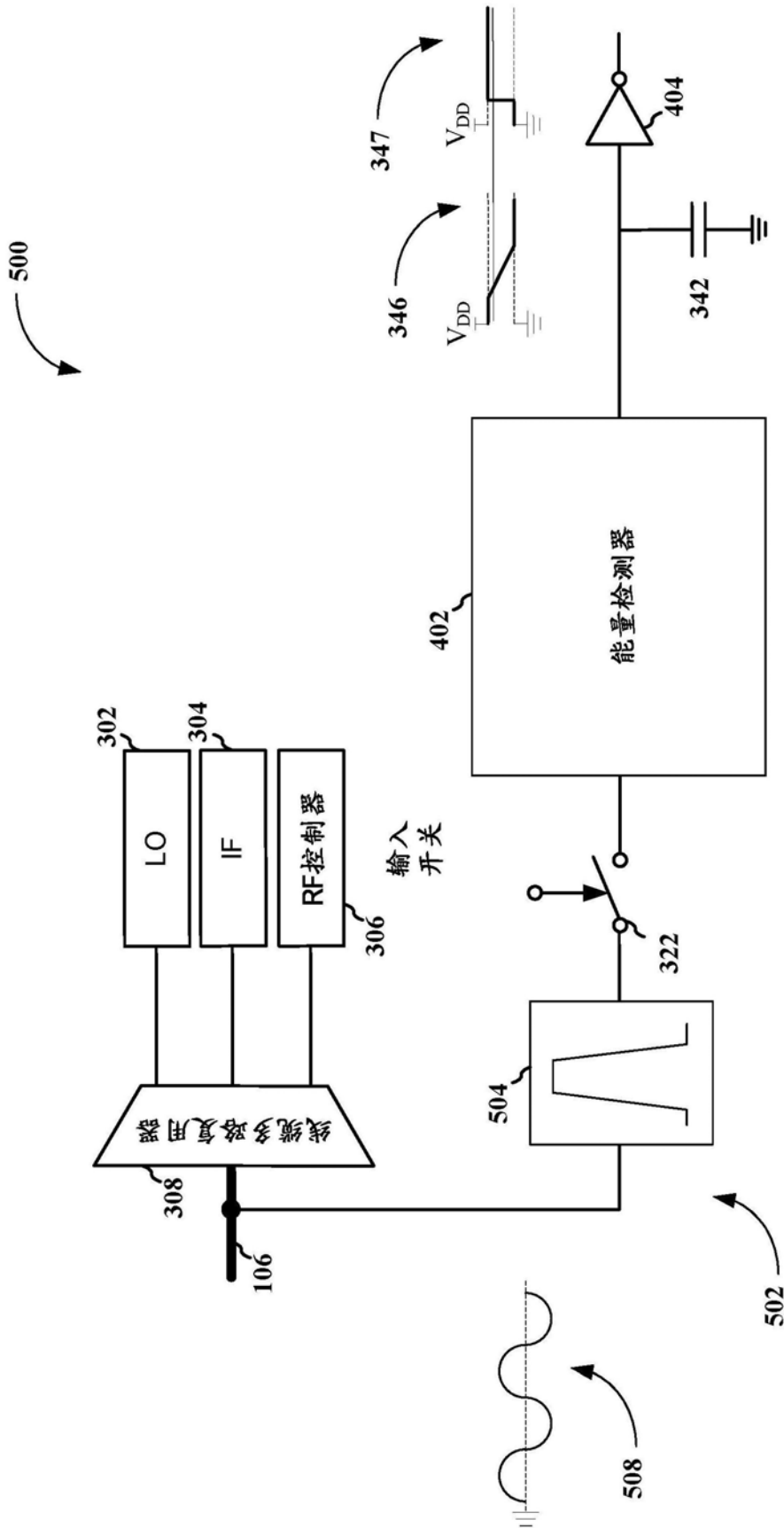


图5

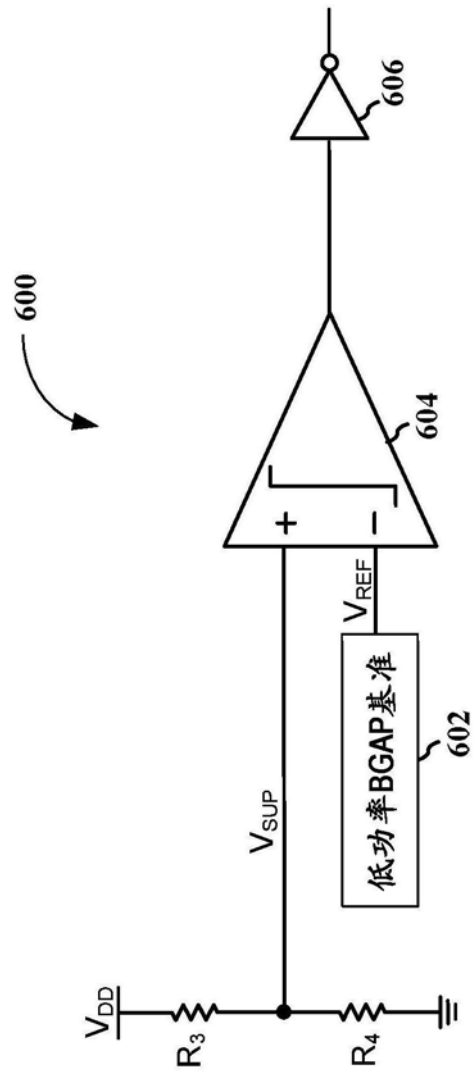


图6

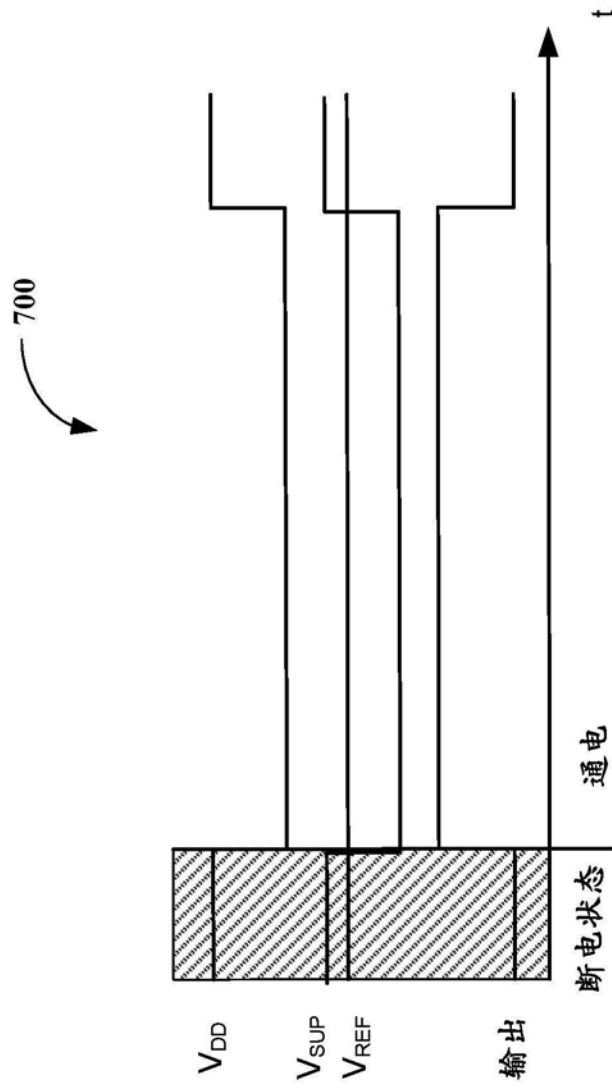


图7

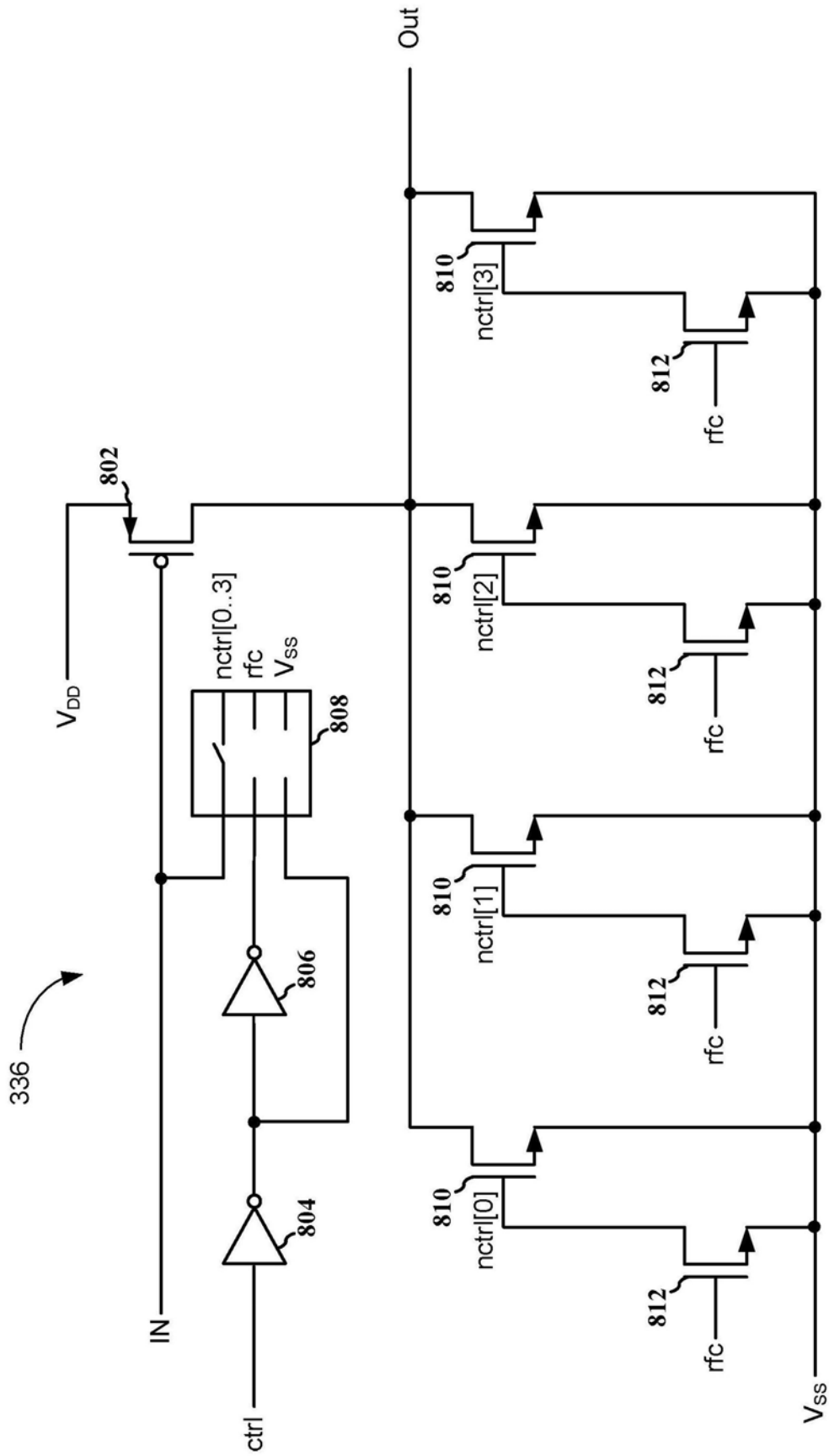


图8

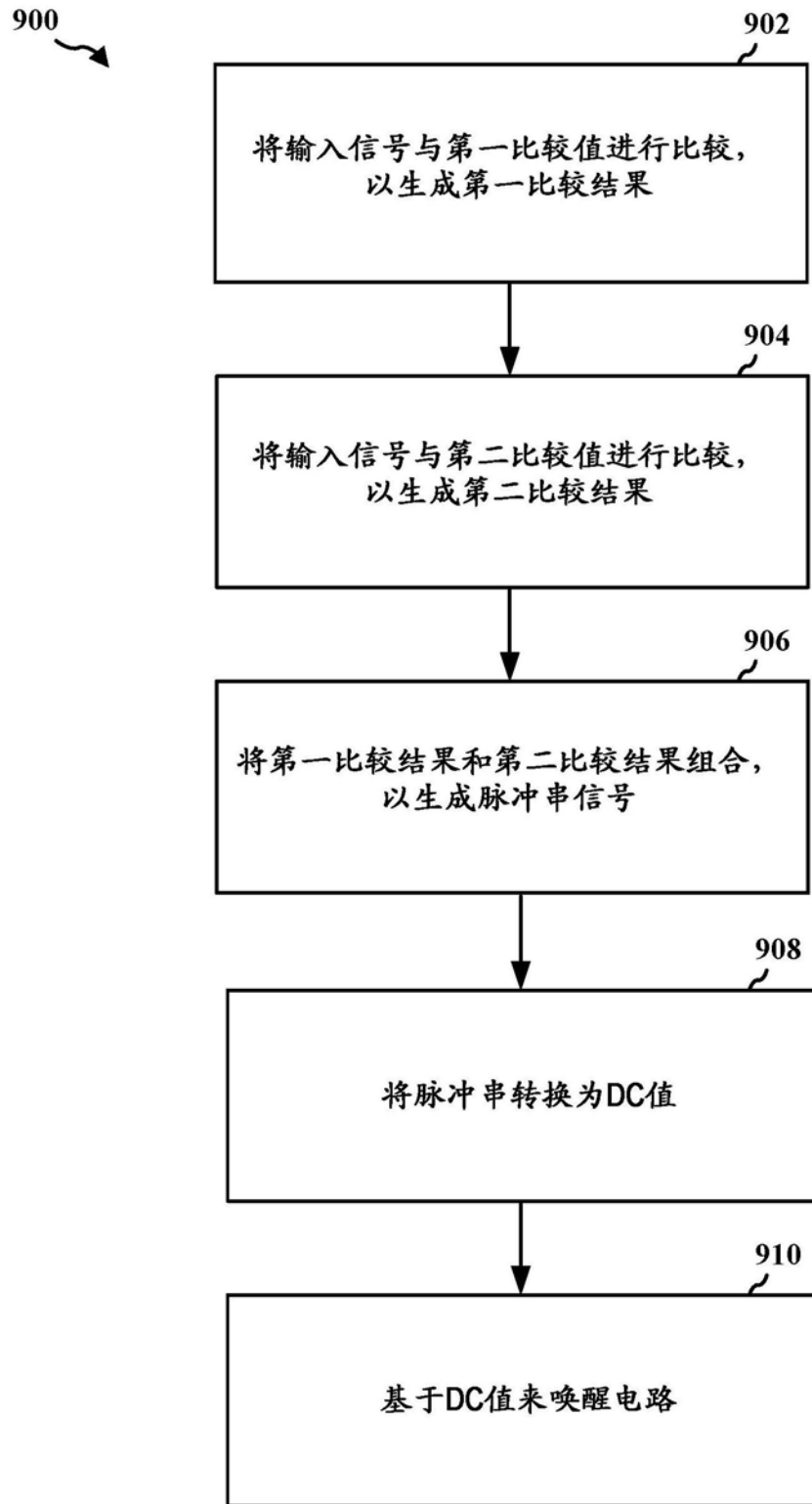


图9

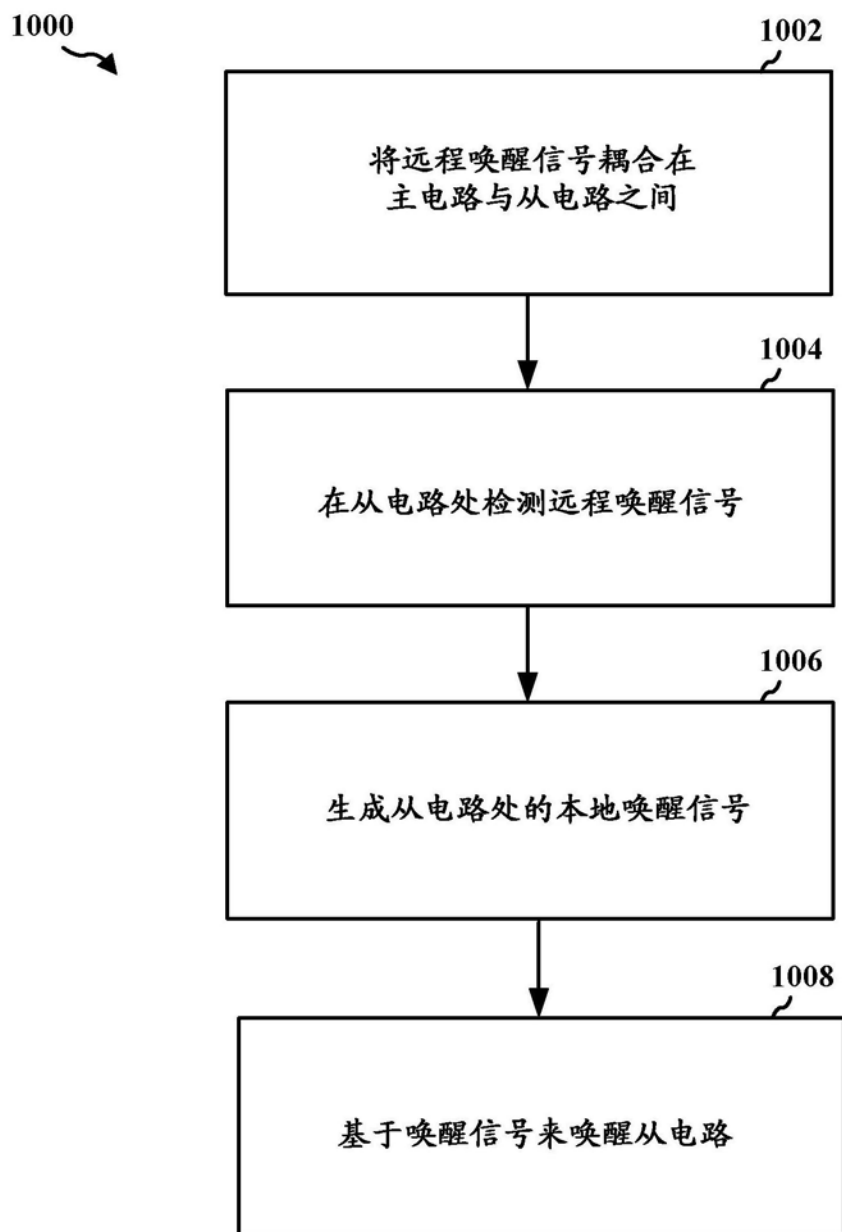


图10

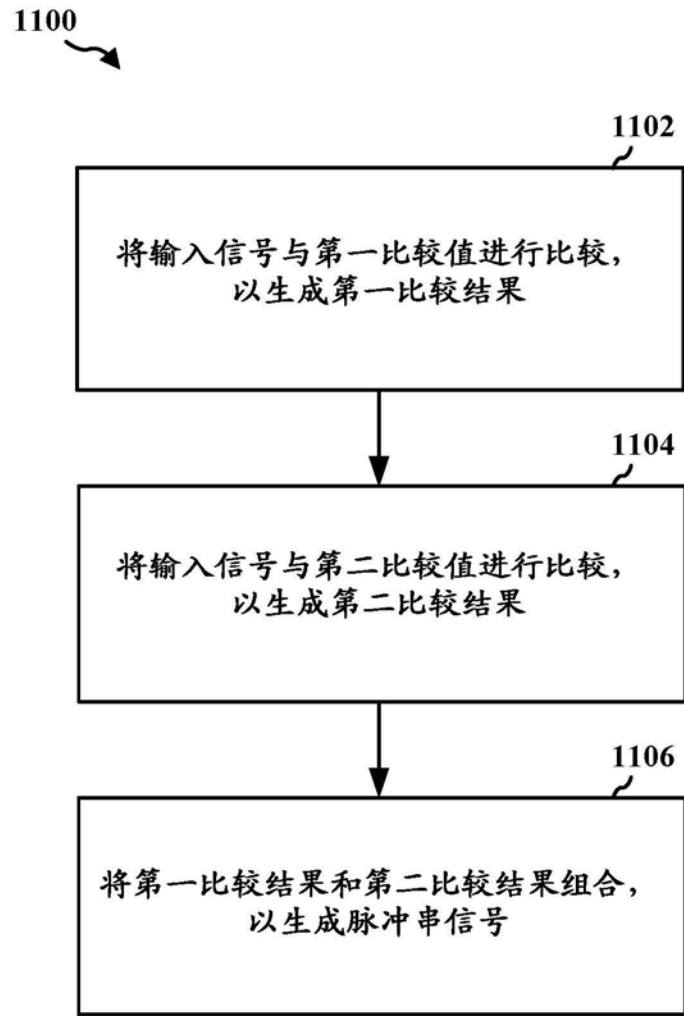


图11