(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115768345 A
(43)申请公布日 2023.03.07

(21)申请号 202180040957.7

(22)申请日 2021.06.07

(30)优先权数据
63/036,302 2020.06.08 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.12.07

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2021/036258 2021.06.07

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/252397 EN 2021.12.16

(71)申请人 优林克实验室公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 J·沙特哈德 M·韦伯

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
专利代理师 付秋瑜 于静

(51)Int.Cl.
A61B 5/0205(2006.01)

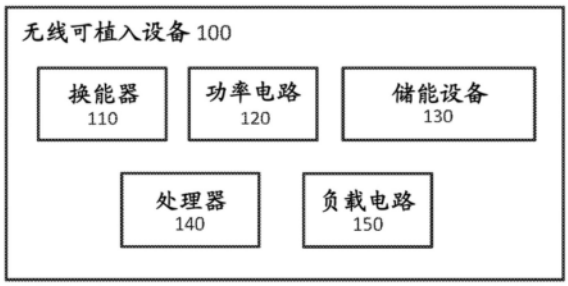
权利要求书9页 说明书35页 附图12页

(54)发明名称

用于无线能量管理的系统、设备和方法

(57)摘要

本文描述了用于无线设备的高能效操作的系统、设备和方法。在一些变体中,无线监视器可以包括被配置为以第一分辨率测量患者的生理参数的传感器。处理器可以被配置为基于以第一分辨率所测量的患者的生理参数,生成生理参数数据。该传感器可以被配置为至少部分地基于该生理参数数据,以第二分辨率测量患者的生理参数。



CN 115768345 A

1.一种无线监视器,包括:

传感器,被配置为以第一分辨率测量患者的生理参数;以及

处理器,被配置为基于以所述第一分辨率所测量的所述患者的生理参数,生成生理参数数据,

其中,所述传感器被配置为至少部分地基于所述生理参数数据,以第二分辨率测量所述患者的所述生理参数。

2.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述第一分辨率包括以下中的一项或多项:所述生理参数的幅度,所述生理参数的定时,每样本的比特数量,电压,电流,采样率,采样时长,样本数量,过采样率(OSR),频率,相位,阻抗,以及滤波器截止频率。

3.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述第二分辨率包括以下中的一项或多项:所述生理参数的幅度,所述生理参数的定时,每样本的比特数量,电压,电流,采样率,采样时长,样本数量,过采样率(OSR),频率,相位,阻抗,以及滤波器截止频率。

4.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,以所述第一分辨率测量所述生理参数比以所述第二分辨率测量所述生理参数消耗更少的能量。

5.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述无线监视器被植入患者体内。

6.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述传感器被配置为以预定的重复间隔周期性地以所述第一分辨率测量所述患者的所述生理参数。

7.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述生理参数包括以下中的一项或多项:心内压,血管内压,血压,血流速度,血流量,血氧水平,心率,呼吸率,温度,电压,电流,阻抗,神经信号,以及心音。

8.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,以所述第一分辨率和所述第二分辨率所测量的生理参数包括数字比特。

9.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述生理参数数据包括数字比特。

10.根据权利要求1所述的无线监视器,进一步包括:存储器,被配置为存储以下中的一项或多项:以所述第一分辨率所测量的生理参数,以所述第二分辨率所测量的生理参数,所述生理参数数据,以及分辨率数据。

11.根据权利要求1所述的无线监视器,进一步包括:无线发射器,被配置为向无线设备无线地发送以下中的一项或多项:以所述第一分辨率所测量的生理参数,以所述第二分辨率所测量的生理参数,所述生理参数数据,以及分辨率数据。

12.根据权利要求11所述的无线监视器,其中,所述无线设备是被配置为与所述无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。

13.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述传感器包括以下中的一项或多项:压力传感器,速度传感器,流量传感器,血氧传感器,温度传感器,阻抗传感器,电传感器,心率传感器,呼吸率传感器,神经传感器,音频传感器,前端放大器,滤波器,模数转换器,比较器,参考发生器,电源发生器,数字控制器,定时器电路,振荡器,以及时钟电路。

14.根据权利要求1所述的无线监视器,其中,所述传感器包括所述传感器的分辨率设置。

15.根据权利要求14所述的无线监视器,其中,所述处理器被配置为至少部分地基于所述生理参数数据,调整所述传感器的所述分辨率设置。

16.根据权利要求14所述的无线监视器，其中，所述分辨率设置包括以下中的一项或多项：每样本的比特数量，电压，电流，采样率，采样时长，样本数量，过采样率(OSR)，频率，相位，阻抗，以及滤波器截止频率。

17.根据权利要求14所述的无线监视器，进一步包括：存储器，被配置为存储所述传感器的所述分辨率设置。

18.根据权利要求14所述的无线监视器，进一步包括：无线发射器，被配置为向无线设备无线地发送所述传感器的所述分辨率设置。

19.根据权利要求18所述的无线监视器，其中，所述无线设备是被配置为与所述无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。

20.一种监视患者的方法，包括：

使用无线监视器以第一分辨率测量所述患者的生理参数；

基于以所述第一分辨率所测量的生理参数，生成生理参数数据；

至少部分地基于所述生理参数数据，使用所述无线监视器以第二分辨率测量所述患者的所述生理参数；以及

至少部分地基于以所述第二分辨率所测量的生理参数，估计所述患者的生理状态。

21.根据权利要求20所述的方法，其中，所述第一分辨率包括以下中的一项或多项：所述生理参数的幅度，所述生理参数的定时，每样本的比特数量，电压，电流，采样率，采样时长，样本数量，过采样率(OSR)，频率，相位，阻抗，以及滤波器截止频率。

22.根据权利要求20所述的方法，其中，所述第二分辨率包括以下中的一项或多项：所述生理参数的幅度，所述生理参数的定时，每样本的比特数量，电压，电流，采样率，采样时长，样本数量，过采样率(OSR)，频率，相位，阻抗，以及滤波器截止频率。

23.根据权利要求20所述的方法，其中，以所述第一分辨率测量所述生理参数比以所述第二分辨率测量所述生理参数消耗更少的能量。

24.根据权利要求20所述的方法，其中，所述无线监视器被植入患者体内。

25.根据权利要求20所述的方法，进一步包括：以预定的重复间隔周期性地以所述第一分辨率测量所述患者的所述生理参数。

26.根据权利要求20所述的方法，其中，所述生理参数包括以下中的一项或多项：心内压，血管内压，血压，血流速度，血流量，血氧水平，心率，呼吸率，温度，电压，电流，阻抗，神经信号，以及心音。

27.根据权利要求20所述的方法，其中，生成生理参数数据包括：将以所述第一分辨率所测量的生理参数与第一阈值进行比较。

28.根据权利要求20所述的方法，其中，生成生理参数数据包括：计算以所述第一分辨率的多个生理参数测量的以下中的一项或多项：均值，中值，总和，最小值，以及最大值。

29.根据权利要求28所述的方法，其中，生成生理参数数据包括：将以所述第一分辨率的所述多个生理参数测量的以下中的一项或多项与第二阈值进行比较：所述均值，所述中值，所述总和，所述最小值，以及所述最大值。

30.根据权利要求20所述的方法，进一步包括：至少部分地基于以下中的一项或多项，检测生理事件：以所述第一分辨率所测量的生理参数，以及所述生理参数数据。

31.根据权利要求30所述的方法，其中，所检测的生理事件包括以下中的一项或多项：

心律失常，心房颤动，室性心动过速，睡眠呼吸暂停，异常高血压，异常低血压，异常压力变化，异常心率，以及异常心率变异性。

32.根据权利要求20所述的方法，进一步包括：在所述无线监视器的存储器中存储以下中的一项或多项：以所述第一分辨率所测量的生理参数，以所述第二分辨率所测量的生理参数，所述生理参数数据，以及分辨率数据。

33.根据权利要求20所述的方法，进一步包括：从所述无线监视器向无线设备无线地发送以下中的一项或多项：以所述第一分辨率所测量的生理参数，以所述第二分辨率所测量的生理参数，所述生理参数数据，以及分辨率数据。

34.根据权利要求33所述的方法，其中，所述无线设备包括被配置为与所述无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。

35.一种无线电池充电系统，包括：

换能器，被配置为接收无线功率；

第一功率电路，被耦接到所述换能器，并被配置为恢复由所述换能器接收的所述无线功率的至少一部分；

电容器，被耦接到所述第一功率电路，并被配置为将从所述第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分存储为电容器能量；以及

电池，被耦接到所述电容器，并被配置为在没有接收到所述无线功率期间使用所述电容器能量的至少一部分来充电。

36.根据权利要求35所述的系统，其中，所述电池被配置为在接收所述无线功率时使用从所述第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分来充电。

37.根据权利要求35所述的系统，进一步包括：第二功率电路，被耦接到所述电容器，并被配置为在没有接收到所述无线功率期间对所述电池充电之前，调节所述电容器能量的所述至少一部分。

38.根据权利要求36所述的系统，进一步包括：第二功率电路，被耦接到所述第一功率电路，并被配置为在接收所述无线功率时对所述电池充电之前，调节从所述第一功率电路所恢复的无线功率的所述至少另一部分。

39.根据权利要求35所述的系统，进一步包括：

第二功率电路，被耦接到所述换能器，并被配置为恢复从所述换能器所接收的无线功率的至少另一部分，

其中，所述电池被配置为在接收所述无线功率时使用从所述第二功率电路所恢复的无线功率的至少一部分来充电。

40.根据权利要求35或38中任一项所述的系统，进一步包括：第三功率电路，被耦接到所述第一功率电路，并被配置为在将从所述第一功率电路所恢复的无线功率的所述至少一部分在所述电容器中存储为电容器能量之前，调节从所述第一功率电路所恢复的无线功率的所述至少一部分。

41.根据权利要求35所述的系统，进一步包括：被耦接在所述电容器与所述电池之间的至少第一开关，其中，所述至少第一开关被配置为在没有接收到所述无线功率期间接通。

42.根据权利要求38或39中任一项所述的系统，进一步包括：被耦接在所述第二功率电路与所述电池之间的至少第二开关，其中，所述至少第二开关被配置为在接收所述无线功

率时接通。

43.根据权利要求35所述的系统,其中,所述电池具有小于约100毫瓦时的容量。

44.根据权利要求35所述的系统,其中,所述电容器的电容在约0.1nF与约100μF之间。

45.根据权利要求35所述的系统,其中,所述电容器以第一速率存储所恢复的无线功率,并且所述电池以第二速率使用所述电容器能量来充电,所述第一速率大于所述第二速率。

46.根据权利要求35所述的系统,其中,所述第一功率电路包括以下中的一项或多项:AC-DC转换器,可重新配置的AC-DC转换器,整流器,可重新配置的整流器,DC-DC转换器,可重新配置的DC-DC转换器,线性稳压器,开关稳压器,开关电容稳压器,以及限压器。

47.根据权利要求35所述的系统,进一步包括:电池充电电路,其被耦接到所述电池,并被配置为对所述电池充电。

48.根据权利要求47所述的系统,其中,所述电池充电电路包括以下中的一项或多项:恒压充电电路,恒流充电电路,涓流充电电路,脉冲充电电路,DC-DC转换器,可重新配置的DC-DC转换器,线性稳压器,开关稳压器,开关电容稳压器,以及被配置为在充电期间限制所述电池的电压的限压器。

49.根据权利要求35所述的系统,其中,所述换能器包括声换能器,并且所述无线功率包括声功率。

50.根据权利要求49所述的系统,其中,所述声换能器包括超声换能器,并且所述声功率包括超声功率。

51.一种对电池进行无线充电的方法,包括:

使用换能器接收无线功率;

使用第一功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分;

将从所述第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量;以及

在没有接收到所述无线功率期间使用所述电容器能量的至少一部分来对所述电池充电。

52.根据权利要求51所述的方法,进一步包括:在接收所述无线功率时使用从所述第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分来对所述电池充电。

53.根据权利要求51所述的方法,进一步包括:在没有接收到所述无线功率期间对所述电池充电之前,使用第二功率电路调节所述电容器能量的所述至少一部分。

54.根据权利要求52所述的方法,进一步包括:在接收所述无线功率时对所述电池充电之前,使用第二功率电路调节从所述第一功率电路所恢复的无线功率的所述至少另一部分。

55.根据权利要求51所述的方法,进一步包括:

使用第二功率电路恢复从所述换能器所接收的无线功率的至少另一部分;以及

在接收所述无线功率时使用从所述第二功率电路所恢复的无线功率的至少一部分来对所述电池充电。

56.根据权利要求51或54中任一项所述的方法,进一步包括:在将从所述第一功率电路所恢复的无线功率的所述至少一部分在所述电容器中存储为电容器能量之前,使用第三功

率电路调节从所述第一功率电路所恢复的无线功率的所述至少一部分。

57.根据权利要求51所述的方法,其中,所述电池具有小于约100毫瓦时的容量。

58.根据权利要求51所述的方法,其中,所述电容器的电容在约0.1nF与约100μF之间。

59.根据权利要求51所述的方法,进一步包括:使用与所述换能器在物理上分开设置的无线设备向所述换能器发射所述无线功率。

60.根据权利要求51所述的方法,其中,所述换能器包括声换能器,并且所述无线功率包括声功率。

61.根据权利要求60所述的方法,其中,所述声换能器包括超声换能器,并且所述声功率包括超声功率。

62.一种无线可植入设备,包括:

储能设备,被配置为向所述无线可植入设备供电;

负载电路,被耦接到所述储能设备,并被配置为执行预定功能;以及

被耦接到所述储能设备的处理器,所述处理器被配置为测量储能设备参数,并至少部分地基于所测量的储能设备参数,生成模式选择信号,

其中,所述负载电路被配置为基于所述模式选择信号,在第一模式或第二模式下执行所述预定功能。

63.根据权利要求62所述的设备,其中,所述储能设备包括以下中的一项或多项:电池,以及电容器。

64.根据权利要求62所述的设备,进一步包括:

换能器,被配置为接收无线功率;

功率电路,被耦接到所述换能器,并被配置为恢复所接收的无线功率的至少一部分;以及

被耦接到所述功率电路和所述储能设备的功率检测器电路,所述功率检测器电路被配置为生成用于以下中的一项或多项的一个或多个电源电压:所述负载电路,以及所述处理器。

65.根据权利要求64所述的设备,其中,所述功率检测器电路包括以下中的一项或多项:功率ORing电路,功率组合电路,功率选择电路,二极管,以及开关。

66.根据权利要求64所述的设备,其中,所述功率检测器电路进一步被配置为测量以下中的一项或多项:储能设备参数,以及功率电路参数。

67.根据权利要求62或权利要求66所述的设备,其中,所述储能设备参数包括以下中的一项或多项:电池电压,电池电流,电池阻抗,电池充电状态,电池放电深度,电池容量,电池能量,电池功率,以及电池温度。

68.根据权利要求62或权利要求66所述的设备,其中,所述储能设备参数包括以下中的一项或多项:电容器电压,电容器电流,电容器阻抗,电容器充电状态,电容器放电深度,电容器能量,以及电容器温度。

69.根据权利要求66所述的设备,其中,所述功率电路参数包括以下中的一项或多项:功率电路电压,功率电路电流,功率电路阻抗,功率电路功率,功率电路存储的能量,以及功率电路温度。

70.根据权利要求62所述的设备,其中,在所述第一模式下的所述负载电路被配置为在

没有来自外部设备的信号时执行所述预定功能。

71.根据权利要求62所述的设备,其中,在所述第二模式下的所述负载电路被配置为响应于从外部设备接收到信号,执行所述预定功能。

72.根据权利要求62所述的设备,其中,所述预定功能包括以下中的一项或多项:测量生理参数,测量所述无线可植入设备的参数,控制所述无线可植入设备,提供刺激,以及提供对患者的治疗。

73.根据权利要求72所述的设备,其中,所述生理参数包括以下中的一项或多项:心内压,血管内压,血压,血流速度,血流,血氧水平,心率,呼吸率,温度,电压,电流,阻抗,神经信号,以及心音。

74.根据权利要求62所述的设备,其中,所述储能设备具有小于约100毫瓦时的容量。

75.根据权利要求62所述的设备,进一步包括:被耦接到所述功率电路的电容器,其中,所述功率电路被配置为将能量存储在所述电容器中。

76.根据权利要求62所述的设备,其中,所述处理器包括以下中的一项或多项:储能监视电路,电池监视电路,比较器,以及数字逻辑。

77.根据权利要求62所述的设备,其中,所述处理器被配置为由以下中的一项或多项供电:所述储能设备,以及所述功率电路。

78.根据权利要求62所述的设备,其中,所述换能器包括声换能器,并且所述无线功率包括声功率。

79.根据权利要求78所述的设备,其中,所述声换能器包括超声换能器,并且所述声功率包括超声功率。

80.一种操作无线可植入设备的方法,包括:

测量所述无线可植入设备的储能设备的储能设备参数;

基于所测量的储能设备参数,生成模式选择信号;以及

基于所述模式选择信号,配置负载电路在第一模式或第二模式下执行预定功能。

81.根据权利要求80所述的方法,其中,所述储能设备包括以下中的一项或多项:电池,以及电容器。

82.根据权利要求80所述的方法,其中,在所述第一模式下的所述负载电路被配置为在没有来自外部设备的信号时执行所述预定功能。

83.根据权利要求80所述的方法,其中,在所述第二模式下的所述负载电路被配置为响应于来自外部设备的信号,执行所述预定功能。

84.根据权利要求80所述的方法,其中,所述预定功能包括以下中的一项或多项:测量生理参数,测量所述无线可植入设备的参数,控制所述无线可植入设备,提供刺激,以及提供对患者的治疗。

85.根据权利要求84所述的方法,其中,所述生理参数包括以下中的一项或多项:心内压,血管内压,血压,血流速度,血流,血氧水平,心率,呼吸率,温度,电压,电流,阻抗,神经信号,以及心音。

86.根据权利要求80所述的方法,其中,所述储能设备具有小于约100毫瓦时的容量。

87.根据权利要求80所述的方法,进一步包括:

使用所述无线可植入设备的换能器接收无线功率;

使用所述无线可植入设备的功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分;以及

使用所述无线可植入设备的功率检测器电路生成用于所述负载电路的一个或多个电源电压。

88.根据权利要求87所述的方法,进一步包括:使用所述功率检测器电路测量以下中的一项或多项:储能设备参数,以及功率电路参数。

89.根据权利要求80或88中任一项所述的方法,其中,所述储能设备参数包括以下中的一项或多项:电池电压,电池电流,电池阻抗,电池充电状态,电池放电深度,电池容量,电池能量,电池功率,以及电池温度。

90.根据权利要求80或88中任一项所述的方法,其中,所述储能设备参数包括以下中的一项或多项:电容器电压,电容器电流,电容器阻抗,电容器充电状态,电容器放电深度,电容器能量,以及电容器温度。

91.根据权利要求88所述的方法,其中,所述功率电路参数包括以下中的一项或多项:功率电路电压,功率电路电流,功率电路阻抗,功率电路功率,以及功率电路存储的能量。

92.根据权利要求87所述的方法,进一步包括:使用所述功率电路在所述无线可植入设备的电容器中存储能量。

93.根据权利要求87所述的方法,其中,所述功率检测器电路包括以下中的一项或多项:功率ORing电路,功率组合电路,功率选择电路,二极管,以及开关。

94.根据权利要求87所述的方法,其中,所述换能器包括声换能器,并且所述无线功率包括声功率。

95.根据权利要求94所述的方法,其中,所述声换能器包括超声换能器,并且所述声功率包括超声功率。

96.一种无线可植入设备,包括:

换能器,被配置为接收无线信号;

被耦接到所述换能器的唤醒接收器电路,所述唤醒接收器电路被配置为响应于所述无线信号,生成唤醒信号;

处理器,被配置为基于定时器信号,生成用于所述唤醒接收器电路的触发信号;以及

储能设备,被配置为向所述唤醒接收器电路和所述处理器供电;

其中,所述唤醒接收器电路被配置为仅在接收到所述触发信号时进行操作。

97.根据权利要求96所述的设备,其中,所述储能设备包括以下中的一项或多项:电池,以及电容器。

98.根据权利要求97所述的设备,其中,所述电池具有小于约100毫瓦时的容量。

99.根据权利要求96所述的设备,其中,所述处理器包括定时器电路,所述定时器电路被配置为生成所述定时器信号。

100.根据权利要求96所述的设备,其中,所述触发信号包括具有预定的重复间隔的周期性波形。

101.根据权利要求100所述的设备,其中,所述预定的重复间隔小于或等于由所述换能器接收的所述无线信号的时长。

102.根据权利要求96所述的设备,进一步包括:被耦接到所述储能设备的功率电路,所述功率电路被配置为生成用于向所述唤醒接收器电路和所述处理器供电的一个或多个电

源电压。

103.根据权利要求96所述的设备，其中，由被配置为与所述无线可植入设备在物理上分开设置的无线设备发送所述无线信号。

104.根据权利要求96所述的设备，其中，所述换能器包括声换能器，并且所述无线信号包括声信号。

105.根据权利要求104所述的设备，其中，所述声换能器包括超声换能器，并且所述声信号包括超声信号。

106.一种可植入设备，包括：

储能设备，被配置为向所述可植入设备供电；

储能监视电路，被配置为监视一个或多个储能设备参数；以及

处理器，被配置为基于对所述一个或多个储能设备参数的监视，生成用于所述储能监视电路的触发信号，

其中，所述储能监视电路被配置为仅在接收到所述触发信号时进行操作。

107.根据权利要求106所述的设备，其中，所述储能设备包括以下中的一项或多项：电池，以及电容器。

108.根据权利要求107所述的设备，其中，所述电池具有小于约100毫瓦时的容量。

109.根据权利要求106所述的设备，其中，所述处理器包括定时器电路。

110.根据权利要求106所述的设备，其中，所述触发信号包括具有预定的重复间隔的周期性波形。

111.根据权利要求106所述的设备，其中，所述一个或多个储能设备参数包括以下中的一项或多项：电池电压，电池电流，电池阻抗，电池充电状态，电池放电深度，电池容量，电池能量，电池功率，以及电池温度。

112.根据权利要求106所述的设备，其中，所述一个或多个储能设备参数包括以下中的一项或多项：电容器电压，电容器电流，电容器阻抗，电容器充电状态，电容器放电深度，电容器能量，以及电容器温度。

113.根据权利要求106所述的设备，其中，所述处理器进一步被配置为估计一个或多个储能设备参数。

114.根据权利要求113所述的设备，其中，所述处理器被配置为至少部分地基于对所述一个或多个储能设备参数的估计，生成所述触发信号。

115.根据权利要求106所述的设备，进一步包括：被耦接到所述储能设备的功率电路，所述功率电路被配置为生成用于向所述储能监视电路和所述处理器供电的一个或多个电源电压。

116.一种心血管压力监视方法，包括：

使用被植入患者体内的无线监视器测量心血管压力；

测量所述患者的至少一个其他生理参数；以及

至少部分地基于所述心血管压力和所述患者的所述至少一个其他生理参数，确定患者状态。

117.根据权利要求116所述的方法，进一步包括：将所测量的心血管压力与所述其他生理参数的测量同步。

118.根据权利要求117所述的方法，其中，由被配置为与所述无线监视器在物理上分开设置的外部设备执行同步。

119.根据权利要求116所述的方法，其中，所述其他生理参数包括以下中的一项或多项：患者活动，心率，心率变异性，呼吸率，胸阻抗，心音，体温，血压，血流量，血流速度，血氧水平，以及血糖水平。

120.根据权利要求116所述的方法，其中，由被配置为与所述无线监视器在物理上分开设置的外部设备执行测量所述患者的所述至少一个其他生理参数。

121.根据权利要求116所述的方法，其中，使用被植入所述患者体内的第二无线监视器执行测量所述患者的所述至少一个其他生理参数。

122.根据权利要求116所述的方法，其中，使用被植入所述患者体内的所述无线监视器执行测量所述患者的所述至少一个其他生理参数。

123.根据权利要求116所述的方法，进一步包括：使用所述无线监视器的处理器对所测量的心血管压力进行数字化。

124.根据权利要求123所述的方法，进一步包括：从所述无线监视器向无线设备无线地发送经数字化的心血管压力。

125.根据权利要求124所述的方法，其中，所述无线设备包括被配置为与所述无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。

126.根据权利要求124所述的方法，其中，使用以下中的一项或多项来执行所述无线发送：声信号，超声信号，以及射频信号。

用于无线能量管理的系统、设备和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2020年6月8日提交的美国临时申请No.63/036,302的优先权,其内容通过引用而全部并入本文中。

技术领域

[0003] 本文的设备、系统和方法涉及无线设备的高能效操作,包括但不限于无线监视患者的一个或多个生理参数。

背景技术

[0004] 植入患者体内的无线监视器可以监视生理信号(例如,血压、血流、神经动作电位等)或刺激组织(例如,神经、肌肉等)。这些设备可以接收由可以给电池充电的外部无线设备提供的无线功率。植入式无线监视器可具有受限的空间来容纳电池,这可能会限制无线监视器的功能和/或性能。因此,针对无线设备的高能效操作和无线监视患者的一个或多个生理参数中的一个或多个,可能需要额外的设备、系统和方法。

发明内容

[0005] 本文描述了用于无线能量管理(包括但不限于无线可植入设备的高能效且可靠操作)和/或用于监视患者的系统、设备和方法。在一些变体中,无线监视器可以包括:传感器,其被配置为以第一分辨率测量患者的生理参数;以及处理器,其被配置为基于以第一分辨率所测量的患者的生理参数,生成生理参数数据,其中,该传感器可以被配置为至少部分地基于该生理参数数据,以第二分辨率测量患者的生理参数。

[0006] 在一些变体中,第一分辨率可以包括以下中的一项或多项:生理参数的幅度、生理参数的定时、每样本的比特数量、电压、电流、采样率、采样时长、样本数量、过采样率(OSR)、频率、相位、阻抗、滤波器截止频率、及其组合等。在一些变体中,第二分辨率可以包括以下中的一项或多项:生理参数的幅度、生理参数的定时、每样本的比特数量、电压、电流、采样率、采样时长、样本数量、过采样率(OSR)、频率、相位、阻抗、滤波器截止频率、及其组合等。

[0007] 在一些变体中,以第一分辨率测量生理参数可以比以第二分辨率测量生理参数消耗更少的能量。在一些变体中,该无线监视器可以被植入患者体内。在一些变体中,传感器可以被配置为以预定的重复间隔周期性地以第一分辨率测量患者的生理参数。在一些变体中,生理参数可以包括以下中的一项或多项:心内压、血管内压、血压、血流速度、血流量、血氧水平、心率、呼吸率、温度、电压、电流、阻抗、神经信号、心音、及其组合等。

[0008] 在一些变体中,以第一分辨率和第二分辨率所测量的生理参数可以包括数字比特。在一些变体中,生理参数数据可以包括数字比特。在一些变体中,该无线监视器可以进一步包括存储器,其被配置为存储以下中的一项或多项:以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数、生理参数数据、分辨率数据、及其组合等。在一些变体中,该无线监视器可以进一步包括无线发射器,其被配置为向无线设备无线地发送以下中的一

项或多项:以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数、生理参数数据、分辨率数据、及其组合等。在一些变体中,无线设备可以是被配置为与无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。

[0009] 在一些变体中,传感器可以包括以下中的一项或多项:压力传感器、速度传感器、流量传感器、血氧传感器、温度传感器、阻抗传感器、电传感器、心率传感器、呼吸率传感器、神经传感器、音频传感器、前端放大器、滤波器、模数转换器、比较器、参考发生器、电源发生器、数字控制器、定时器电路、振荡器、时钟电路、及其组合等。

[0010] 在一些变体中,传感器可以包括传感器的分辨率设置。在一些变体中,处理器可以被配置为至少部分地基于生理参数数据,调整传感器的分辨率设置。在一些变体中,分辨率设置可以包括以下中的一项或多项:每样本的比特数量、电压、电流、采样率、采样时长、样本数量、过采样率(OSR)、频率、相位、阻抗、滤波器截止频率、及其组合等。在一些变体中,该无线监视器可以进一步包括存储器,其被配置为存储传感器的分辨率设置。在一些变体中,该无线监视器可以进一步包括无线发射器,其被配置为向无线设备无线地发送传感器的分辨率设置。在一些变体中,无线设备可以是被配置为与无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。

[0011] 本文还描述了监视患者的方法。在一些变体中,监视患者的方法可以包括:使用无线监视器以第一分辨率测量患者的生理参数;基于以第一分辨率所测量的生理参数,生成生理参数数据;至少部分地基于该生理参数数据,使用无线监视器以第二分辨率测量患者的生理参数;以及至少部分地基于以第二分辨率所测量的生理参数,估计患者的生理状态。

[0012] 在一些变体中,第一分辨率可以包括以下中的一项或多项:生理参数的幅度、生理参数的定时、每样本的比特数量、电压、电流、采样率、采样时长、样本数量、过采样率(OSR)、频率、相位、阻抗、滤波器截止频率、及其组合等。在一些变体中,第二分辨率可以包括以下中的一项或多项:生理参数的幅度、生理参数的定时、每样本的比特数量、电压、电流、采样率、采样时长、样本数量、过采样率(OSR)、频率、相位、阻抗、滤波器截止频率、及其组合等。

[0013] 在一些变体中,以第一分辨率测量生理参数可以比以第二分辨率测量生理参数消耗更少的能量。在一些变体中,该无线监视器可以被植入患者体内。在一些变体中,该方法可以进一步包括以预定的重复间隔周期性地以第一分辨率测量患者的生理参数。在一些变体中,生理参数可以包括以下中的一项或多项:心内压、血管内压、血压、血流速度、血流量、血氧水平、心率、呼吸率、温度、电压、电流、阻抗、神经信号、心音、及其组合等。

[0014] 在一些变体中,生成生理参数数据可以包括将以第一分辨率所测量的生理参数与第一阈值进行比较。在一些变体中,生成生理参数数据可以包括计算以第一分辨率的多个生理参数测量的以下中的一项或多项:均值、中值、总和、最小值、最大值、及其组合等。在一些变体中,生成生理参数数据可以包括将以第一分辨率的多个生理参数测量的以下中的一项或多项与第二阈值进行比较:均值、中值、总和、最小值、最大值、及其组合等。

[0015] 在一些变体中,该方法可以进一步包括至少部分地基于以下中的一项或多项,检测生理事件:以第一分辨率所测量的生理参数、以及生理参数数据。在一些变体中,所检测的生理事件可以包括以下中的一项或多项:心律失常、心房颤动、室性心动过速、睡眠呼吸暂停、异常高血压、异常低血压、异常压力变化、异常心率、异常心率变异性、及其组合等。

[0016] 在一些变体中,该方法可以进一步包括在无线监视器的存储器中存储以下中的一

项或多项:以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数数据、分辨率数据、及其组合等。在一些变体中,该方法可以进一步包括从无线监视器向无线设备无线地发送以下中的一项或多项:以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数数据、分辨率数据、及其组合等。在一些变体中,无线设备可以包括被配置为与无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。

[0017] 本文还描述了无线电池充电系统。在一些变体中,该无线电池充电系统可以包括:换能器,其被配置为接收无线功率;第一功率电路,其被耦接到换能器并被配置为恢复由换能器接收的无线功率的至少一部分;电容器,其被耦接到第一功率电路并被配置为将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分存储为电容器能量;以及电池,其被耦接到电容器并被配置为在没有接收到无线功率期间使用该电容器能量的至少一部分来充电。在一些变体中,电池可以被配置为在接收无线功率时使用从第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分来充电。

[0018] 在一些变体中,该无线电池充电系统可以进一步包括第二功率电路,其被耦接到电容器并被配置为在没有接收无线功率期间对电池充电之前调节电容器能量的至少一部分。在一些变体中,该无线电池充电系统可以进一步包括第二功率电路,其被耦接到第一功率电路并被配置为在接收无线功率时对电池充电之前调节从第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分。

[0019] 在一些变体中,该无线电池充电系统可以进一步包括第二功率电路,其被耦接到换能器并被配置为恢复从换能器所接收的无线功率的至少另一部分,其中,该电池可以被配置为在接收无线功率时使用从第二功率电路所恢复的无线功率的至少一部分来充电。

[0020] 在一些变体中,该无线电池充电系统可以进一步包括第三功率电路,其被耦接到第一功率电路并被配置为在将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量之前调节从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分。

[0021] 在一些变体中,该无线电池充电系统可以进一步包括被耦接在电容器与电池之间的至少第一开关,其中,该至少第一开关可以被配置为在没有接收到无线功率期间接通。在一些变体中,该无线电池充电系统可以进一步包括被耦接在第二功率电路与电池之间的至少第二开关,其中,该至少第二开关可以被配置为在接收无线功率时接通。

[0022] 在一些变体中,电池可以具有小于约100毫瓦时的容量。在一些变体中,电容器的电容可以在约0.1nF与约100μ0之间。在一些变体中,电容器可以以第一速率存储所恢复的无线功率,并且电池可以以第二速率使用电容器能量来充电,其中,该第一速率可以大于该第二速率。

[0023] 在一些变体中,第一功率电路可以包括以下中的一项或多项:AC-DC转换器、可重新配置的AC-DC转换器、整流器、可重新配置的整流器、DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、限压器、及其组合等。

[0024] 在一些变体中,该无线电池充电系统可以进一步包括被耦接到电池并被配置为对电池充电的电池充电电路。在一些变体中,电池充电电路可以包括以下中的一项或多项:恒压充电电路、恒流充电电路、涓流充电电路、脉冲充电电路、DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、被配置为在充电期间限制电池的电压的限压器、及其组合等。

[0025] 在一些变体中，换能器可以包括声换能器，并且无线功率可以包括声功率。在一些变体中，声换能器可以包括超声换能器，并且声功率可以包括超声功率。

[0026] 本文还描述了对电池进行无线充电的方法。在一些变体中，对电池进行无线充电的方法可以包括：使用换能器接收无线功率；使用第一功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分；将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量；以及在没有接收到无线功率期间使用该电容器能量的至少一部分来对电池充电。在一些变体中，该方法可以进一步包括在接收无线功率时使用从第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分来对电池充电。

[0027] 在一些变体中，该方法可以进一步包括在没有接收到无线功率期间对电池充电之前使用第二功率电路调节电容器能量的至少一部分。在一些变体中，该方法可以进一步包括在接收无线功率时对电池充电之前使用第二功率电路调节从第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分。在一些变体中，该方法可以进一步包括：使用第二功率电路恢复从换能器所接收的无线功率的至少另一部分；以及在接收无线功率时使用从第二功率电路所恢复的无线功率的至少一部分来对电池充电。

[0028] 在一些变体中，该方法可以进一步包括在将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量之前使用第三功率电路调节从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分。

[0029] 在一些变体中，电池可以具有小于约100毫瓦时的容量。在一些变体中，电容器的电容可以在约0.1nF与约100μ0之间。

[0030] 在一些变体中，该方法可以进一步包括使用与换能器在物理上分开设置的无线设备向该换能器发射无线功率。在一些变体中，换能器可以包括声换能器，并且无线功率可以包括声功率。在一些变体中，声换能器可以包括超声换能器，并且声功率可以包括超声功率。

[0031] 本文还描述了无线可植入设备。在一些变体中，该无线可植入设备可以包括：储能设备，其被配置为向该无线可植入设备供电；负载电路，其被耦接到储能设备并被配置为执行预定功能；以及被耦接到储能设备的处理器，该处理器被配置为测量储能设备参数并至少部分地基于所测量的储能设备参数，生成模式选择信号，其中，该负载电路可以被配置为基于该模式选择信号，在第一模式或第二模式下执行预定功能。在一些变体中，储能设备可以包括以下中的一项或多项：电池、以及电容器。

[0032] 在一些变体中，该设备可以进一步包括：换能器，其被配置为接收无线功率；功率电路，其被耦接到换能器并被配置为恢复所接收的无线功率的至少一部分；以及被耦接到功率电路和储能设备的功率检测器电路，该功率检测器电路被配置为生成用于以下中的一项或多项的一个或多个电源电压：负载电路、以及处理器。

[0033] 在一些变体中，功率检测器电路可以包括以下中的一项或多项：功率ORing电路、功率组合电路、功率选择电路、二极管、以及开关。在一些变体中，功率检测器电路可以进一步被配置为测量以下中的一项或多项：储能设备参数、以及功率电路参数。

[0034] 在一些变体中，储能设备参数可以包括以下中的一项或多项：电池电压、电池电流、电池阻抗、电池充电状态、电池放电深度、电池容量、电池能量、电池功率、电池温度、及其组合等。在一些变体中，储能设备参数可以包括以下中的一项或多项：电容器电压、电容

器电流、电容器阻抗、电容器充电状态、电容器放电深度、电容器能量、电容器温度、及其组合等。在一些变体中，功率电路参数可以包括以下中的一项或多项：功率电路电压、功率电路电流、功率电路阻抗、功率电路功率、功率电路存储的能量、功率电路温度、及其组合等。

[0035] 在一些变体中，在第一模式下的负载电路可以被配置为在没有来自外部设备的信号时执行预定功能。在一些变体中，在第二模式下的负载电路可以被配置为响应于从外部设备接收到信号，执行预定功能。在一些变体中，预定功能可以包括以下中的一项或多项：测量生理参数、测量无线可植入设备的参数、控制无线可植入设备、提供刺激、提供对患者的治疗、及其组合等。在一些变体中，生理参数可以包括以下中的一项或多项：心内压、血管内压、血压、血流速度、血流、血氧水平、心率、呼吸率、温度、电压、电流、阻抗、神经信号、心音、及其组合等。

[0036] 在一些变体中，储能设备可以具有小于约100毫瓦时的容量。在一些变体中，该设备可以进一步包括被耦接到功率电路的电容器，其中，该功率电路可以被配置为将能量存储在电容器中。在一些变体中，处理器可以包括以下中的一项或多项：储能监视电路、电池监视电路、比较器、数字逻辑、及其组合等。在一些变体中，处理器可以被配置为由以下中的一项或多项供电：储能设备、以及功率电路。

[0037] 在一些变体中，换能器可以包括声换能器，并且无线功率可以包括声功率。在一些变体中，声换能器可以包括超声换能器，并且声功率可以包括超声功率。

[0038] 本文还描述了操作无线可植入设备的方法。在一些变体中，操作无线可植入设备的方法可以包括：测量该无线可植入设备的储能设备的储能设备参数；基于所测量的储能设备参数，生成模式选择信号；以及基于该模式选择信号，配置负载电路在第一模式或第二模式下执行预定功能。在一些变体中，储能设备可以包括以下中的一项或多项：电池、以及电容器。

[0039] 在一些变体中，在第一模式下的负载电路可以被配置为在没有来自外部设备的信号时执行预定功能。在一些变体中，在第二模式下的负载电路可以被配置为响应于来自外部设备的信号，执行预定功能。在一些变体中，预定功能可以包括以下中的一项或多项：测量生理参数、测量无线可植入设备的参数、控制无线可植入设备、提供刺激、提供对患者的治疗、及其组合等。在一些变体中，生理参数可以包括以下中的一项或多项：心内压、血管内压、血压、血流速度、血流、血氧水平、心率、呼吸率、温度、电压、电流、阻抗、神经信号、心音、及其组合等。在一些变体中，储能设备可以具有小于约100毫瓦时的容量。

[0040] 在一些变体中，该方法可以进一步包括：使用无线可植入设备的换能器接收无线功率；使用无线可植入设备的功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分；以及使用无线可植入设备的功率检测器电路生成用于负载电路的一个或多个电源电压。

[0041] 在一些变体中，该方法可以进一步包括使用功率检测器电路测量以下中的一项或多项：储能设备参数、以及功率电路参数。在一些变体中，储能设备参数可以包括以下中的一项或多项：电池电压、电池电流、电池阻抗、电池充电状态、电池放电深度、电池容量、电池能量、电池功率、电池温度、及其组合等。在一些变体中，储能设备参数可以包括以下中的一项或多项：电容器电压、电容器电流、电容器阻抗、电容器充电状态、电容器放电深度、电容器能量、电容器温度、及其组合等。在一些变体中，功率电路参数可以包括以下中的一项或多项：功率电路电压、功率电路电流、功率电路阻抗、功率电路功率、功率电路存储的能量、

及其组合等。

[0042] 在一些变体中，该方法可以进一步包括使用功率电路在无线可植入设备的电容器中存储能量。在一些变体中，功率检测器电路可以包括以下中的一项或多项：功率ORing电路、功率组合电路、功率选择电路、二极管、开关、及其组合等。在一些变体中，换能器可以包括声换能器，并且无线功率可以包括声功率。在一些变体中，声换能器可以包括超声换能器，并且声功率可以包括超声功率。

[0043] 本文还描述了无线可植入设备。在一些变体中，该无线可植入设备可以包括：换能器，其被配置为接收无线信号；被耦接到换能器的唤醒接收器电路，该唤醒接收器电路被配置为响应于该无线信号，生成唤醒信号；处理器，其被配置为基于定时器信号，生成用于唤醒接收器电路的触发信号；以及储能设备，其被配置为向唤醒接收器电路和处理器供电；其中，该唤醒接收器电路可以被配置为仅在接收到该触发信号时进行操作。

[0044] 在一些变体中，储能设备可以包括以下中的一项或多项：电池、以及电容器。在一些变体中，电池可以具有小于约100毫瓦时的容量。

[0045] 在一些变体中，处理器可以包括定时器电路，其被配置为生成定时器信号。在一些变体中，触发信号可以包括具有预定的重复间隔的周期性波形。在一些变体中，预定的重复间隔可以小于或等于由换能器接收的无线信号的时长。

[0046] 在一些变体中，该设备可以进一步包括被耦接到储能设备的功率电路，该功率电路被配置为生成用于向唤醒接收器电路和处理器供电的一个或多个电源电压。

[0047] 在一些变体中，可以由被配置为与无线可植入设备在物理上分开设置的无线设备发送无线信号。在一些变体中，换能器可以包括声换能器，并且无线信号可以包括声信号。在一些变体中，声换能器可以包括超声换能器，并且声信号可以包括超声信号。

[0048] 在一些变体中，可植入设备可以包括：储能设备，其被配置为向该可植入设备供电；储能监视电路，其被配置为监视一个或多个储能设备参数；以及处理器，其被配置为基于对该一个或多个储能设备参数的监视，生成用于储能监视电路的触发信号，其中，该储能监视电路可以被配置为仅在接收到该触发信号时进行操作。

[0049] 在一些变体中，储能设备可以包括以下中的一项或多项：电池、以及电容器。在一些变体中，电池可以具有小于约100毫瓦时的容量。在一些变体中，处理器可以包括定时器电路。在一些变体中，触发信号可以包括具有预定的重复间隔的周期性波形。

[0050] 在一些变体中，一个或多个储能设备参数可以包括以下中的一项或多项：电池电压、电池电流、电池阻抗、电池充电状态、电池放电深度、电池容量、电池能量、电池功率、电池温度、及其组合等。在一些变体中，一个或多个储能设备参数包括以下中的一项或多项：电容器电压、电容器电流、电容器阻抗、电容器充电状态、电容器放电深度、电容器能量、电容器温度、及其组合等。

[0051] 在一些变体中，处理器可以进一步被配置为估计一个或多个储能设备参数。在一些变体中，处理器可以被配置为至少部分地基于对一个或多个储能设备参数的估计，生成触发信号。

[0052] 在一些变体中，该设备可以进一步包括被耦接到储能设备的功率电路，该功率电路被配置为生成用于向储能监视电路和处理器供电的一个或多个电源电压。

[0053] 本文还描述了心血管压力监视方法。在一些变体中，心血管压力监视方法可以包

括:使用被植入患者体内的无线监视器测量心血管压力;测量患者的至少一个其他生理参数;以及至少部分地基于该心血管压力和患者的至少一个其他生理参数,确定患者状态。

[0054] 在一些变体中,该方法可以进一步包括将所测量的心血管压力与其他生理参数的测量同步。在一些变体中,可以由被配置为与无线监视器在物理上分开设置的外部设备执行同步。

[0055] 在一些变体中,其他生理参数可以包括以下中的一项或多项:患者活动、心率、心率变异性、呼吸率、胸阻抗、心音、体温、血压、血流量、血流速度、血氧水平、血糖水平、及其组合等。

[0056] 在一些变体中,可以由被配置为与无线监视器在物理上分开设置的外部设备执行测量患者的至少一个其他生理参数。在一些变体中,可以使用被植入患者体内的第二无线监视器执行测量患者的至少一个其他生理参数。在一些变体中,可以使用被植入患者体内的无线监视器执行测量患者的至少一个其他生理参数。

[0057] 在一些变体中,该方法可以进一步包括使用无线监视器的处理器对所测量的心血管压力进行数字化。在一些变体中,该方法可以进一步包括从无线监视器向无线设备无线地发送经数字化的心血管压力。在一些变体中,无线设备可以包括被配置为与无线监视器在物理上分开设置的外部无线设备。在一些变体中,可以使用以下中的一项或多项来执行无线发送:声信号、超声信号、以及射频信号。

附图说明

[0058] 图1是无线可植入设备的说明性变体的示意性框图。

[0059] 图2是监视患者的方法的变体的说明性流程图。

[0060] 图3是监视患者的方法的说明性变体的时序图。

[0061] 图4是包括传感器和处理器的无线监视器的说明性变体的示意性框图。

[0062] 图5是对储能设备进行无线充电的方法的变体的说明性流程图。

[0063] 图6A和图6B是包括第一功率电路的无线电池充电系统的说明性变体的示意性框图。

[0064] 图7A和图7B是包括第一功率电路和第二功率电路的无线电池充电系统的说明性变体的示意性框图。

[0065] 图8A和图8B是包括第一功率电路和第二功率电路的另一个无线电池充电系统的说明性变体的示意性框图。

[0066] 图9A和图9B是包括第一功率电路、第二功率电路和第三功率电路的无线电池充电系统的说明性变体的示意性框图。

[0067] 图10是对电池进行无线充电的方法的说明性变体的时序图。

[0068] 图11是操作无线可植入设备的方法的变体的说明性流程图。

[0069] 图12是包括储能设备、负载电路和处理器的无线可植入设备的说明性变体的示意性框图。

[0070] 图13A和图13B是功率检测器电路的说明性变体的示意性框图。

[0071] 图14是包括唤醒接收器电路的无线可植入设备的说明性变体的示意性框图。

[0072] 图15是操作储能监视电路的方法的变体的说明性流程图。

[0073] 图16是包括储能监视电路的可植入设备的说明性变体的示意性框图。

[0074] 图17是心血管压力监视方法的变体的说明性流程图。

具体实施方式

[0075] I.系统

[0076] A.概述

[0077] 本文一般描述了用于无线能量管理(包括但不限于无线可植入设备的高能效且可靠操作)和/或用于监视患者的系统、设备和方法。通常,无线系统可以包括一个或多个无线监视器或无线可植入设备、以及一个或多个无线设备或外部无线设备。无线监视器可以被植入患者体内以用于执行一个或多个功能,诸如监视生理信号(例如,血压、血流、神经动作电位等)或刺激组织(例如,神经、肌肉等)。无线监视器可以使用由外部无线设备提供的无线功率来执行其功能,或者它可以包括储能设备(例如,电容器、电池等),该储能设备可以由无线设备使用无线功率传输充电。无线监视器还可以与无线设备双向无线传送数据和/或命令。

[0078] 由于大小限制,操作无线监视器或无线可植入设备以执行功能(例如,监视患者的生理参数)同时消耗最少量的能量(例如,以延长设备的电池寿命)可具有挑战性。在这种系统中,降低无线监视器的能量消耗可以例如延长可植入设备的电池寿命。

[0079] 此外,由于无线链路的潜在中断和/或由于微型电池的有限充电速率,利用高效率或在短时间内对可植入设备的储能设备进行无线充电也可具有挑战性。因此,有效地为无线监视器的储能设备充电可以缩短无线充电所需的时间并提高针对患者的可用性。

[0080] 在一些变体中,可以通过使用多个感测分辨率来促进使用无线监视器的高能效监视。例如,无线监视器可以包括被配置为以第一分辨率测量患者的生理参数的传感器、以及被配置为基于以第一分辨率所测量的患者的生理参数来生成生理参数数据的处理器。该传感器可以被配置为至少部分地基于该生理参数数据,以第二分辨率测量患者的生理参数。

[0081] 在一些变体中,储能设备的无线充电可以使用电池和电容器。例如,无线电池充电系统可以包括配置为接收无线功率的换能器、被耦接到换能器并被配置为恢复由换能器接收的无线功率的至少一部分的第一功率电路、被耦接到第一电源并被配置为将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分存储为电容器能量的电容器、以及被耦接到电容器并被配置为在没有接收到无线功率期间使用电容器能量的至少一部分来充电的电池。

[0082] 在一些变体中,无线可植入设备可以在多种模式下操作。例如,无线可植入设备可以包括被配置为向无线可植入设备供电的储能设备、被耦接到储能设备并被配置为执行预定功能的负载电路、以及被耦接到储能设备的处理器。该处理器可以被配置为测量储能设备参数,并至少部分地基于所测量的储能设备参数,生成模式选择信号。该负载电路可以被配置为基于该模式选择信号,在第一模式或第二模式下执行预定功能。

[0083] 在一些变体中,无线可植入设备可以进行工作/负载循环以增加能量效率。例如,无线可植入设备可以包括被配置为接收无线信号的换能器、被耦接到换能器的唤醒接收器电路(该唤醒接收器电路被配置为响应于该无线信号而生成唤醒信号)、被配置为基于定时器信号来生成用于唤醒接收器电路的触发信号的处理器、以及被配置为向唤醒接收器电路和处理器供电的储能设备。该唤醒接收器电路可以被配置为仅在接收到触发信号时进行操

作。

[0084] B.无线监视器

[0085] 通常，无线监视器可以被配置为执行一个或多个功能，包括但不限于感测、监视、刺激、提供治疗、及其组合等。在一些变体中，无线监视器可以向外部无线设备或另一个无线监视器发送和/或从其接收以下中的一项或多项：无线功率、无线数据、无线命令、以及无线信号。例如，无线监视器可以被配置为监视、测量和/或处理患者的一个或多个生理参数。

[0086] 在一些变体中，本文描述的无线监视器可以被配置为仅执行本文描述的测量、处理、数据存储和/或信号传输步骤的预定子集。在一些变体中，无线监视器可以仅包括本文描述的组件或块的子集。例如，在一些变体中，无线监视器可以仅包括换能器、功率电路和处理器。作为另一个示例，在一些变体中，无线监视器可以包括一个或多个换能器、功率电路、处理器、传感器和存储器。在一些变体中，无线监视器可以包括除了本文描述之外的其他组件(例如，传感器、刺激器、递送和/或锚定机构、能够部署在身体或器官中的机械部件、或其他组件)。

[0087] 在一些变体中，无线监视器可以被植入患者或动物体内。在一些变体中，如本文所描述的，无线监视器可以被耦接(例如，附接)到可植入设备或可植入设备的任何部分。例如，一个或多个无线监视器可以被附接到人工心脏瓣膜或支架。作为另一个示例，一个或多个无线监视器可以被附接到以下中的一项或多项：脉冲生成器和/或起搏器、可植入心律转复除颤器和/或心脏再同步治疗设备的一个或多个导线。在一些变体中，无线监视器可以被植入以下中的一项或多项内或上：心脏结构(例如，心脏瓣膜、心腔)、血管结构(例如，肺动脉、任何其他血管)、体管腔、体腔、组织、器官等。

[0088] 在一些变体中，无线监视器可以包括本文描述的用于可植入设备的一个或多个组件或块。例如，无线监视器可以包括以下中的一项或多项：换能器、功率电路、储能设备、负载电路、传感器、处理器、存储器、无线发射器、唤醒接收器电路、复用器电路、及其组合等。

[0089] C.可植入设备

[0090] 通常，本文描述的可植入设备可以被配置为被植入患者或动物体内。在一些变体中，可植入设备可以是无线可植入设备。在一些变体中，无线可植入设备可以向外部无线设备或另一个无线可植入设备发送和/或从其接收以下中的一项或多项：无线功率、无线数据、无线命令、以及无线信号。在一些变体中，无线可植入设备可以被配置为执行一个或多个功能，包括但不限于感测、监视、刺激、提供治疗、及其组合等。在一些变体中，无线可植入设备可以是无线监视器。

[0091] 在一些变体中，可植入设备可以包括以下中的一项或多项：人工心脏瓣膜、人工心脏瓣膜导管、瓣膜小叶接合设备、瓣环成形术环、瓣膜修复设备(例如，夹子、棉签)、隔膜封堵器、附件封堵器、心室辅助设备、起搏器(例如，包括导线、脉冲生成器)、可植入心律转复除颤器(例如，包括导线、脉冲生成器)、心脏再同步治疗设备(例如，包括导线、脉冲生成器)、可插入心脏监视器、血管支架(例如，冠状动脉或外周支架、织物支架、金属支架)、覆膜支架、支架、栓塞保护设备、栓塞线圈、血管内栓塞、血管贴片、血管闭合设备、心房分流器、用于治疗心力衰竭的降落伞设备、心脏循环记录器、及其组合等。例如，人工心脏瓣膜可以包括以下中的一项或多项：经导管心脏瓣膜(THV)、自膨胀THV、球囊可膨胀THV、外科生物假体心脏瓣膜、机械瓣膜等。

[0092] 通常，本文描述的可植入设备可以位于或靠近(例如，邻近、接近)身体的任何区域，包括但不限于心脏瓣膜(例如，主动脉瓣、二尖瓣)、心脏室(例如，左心室或LV、左心房或LA、右心室或RV、右心房或RA)、血管(例如，肺动脉、主动脉、股浅动脉、冠状动脉、肺静脉等)、心脏组织(例如，心肌或壁、隔膜)、胃肠道(例如，胃、食道)、膀胱、及其组合等。

[0093] 图1是无线可植入设备(100)的示意性框图，该无线可植入设备(100)包括换能器(110)、功率电路(120)、储能设备(130)、处理器(140)、以及负载电路(150)，其中，每个组件都在本文中进行了更详细的描述。

[0094] a.换能器

[0095] 通常，本文描述的换能器可以被配置为在无线能量模态与电信号之间进行转换。在一些变体中，设备的换能器可以被配置为与另一个设备和/或与同一设备的另一给换能器交换以下中的一项或多项：无线功率、无线信号、无线数据、无线命令、及其组合等。在一些变体中，换能器(110)可以被配置为使用以下中的一项或多项来接收和/或发送信号：机械波(例如，声波、超声或超声波、振动)、磁场(例如，电感应)、电场(电容)、电磁波(例如，射频或RF、光)、电流耦合、表面波、及其组合等，以及将信号转换成电信号和/或从电信号进行转换。如本文描述的换能器可以被包括在以下中的一项或多项中：无线可植入设备、无线监视器、外部无线设备等(例如，本文所描述的任何设备)。

[0096] 在一些变体中，换能器(110)可以包括以下中的一项或多项：超声换能器、射频(RF)换能器(例如，线圈、RF天线)、电容换能器、及其组合等。在一些变体中，超声换能器可以包括以下中的一项或多项：压电设备、电容微机械式超声换能器(CMUT)、压电微机械式超声换能器(PMUT)、及其组合等。在一些变体中，超声换能器可以将压力和/或力转换成电信号，和/或反之亦然。在一些变体中，换能器(110)可以包括一个或多个可以是如下一个或多个类型的超声换能器，这些类型包括但不限于活塞(例如，杆、板)、圆柱形、环形、球形(例如，壳)、弯曲(例如，条、隔板)、弯张、及其组合等。在一些变体中，压电设备可以由以下中的一项或多项制成：锆钛酸铅(PZT)、PMN-PT、钛酸钡(BaTiO3)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、铌酸锂(LiNbO3)、及其任何衍生物等。在一些变体中，射频(RF)换能器可以被配置用于发送和/或接收近场和/或非近场(例如，远场)信号。例如，RF天线可以被配置用于功率、数据和/或其他信号的非近场发送和/或接收。RF线圈可以被配置用于功率、数据和/或其他信号的近场(例如，电感应)发送和/或接收。

[0097] 在一些变体中，换能器(110)可以包括用于以下中的一项或多项的一个或多个超声波换能器：接收无线功率、向/从另一个无线设备发送/接收数据、以及向/从另一个无线设备发送/接收信号。例如，无线监视器的超声换能器可以被设计为以约20kHz与约20MHz之间的频率操作以从外部无线设备接收功率。在这种频率范围内操作可有助于将超声换能器小型化到毫米或亚毫米尺寸，这可有利于将一个或多个无线监视器集成到另一个可植入设备(例如，经导管心脏瓣膜、支架)上。在一些变体中，超声换能器可以具有实部在约数百欧姆到约数百千欧姆量级(例如，在约100Ω与约500kΩ之间)的阻抗。在一些变体中，超声换能器可以具有实部在几十欧姆量级的阻抗。

[0098] 在一些变体中，换能器(110)可以包括单个换能器元件(例如，超声压电设备)，其可以允许无线监视器的小型化。在一些变体中，单个换能器元件可以被配置为接收从外部无线设备发送的功率信号(例如，超声功率)并将该信号转换为电功率。附加地或可替代地，

单个换能器元件可以被配置为从外部无线设备或无线监视器接收下行链路数据(例如,使用超声信号)和/或其他信号。在一些变体中,单个换能器元件可以被配置为向外部无线设备或无线监视器发送上行链路数据(例如,使用超声信号)和/或其他信号。在一些变体中,单个换能器元件可以包括超声换能器,其被配置为执行以下中的一项或多项:从另一个设备(例如,外部无线设备)接收超声功率、与另一个设备(例如,外部无线设备、无线监视器)的双向超声数据传送或信号交换(例如,上行链路和下行链路)、及其组合等。

[0099] 在一些变体中,换能器(110)可以包括多于一个的换能器元件或者一个或多个换能器元件阵列。例如,换能器(110)可以包括超声换能器元件阵列。作为另一个示例,第一换能器元件可以包括RF线圈,其被配置为接收功率并与外部无线设备传送数据和/或其他信号。第二换能器元件可以包括被配置为发送和/或接收其他信号的超声换能器。在一些变体中,外部无线设备的超声换能器可以包括一个或多个超声换能器元件阵列,其被配置为生成用于以下中的一项或多项的超声波束:与无线监视器的功率传输、数据传输和/或交换其他信号。

[0100] 在一些变体中,包括多个换能器元件的换能器(120)可以被配置为执行预定的一组功能。例如,第一换能器元件可以被配置为恢复无线功率,第二换能器元件可以被配置为接收数据或信号,第三换能器元件可以被配置为发送数据或信号。

[0101] 小的换能器尺寸可以允许一个或多个无线监视器小型化,这可用于将一个或多个无线监视器附接到另一个可植入设备,诸如心脏可植入设备(例如,人工心脏瓣膜),和/或可以允许将无线监视器或无线可植入设备微创地运送到体内(例如,经由经皮或经导管技术)。在一些变体中,换能器可以具有小于约10cm^3的体积。

[0102] 在一些变体中,无线监视器的换能器(例如,超声换能器)可以被定向或成角度朝向以下中的一项或多项:另一个无线监视器的换能器、外部无线设备的换能器、及其组合等。这可以促进在无线监视器与外部无线设备之间或两个无线监视器之间发送/接收功率、数据和/或其他信号的可靠性。

[0103] 在一些变体中,无线监视器可以包括一个或多个换能器。在一些变体中,一个或多个无线监视器可以共享一个或多个换能器。例如,在一些变体中,多于一个的无线监视器可以被连接到具有两个或更多个馈电或端口的换能器(例如,RF线圈)。例如,支架设备可以包括具有两个或更多个馈电或端口的RF线圈,两个或更多个无线监视器可以被连接到该RF线圈。在一些变体中,两个或更多个无线监视器可以被连接到换能器的单个馈电或端口(例如,两个或更多个无线监视器被并联连接在RF线圈的单个馈电或端口处)。

[0104] b.功率电路

[0105] 通常,本文描述的功率电路可以被配置为恢复、调节、检测、选择、组合、存储和/或提供功率或能量。例如,功率电路可以被配置为恢复由换能器接收的无线功率并将其转换成用于向无线监视器的一个或多个电路块供电的可用能量。在一些变体中,功率电路可以包括一个或多个储能元件(例如,电池、电容器),其被配置为存储由换能器接收的能量。功率电路可以进一步被配置为控制(例如,调整、限制)被提供给无线监视器的一个或多个组件(例如,电路块)的功率。本文描述的功率电路和换能器的组合可以用于外部无线设备与被植入患者体内的一个或多个低功率设备(例如,无线监视器)之间的功率、数据和/或信号传送。在一些变体中,功率电路(120)可以包括以下中的一项或多项:功率恢复电路、功率管

理电路、功率检测器电路、功率分配电路、及其组合等。

[0106] 在一些变体中，功率电路(120)可以包括被配置为将交流(AC)电压转换成DC电压的AC-DC转换器。例如，功率电路(120)可以包括被配置为将换能器的端子处的AC电压转换成DC电压轨的整流器。整流器可以包括以下中的一项或多项：无源整流器、有源整流器、无源倍压器、及其组合等。在一些变体中，功率电路(120)可以包括被配置为将DC电压轨转换成另一个DC电压轨的DC-DC转换器。例如，功率电路(120)可以包括开关电容DC-DC转换器、电荷泵、及其组合等。在一些变体中，功率电路(120)可以包括被配置为生成经调整或恒定的DC电压轨的稳压器(例如，低压降稳压器(LDO)电路、电压钳位电路)。在一些变体中，功率电路(120)可以包括一个或多个参考生成电路，诸如电流参考电路、带隙参考电路、电压参考电路、及其组合等。

[0107] 在一些变体中，功率电路(120)可以被配置为恢复和/或组合由位于无线监视器上的多个换能器元件接收的无线功率。例如，这种被连接到多个换能器元件的功率电路可以执行以下中的一项或多项：AC功率组合、DC功率组合、DC电压组合、DC电流组合、及其任何组合等。

[0108] 在一些变体中，功率电路(120)可以包括功率检测器电路，其被配置为检测或测量其一个或多个输入处的功率和/或能量。在一些变体中，功率检测器电路可以被配置为根据在一个或多个输入处的功率检测，向无线监视器中的一个或多个电路块提供一个或多个电源电压或功率。在一些变体中，功率检测器电路可以包括以下中的一项或多项：功率ORing电路、功率组合电路、功率选择电路、一个或多个二极管、以及一个或多个开关，如本文所描述的。电源ORing电路、电源组合电路或功率选择电路通常可以在其输入处对多个电源进行操作，并在其输出处生成一个或多个电源电压或功率。例如，功率组合电路可以组合来自多个源的功率。例如，功率选择电路可以从多个电源中选择来自一个电源的功率。

[0109] 在一些变体中，功率电路(120)可以包括储能设备(130)，其包括以下中的一项或多项：电容器、超级电容器、可充电或二次电池、不可充电或原电池、及其组合等。在一些变体中，功率电路(120)可以包括用于储能的可充电电池、以及与电池并联的电容器，其中，该电容器可以在可充电电池的充电/放电瞬变期间吸收/提供电流的至少一部分。

[0110] 在一些变体中，功率电路(120)可以与储能设备(130)分离。在一些变体中，功率电路(120)可以不包括任何储能设备，并且无线监视器可以在无线监视器的操作期间由另一个设备(例如，外部无线设备、另一个无线监视器等)供电。在一些变体中，可以向无线监视器提供功率直到它完成预定的一组功能为止，并且该无线监视器可以保持不活动直到它再次被供电为止。没有储能设备的功率电路可以允许减小功率电路和无线监视器的尺寸。

[0111] 在一些变体中，本文公开的系统、设备和方法可以包括在2014年5月13日提交的美国专利No.9,544,068、2016年9月30日提交的美国专利No.10,177,606和2016年12月7日提交的美国专利No.10,014,570中描述的一个或多个系统、设备和方法，其各自的内容通过引用而被全部并入本文中。

[0112] c.储能设备

[0113] 通常，本文描述的储能设备可以被配置为存储能量，该能量可以被用于向无线可植入设备或无线监视器的一个或多个电路块供电。在一些变体中，储能设备(130)可以包括以下中的一项或多项：电容器、超级电容器、可充电或二次电池、不可充电或原电池、及其组

合等。

[0114] 在一些变体中,无线可植入设备(100)的储能设备(130)可以包括容量小于约100毫瓦时(约360焦耳)的电池(例如,可充电电池)。在一些变体中,无线可植入设备(100)的储能设备(130)可以包括容量小于约10毫瓦时(36焦耳)的电池(例如,可充电电池)。这种电池在尺寸上可以显著小于在诸如起搏器或脑深部刺激器之类的常规可植入设备中使用的电池,从而允许将无线可植入设备(100)小型化到厘米、毫米或小于毫米的量级。

[0115] 在一些变体中,无线可植入设备(100)的储能设备(130)可以包括电容在约0.1纳法拉(nF)与约100微法拉(μF)之间的电容器。这种电容器可以是片上(即,被包括在集成电路内)或片外的。在一些变体中,无线可植入设备(100)可以包括多个储能设备(130),每个储能设备可以包括本文描述的任何类型的储能设备。

[0116] d.负载电路

[0117] 通常,本文描述的无线可植入设备(100)的负载电路(150)可以被配置为执行预定功能。在一些变体中,预定功能可以包括以下中的一项或多项:测量生理参数(例如,心内压、心率等)、测量无线可植入设备的参数(例如,可植入设备的结构参数,诸如人工心脏瓣膜小叶的厚度或运动、可植入设备周围的组织生长、疤痕组织等)、控制无线可植入设备、提供刺激(例如,对神经、肌肉或其他组织的电刺激)、提供对患者的治疗(例如,药物运送)。在一些变体中,负载电路(150)可以包括传感器或感测电路(例如,压力传感器或压力感测电路)、诊断电路、监视电路(例如,以监视压力)、控制器、刺激电路(例如,用于刺激神经、肌肉或其他组织)、治疗电路、及其组合等。例如,在一些变体中,传感器或感测电路可以被配置为测量患者的生理参数(例如,心血管压力)。在一些变体中,刺激电路可以被配置为对神经组织应用电刺激。

[0118] 在一些变体中,负载电路(150)可以被配置为在多种模式下操作(例如,执行预定功能)。例如,负载电路(150)可以被配置为基于由处理器(140)生成的模式选择信号,第一模式或第二模式下执行预定功能,如本文所描述的。

[0119] e.传感器

[0120] 通常,本文描述的传感器可以被配置为感测或测量一个或多个参数。在一些变体中,传感器可以包括以下中的一项或多项:压力传感器、流量传感器、换能器(例如,超声换能器、红外/光学光电二极管、红外/光学LED、RF天线、RF线圈)、温度传感器、电传感器(例如,使用电极以用于测量阻抗、肌电图或EMG、心电图或ECG等)、磁传感器(例如,RF线圈)、电磁传感器(例如,红外光电二极管、光学光电二极管、RF天线)、神经传感器(例如,用于感测神经动作电位)、力传感器(例如,应变计)、流量或速度传感器(例如,热线风速计,涡流流量计)、加速度传感器(例如,加速度计)、化学传感器(例如,pH传感器、蛋白质传感器、葡萄糖传感器)、氧传感器(例如,脉搏血氧传感器、心肌耗氧传感器)、音频传感器(例如,用于检测心脏杂音、人工瓣膜杂音、听诊的麦克风)、用于感测其他生理参数的传感器(例如,用于感测心率、呼吸率、心律失常、心壁运动的传感器)、刺激器(例如,用于刺激和/或起搏功能)、及其组合等。

[0121] 在一些变体中,一个或多个压力传感器(或被称为压力换能器)可以被用于以下中的一项或多项:监视心脏功能和/或心力衰竭(例如,测量LV、RV、LA、RA、肺动脉、主动脉等中的压力)、监视人工瓣膜(例如,用于监视狭窄的瓣膜压力梯度)、监视支架设备(例如,测量

管腔中的压力)、估计和/或验证血流速度测量(例如,使用伯努利方程)、及其组合等。在一些变体中,一个或多个压力传感器可以是以下类型,包括但不限于绝对压力传感器、表压传感器、密封压力传感器、差压传感器、大气压力传感器、及其组合等。在一些变体中,一个或多个压力传感器可以基于一个或多个压力传感技术,包括但不限于电阻式(例如,压阻式,使用应变计或膜来产生压敏电阻等)、电容性(例如,使用隔膜或薄膜来产生压敏电容等)、压电、光学、谐振(例如,结构的压敏谐振频率等)、及其组合等。在一些变体中,可以使用微机电系统(MEMS)技术来制造压力传感器。在一些变体中,压力传感器可以包括以下中的一项或多项:停滞压力传感器、静态压力传感器等。

[0122] 在一些变体中,传感器可以包括用于刺激以下中的一项或多项的肌肉和/或神经元或神经:心脏组织(例如,HIS束、房室结)、心室(例如,LV的隔膜、侧壁)、血管壁、及其组合等。例如,一个或多个刺激器可以被用于刺激LV壁以进行起搏和/或心脏再同步。在一些变体中,刺激器可以包括电刺激器(例如,电极)、超声刺激器(例如,超声换能器)、光刺激器(例如,光学LED)、红外刺激器(例如,红外LED)、热刺激器(例如,用于在组织中生成热量的电极)、及其组合等。

[0123] 在一些变体中,传感器可以包括以下中的一项或多项:感测换能器和感测电路。在一些变体中,感测电路可以包括以下中的一项或多项:信号调节电路、模拟前端(AFE)、放大器、前端放大器(FEA)、仪表放大器、滤波器、抗混叠滤波器、模数转换器(ADC)、比较器、参考发生器、电源发生器、数字控制器、偏置电路、时钟电路、定时器电路、振荡器、及其组合等。

[0124] 在一些变体中,传感器可以被配置为测量患者的生理参数。在一些变体中,患者的生理参数可以包括以下中的一项或多项:心内压、血管内压、血压、血流速度、血流、血氧水平、心率、呼吸率、温度、电压(例如,由组织产生的电压,诸如ECG、EMG等)、电流、阻抗(例如,组织阻抗、胸阻抗等)、神经信号、心音、及其组合等。

[0125] 在一些变体中,传感器可以被配置为以一个或多个分辨率测量一个或多个生理参数。例如,传感器可以被配置为以第一分辨率和/或以第二分辨率测量生理参数。分辨率可以是指以下中的一项或多项:感测参数的幅度的分辨率、以及感测参数的定时的分辨率。在一些变体中,第一和/或第二分辨率可以包括以下中的一项或多项:生理参数的幅度(例如,压力分辨率)、生理参数的定时、每样本的比特数量、电压、电流、采样率、采样时长、样本数量、过采样率(OSR)、频率、相位、阻抗、滤波器截止频率、及其组合等。

[0126] 在一些变体中,传感器可以包括传感器的一个或多个分辨率设置。在一些变体中,分辨率设置可以控制传感器的分辨率。如本文所描述的,无线可植入设备的处理器可以被配置为控制或调整传感器的分辨率设置,以便配置传感器以第一分辨率或第二分辨率测量生理参数。在一些变体中,分辨率设置可以包括以下中的一项或多项:每样本的比特数量、电压、电流、采样率、采样时长、样本数量、过采样率(OSR)、频率、相位、阻抗、滤波器截止频率、及其组合等。

[0127] f.处理器

[0128] 通常,本文描述的处理器(例如,CPU)可以接收、发送和/或处理数据和/或其他信号、和/或控制系统的一个或多个组件(例如,控制无线监视器的一个或多个电路块)。该处理器可以被配置为接收、处理、编译、计算、存储、访问、读取、写入、发送和/或生成数据和/或其他信号。附加地或可替代地,无线监视器的处理器的一个或多个块可以被配置为控制

处理器的一个或多个其他块和/或无线监视器的一个或多个组件(例如,换能器、功率电路、存储器、传感器等)。如本文所描述的,处理器可以被包括在以下中的一项或多项中:无线监视器、外部无线设备等。

[0129] 在一些变体中,无线可植入设备(100)的处理器(140)可以被配置为处理由传感器测量的参数(例如,患者的生理参数),并生成参数数据(例如,生理参数数据)。在一些变体中,处理器(140)可以被配置为将(例如,以第一分辨率)所测量的生理参数与预定阈值(例如,第一阈值)进行比较以便生成生理参数数据。例如,生理参数数据可以表明所测量的生理参数值是高于还是低于预定阈值。在一些变体中,生理参数数据可以包括(例如,以第一分辨率所测量的)多个生理参数测量的以下中的一项或多项:均值、中值、总和、最小值、最大值、及其组合等。在一些变体中,生理参数数据可以包括将(例如,以第一分辨率的)多个生理参数测量的以下中的一项或多项与预定阈值(例如,第二阈值)进行比较的结果:均值、中值、总和、最小值、最大值、及其组合等。

[0130] 在一些变体中,处理器(140)可以被配置为控制无线监视器的一个或多个电路块(例如,电路)。例如,如本文所描述的,处理器(140)可以被配置为调整传感器的分辨率设置。作为另一个示例,处理器(140)可以被配置为生成一个或多个信号(例如,触发信号)以启用/禁用无线监视器的一个或多个电路块。在一些变体中,处理器(140)可以包括用于生成定时器信号的定时器电路,其中,处理器(140)可以基于该定时器信号来生成触发信号。

[0131] 在一些变体中,无线可植入设备(100)的处理器(140)可以被配置为监视无线可植入设备(100)的一个或多个电路块。例如,处理器(140)可以被配置为监视无线可植入设备(100)的一个或多个储能设备(130)。在一些变体中,处理器(140)可以包括储能监视电路,其可以包括以下中的一项或多项:电池监视电路、电容器监视电路、及其组合等。例如,处理器(140)或储能监视电路可以被配置为测量一个或多个储能设备参数。在一些变体中,处理器(140)可以被配置为基于所测量的储能设备参数,生成用于负载电路(150)的一个或多个模式选择信号。

[0132] 在一些变体中,无线可植入设备(100)的处理器(140)可以被配置为对模拟信号(例如,由传感器或感测换能器测量的信号)进行数字化。在一些变体中,处理器(140)可以包括数据传送电路,其可以是数据接收器,其可以被配置为访问或接收来自以下中的一项或多项的数据和/或其他信号:换能器、传感器(例如,压力传感器)和存储介质(例如,存储器、闪存驱动器、存储卡)。例如,处理器可以包括用于通过换能器接收数据和/或信号的以下中的一项或多项:信号接收器(例如,检测询问信号)、包络检测器电路、放大器(例如,低噪声放大器或LNA)、滤波器、频率检测器电路、相位检测器电路、比较器电路、解码器电路、及其组合等。

[0133] 在一些变体中,处理器(140)可以包括被配置为运行和/或执行一组指令或代码的任何合适的处理设备,并且可以包括一个或多个数据处理器、图像处理器、图形处理单元(GPU)、物理处理单元、数字信号处理器(DSP)、模拟信号处理器、混合信号处理器、机器学习处理器、深度学习处理器、有限状态机(FSM)、压缩处理器(例如,数据压缩以降低数据速率和/或存储器要求)、加密处理器(例如,用于安全无线数据和/或功率传送)、和/或中央处理单元(CPU)。处理器例如可以包括通用处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)、处理器板等。处理器可以被配置为运行和/或执行应用进程和/或与系统相关联的

其他模块、进程和/或功能。可以在各种组件类型中提供底层器件技术(例如,如互补金属氧化物半导体(CMOS)的金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)技术、如发射极耦合逻辑(ECL)的双极技术、聚合物技术(例如,硅共轭聚合物和金属共轭聚合物-金属结构)、混合模拟和数字等)。

[0134] 本文描述的系统、设备和/或方法可以由软件(在硬件上执行)、硬件或其组合来执行。硬件模块例如可以包括通用处理器(或微处理器或微控制器)、现场可编程门阵列(FPGA)、和/或专用集成电路(ASIC)。软件模块(在硬件上执行)可以用多种软件语言(例如,计算机代码)来表示,包括C、C++、**Java®**、Python、Ruby、Visual**Basic®**和/或其他面向对象的、过程的或其他编程语言和开发工具。计算机代码的示例包括但不限于微代码或微指令、诸如由编译器生成的机器指令、用于生成Web服务的代码、以及包含由计算机使用解释器执行的高级指令的文件。计算机代码的其他示例包括但不限于控制信号、加密代码和压缩代码。

[0135] 在一些变体中,无线可植入设备(100)的处理器(140)可以包括以下中的一项或多项:包络检测器电路、能量检测器电路、功率检测器电路、电压传感器、时间数字转换器(TDC)电路、积分器电路、采样电路、模数转换器(ADC)电路、定时器电路、时钟、计数器、振荡器、锁相环(PLL)、锁频环(FLL)、及其组合等。在一些变体中,处理器(140)可以包括放大器、相位检测器、频率检测器、数字信号处理器、积分器、加法器电路、乘法器电路、有限状态机、及其组合等以用于执行计算。

[0136] 在一些变体中,无线植入设备(100)的处理器(140)可以包括数据传送电路,其可以是数据发送器或无线发射器,其可以被配置为通过以下中的一项或多项来生成或发送数据和/或其他信号:换能器、存储介质等。例如,无线植入设备(100)的处理器(140)可以包括以下中的一项或多项:信号发送器、上行链路数据发送器、振荡器、功率放大器、混频器、阻抗匹配电路、开关、驱动器电路、及其组合等以经由换能器来生成或发送数据和/或信号。

[0137] 在一些变体中,第一处理器可以被包括在无线监视器中并且第二处理器可以被包括在外部无线设备中。

[0138] g.存储器

[0139] 通常,本文描述的可植入设备、无线监视器和/或无线设备可以包括被配置为存储数据和/或信息的存储器。在一些变体中,存储器可以是如下一个或多个类型,包括但不限于随机存取存储器(RAM)、静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、电阻随机存取存储器(ReRAM或RRAM)、磁阻随机存取存储器(MRAM)、铁电随机存取存储器(FRAM)、基于标准单元的存储器(SCM)、移位寄存器、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存存储器(例如,NOR、NAND)、嵌入式闪存、易失性存储器、非易失性存储器、一次性可编程(OTP)存储器、及其组合等。

[0140] 在一些变体中,存储器可以存储指令和/或数据以使处理器执行与无线监视器和/或外部无线设备相关联的模块、过程和/或功能(例如,执行搜索算法)。本文描述的一些变体可以涉及具有非暂时性计算机可读介质(也可以被称为非暂时性处理器可读介质)的计算机存储产品,在其上具有用于执行各种计算机实现的操作的指令或计算机代码。计算机可读介质(或处理器可读介质)在其本身可不包括瞬态传播信号(例如,在诸如空间或电缆之类的传输介质上携带信息的传播电磁波)的意义上可以是非瞬态的。介质和计算机代码

(也可以被称为代码或算法)可以是针对一个或多个特定目的而被设计和构建的。

[0141] 在一些变体中,存储器可以被配置为存储传感器数据(例如,生理参数数据)、所接收的数据和/或由无线监视器和/或外部无线设备生成的数据(例如,由处理器生成的数据)。在一些变体中,无线监视器的存储器可以被配置为存储在处理由传感器感测的信号时生成的数据(例如,由可以被包括在无线监视器中的压力传感器感测的血压数据)。在一些变体中,存储器可以被配置为临时或永久地存储数据。

[0142] h.无线发射器

[0143] 通常,无线可植入设备或无线监视器的无线发射器可以被配置为无线地发送/发射一个或多个无线信号、数据、命令和/或功率。例如,无线可植入设备(100)的无线发射器可以包括以下中的一项或多项:信号发送器、上行链路数据发送器、振荡器、功率放大器、混频器、阻抗匹配电路、开关、驱动器电路、及其组合等以经由无线可植入设备(100)的换能器(110)来生成和/或无线地发送数据和/或信号。

[0144] i.唤醒接收器电路

[0145] 通常,无线可植入设备(100)的唤醒接收器电路可以被配置为检测由无线可植入设备(100)的换能器(110)接收的一个或多个无线信号、数据和/或命令,并响应于所检测的一个或多个无线信号、数据和/或命令,生成一个或多个唤醒信号。这种唤醒信号可以被配置为激活或开启无线可植入设备(100)的一个或多个电路块。例如,唤醒接收器电路可以被配置为检测由外部无线设备发送到无线可植入设备(100)的无线数据上行链路命令,以便配置该无线可植入设备以用于向该外部无线设备发送上行链路数据(例如,传感器数据)。在一些变体中,唤醒接收器电路可以包括以下中的一项或多项:包络检测器电路、放大器、滤波器、混频器、相位检测器、频率检测器、能量检测器、比较器、模数转换器、数字逻辑(例如,用于对被发送到无线可植入设备的无线代码或命令进行解码)、及其组合等。

[0146] j.复用器电路

[0147] 通常,本文描述的复用器或复用器电路可以被配置为解耦合以下中的一项或多项:无线监视器中的功率信号、数据信号和/或其他信号。可以这样做以便避免这些信号之间的干扰并确保无线监视器正常工作。例如,无线监视器中的复用器可以被配置为将功率信号与无线监视器的换能器从外部无线设备接收的数据信号解耦合,以使得该功率信号被提供给功率电路以用于功率恢复和调节,并且该数据信号被提供给处理器以用于数据恢复。

[0148] 在一些变体中,复用器可以包括以下中的一项或多项:发送/接收开关、无源器件(例如,二极管、继电器、MEMS电路、阻断器(blocker)、无源开关)、循环器、频率选择(例如,使用滤波器、阻抗匹配网络)、直接有线连接、及其组合等。

[0149] 在一些变体中,可以基于定时控制或时间复用来驱动发送/接收开关,以使得由无线监视器在不同时间接收以下中的一项或多项:功率信号、数据信号和其他信号。在一些变体中,可以基于幅度选择来驱动发送/接收开关,其中,功率信号、数据信号和其他信号中的一项或多项具有不同的幅度。在一些变体中,可以基于频率选择或频率复用来驱动发送/接收开关,其中,功率信号、数据信号和其他信号中的一项或多项具有不同的频率。在一些变体中,可以使用耗尽型晶体管来实现发送/接收开关以在无线监视器可没有功率、所存储的能量或所建立的电压轨时进行操作。

[0150] D.无线设备

[0151] 通常,无线设备或外部无线设备可以是指在物理上与无线可植入设备或无线监视器分离的任何设备。在一些变体中,外部无线设备可以包括本文在无线可植入设备的上下文中所描述的一个或多个块,包括但不限于换能器、功率电路、储能设备、负载电路、传感器、处理器、存储器、无线发射器、唤醒接收器电路、复用器电路、及其组合等。如本文在无线可植入设备的上下文中所解释的这些块的变体在此也适用。

[0152] 在一些变体中,外部无线设备的换能器可以包括多个超声换能器元件或超声阵列,其被配置为与一个或多个无线可植入设备交换(发送和/或接收)无线信号。作为另一个示例,在一些变体中,外部无线设备的换能器可以包括一个或多个RF线圈和/或RF天线。在一些变体中,外部无线设备的处理器可以执行以下中的一项或多项:处理从一个或多个无线监视器接收的数据和/或信号、处理从一个或多个其他无线设备接收的数据、及其组合等。

[0153] 在一些变体中,外部无线设备可以执行一个或多个功能,包括但不限于向一个或多个无线植入设备发送无线功率、数据和其他信号中的一项或多项,从一个或多个无线植入设备接收无线数据和其他信号中的一项或多项,处理数据和/或信号,执行感测和/或致动(例如,测量血压、心率、心率变异性、ECG、EKG、胸阻抗、呼吸率或呼吸、患者活动水平、心音、温度、体重、血糖、血氧、及其组合等),在存储器中存储数据或信息,经由有线和/或使用无线链接(例如,蓝牙)与其他外部无线设备(例如,平板电脑、电话、计算机)通信,显示或提供数据或信息(例如,在屏幕或监视器上的视觉显示、音频信号),向用户(例如,患者、护士、医生)生成警报/通知(例如,视觉、音频、振动),及其组合等。

[0154] 在一些变体中,外部无线设备可以位于一个或多个位置,包括但不限于身体外部(例如,作为可穿戴设备、带子、腰带、手持设备、被连接到测量装置的探头、被放置在皮肤上的设备、使用粘合剂附着在皮肤上的设备、使用其他技术附着在皮肤上的设备、不接触患者的设备、笔记本电脑、计算机、移动电话、智能手表等)、永久植入体内(例如,被植入皮下、沿着器官的外壁、肌肉下、心壁外部等)、暂时(例如,预定时间量)植入体内(例如,位于插入通过血管、食道或胸壁的导管或探头上、在手术或过程期间使用)、及其组合等。在一些变体中,外部无线设备可以具有不同的形状或形式,包括但不限于平面的、与身体或器官共形的、柔性的、可拉伸的、平坦的、形状像探头的等。

[0155] 在一些变体中,外部无线设备可以进一步包括被配置为准许用户和/或专业医护人员控制无线系统的一个或多个设备的通信设备。通信设备可以包括被配置为通过有线或无线连接将外部无线设备连接到另一个系统(例如,因特网、远程服务器、数据库)的网络接口。在一些变体中,外部无线设备可以经由一个或多个有线和/或无线网络与其他设备(例如,手机、平板电脑、计算机、智能手表等)通信。在一些变体中,网络接口可以包括被配置为与一个或多个设备和/或网络通信的以下中的一项或多项:射频接收机/发射机、光学(例如,红外)接收器/发射器、声学或超声接收器/发射器等。网络接口可以通过有线和/或无线方式与外部无线设备、网络、数据库和服务器中的一个或多个通信。

[0156] 网络接口可以包括被配置为接收和/或发送RF信号的RF电路。RF电路可以将电信号转换为电磁信号或者将电磁信号转换为电信号,并经由电磁信号与通信网络和其他通信设备通信。RF电路可以包括用于执行这些功能的已知电路,包括但不限于天线系统、RF收发

机、一个或多个放大器、调谐器、一个或多个振荡器、混频器、数字信号处理器、CODEC芯片组、用户标识模块(SIM)卡、存储器等。

[0157] 通过任何这些设备的无线通信可以使用多种通信标准、协议和技术中的任何一种,包括但不限于全球移动通信系统(GSM)、增强型数据GSM环境(EDGE)、高速下行链路分组接入(HSDPA)、高速上行链路分组接入(HSUPA)、演进纯数据(EV-DO)、HSPA、HSPA+、双小区HSPA(DC-HSPDA)、长期演进(LTE)、近场通信(NFC)、宽带码分多址(W-CDMA)、码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、蓝牙、无线保真(WiFi)(例如,IEEE 802.11a、IEEE 802.11b、IEEE 802.11g、IEEE 802.11n等)、因特网语音协议(VoIP)、Wi-MAX、电子邮件协议(例如,因特网消息访问协议(IMAP)和/或邮局协议(POP))、即时消息传送(例如,可扩展消息传送和存在协议(XMPP)、用于即时消息传送和存在杠杆扩展的会话发起协议(SIMPLE)、即时消息传送和存在服务(IMPS))、和/或短消息服务(SMS)、或任何其他合适的通信协议。在一些变体中,本文的设备可以直接彼此通信而不通过网络(例如,通过NFC、蓝牙、WiFi、RFID等)传输数据。

[0158] 通信设备可以进一步包括被配置为准许用户(例如,对象或患者、诸如伙伴、家庭成员、专业医护人员之类的预定联系人)控制外部无线设备的用户接口。通信设备可以准许用户直接和/或远程地与外部无线设备交互和/或控制外部无线设备。例如,外部无线设备的用户接口可以包括供用户输入命令的输入设备和供用户接收输出(例如,显示设备上的血压读数)的输出设备。

[0159] 在一些变体中,用户接口的输出设备可以输出以下中的一项或多项:关于外部无线设备与组织或皮肤的耦接的信息、关于外部无线设备与无线监视器之间的无线链路(例如,具有已建立的可靠链路)的信息、由无线监视器和外部无线设备中的一个或多个测量的数据(例如,生理参数数据)、及其组合等。在一些变体中,用户接口的输出设备可以包括以下中的一项或多项:显示设备和音频设备。由服务器生成的数据分析可以由外部无线设备的输出设备(例如,显示器)显示。用于寻找最优换能器配置或确保外部无线设备被最佳耦接到组织的数据可以通过网络接口接收并通过外部无线设备的一个或多个输出设备可视和/或可听地输出。在一些变体中,输出设备可以包括显示设备,其包括以下中的至少一项:发光二极管(LED)、液晶显示器(LCD)、电致发光显示器(ELD)、等离子显示面板(PDP)、薄膜晶体管(TFT)、有机发光二极管(OLED)、电子纸/电子墨水显示器、激光显示器、和/或全息显示器。

[0160] 在一些变体中,音频设备可以可听地输出以下中的一项或多项:任何数据、命令、给用户的指令、警报、通知等。例如,当无线监视器与外部无线设备之间的链路被干扰或中断并且可能需要用户手动调整时,音频设备可以输出可听警报。在一些变体中,音频设备可以包括以下中的至少一项:扬声器、压电音频设备、磁致伸缩扬声器、和/或数字扬声器。在一些变体中,用户可以使用音频设备和通信信道与其他用户通信。例如,用户可以与远程专业医护人员形成音频通信信道(例如,VoIP呼叫)。

[0161] 在一些变体中,用户接口可以包括输入设备(例如,触摸屏)和输出设备(例如,显示设备),并被配置为从无线监视器、外部无线设备、网络、数据库和服务器中的一个或多个接收输入数据。例如,输入设备(例如,键盘、按钮、触摸屏)的用户控制可以通过用户接口接收,进而可以由处理器和存储器处理以通过用户接口向无线监视器输出控制信号。输入设

备的一些变体可以包括被配置为生成控制信号的至少一个开关。例如，输入设备可以包括供用户提供与控制信号对应的输入(例如，手指接触触摸表面)的触摸表面。包括触摸表面的输入设备可以被配置为使用多种触摸敏感技术(包括电容、电阻、红外、光学成像、色散信号、声脉冲识别、以及表面声波技术)中的任意一种来检测在触摸表面上的接触和移动。在包括至少一个开关的输入设备的变体中，开关例如可以包括以下中的至少一项：按钮(例如，硬键、软键)、触摸表面、键盘、模拟杆(例如，操纵杆)、方向键、鼠标、轨迹球、缓动盘、步进开关、翘板开关、指针设备(例如，指示笔)、运动传感器、图像传感器、以及麦克风。运动传感器可以从光学传感器接收用户运动数据并将用户手势分类为控制信号。麦克风可以接收音频数据并将用户语音识别为控制信号。

[0162] 触觉设备可以被并入一个或多个输入和输出设备以向用户提供附加的感觉输出(例如，力反馈)。例如，触觉设备可以生成触觉响应(例如，振动)以确认对输入设备(例如，触摸表面)的用户输入。作为另一个示例，触觉反馈可以通知用户输入被外部无线设备覆盖(override)。

[0163] II.方法

[0164] 本文描述了使用本文描述的任何系统和设备的用于无线可植入设备的高能效且可靠的操作和/或用于监视患者的方法。通常，无线系统或设备可以实现本文所描述的一种或多种方法、或者本文所描述的一种或多种方法的任何子集、或者这些方法或子集的其组合。本文描述的一种或多种方法或其中的步骤可以被应用于多个无线可植入设备和/或无线监视器。

[0165] 在一些变体中，可以通过使用多个感测分辨率来促进使用无线监视器的高能效监视。在一些变体中，一种监视患者的方法可以包括以下步骤中的一个或多个，包括但不限于使用无线监视器以第一分辨率测量患者的生理参数，基于以第一分辨率所测量的第一分辨率来生成生理参数数据，至少部分地基于该生理参数数据使用该无线监视器以第二分辨率测量患者的生理参数，以及至少部分地基于以第二分辨率所测量的生理参数来估计患者的生理状态。

[0166] 在一些变体中，储能设备的无线充电可以使用电池和电容器。在一些变体中，一种对电池进行无线充电的方法可以包括以下步骤中的一个或多个，包括但不限于使用换能器接收无线功率，使用第一功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分，将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量，以及在没有接收到无线功率期间使用该电容器能量的至少一部分来对电池充电。

[0167] 在一些变体中，无线可植入设备可以在多种模式下操作。在一些变体中，一种操作无线可植入设备的方法可以包括以下步骤中的一个或多个，包括但不限于测量该无线可植入设备的储能设备的储能设备参数，基于所测量的储能设备参数来生成模式选择信号，以及基于该模式选择信号来配置负载电路在第一模式或第二模式下执行预定功能。在一些变体中，该方法可以进一步包括以下步骤中的一个或多个，包括但不限于使用该无线可植入设备的换能器接收无线功率，使用该无线可植入设备的功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分，以及使用该无线可植入设备的功率检测器电路生成用于负载电路的一个或多个电源电压。

[0168] 在一些变体中，无线可植入设备可以进行工作/负载循环以减少能量消耗。在一些

变体中，一种操作可植入设备的方法可以包括以下步骤中的一个或多个，包括但不限于使用处理器基于定时器信号来生成用于唤醒接收器电路的触发信号，仅在接收到该触发信号时操作该唤醒接收器电路，使用换能器接收无线信号，以及响应于该无线信号使用该唤醒接收器电路来生成唤醒信号。在一些变体中，一种操作可植入设备的方法可以包括以下步骤中的一个或多个，包括但不限于使用储能监视电路监视一个或多个储能设备参数，基于对该一个或多个储能设备参数的监视来生成用于该储能监视电路的触发信号，以及仅在接收到该触发信号时操作该储能监视电路。

[0169] 在一些变体中，可以监视患者的心血管压力。在一些变体中，一种心血管压力监视方法可以包括以下步骤中的一个或多个，包括但不限于使用被植入患者体内的无线监视器测量心血管压力，测量患者的至少一个其他生理参数，以及至少部分地基于该心血管压力和患者的至少一个其他生理参数来确定患者状态。

[0170] 本文还描述了使用能量收集为体内的可植入设备供电的方法。本文还描述了使用无线监视器的单个换能器(例如，超声换能器)来交换无线信号和测量压力的方法。

[0171] A.使用多个感测分辨率的高能效监视

[0172] 对于有效的治疗和疾病管理，频繁或连续监视患者的生理参数(例如，每天几次)而不是不频繁监视(例如，每天一次)可以是可取的。例如，全天频繁地监视具有心血管疾病的患者的心内压可有助于检测任何不良心脏事件，监视心脏参数随运动、步行、姿势、饮食等的变化，从而有可能获得对患者的疾病状态的更好了解。然而，全天频繁地测量具有临床所需分辨率的生理参数可能是能量密集型的。由于其有限的能量预算，当使用微型可植入设备执行监视生理参数时，这可具有挑战性。

[0173] 图2是概括地描述监视患者的方法(200)的流程图。该方法(200)可以包括以下步骤：以第一分辨率测量患者的生理参数(202)，基于以第一分辨率所测量的生理参数，生成生理参数数据(204)，至少部分地基于该生理参数数据以第二分辨率，测量患者的生理参数(206)，以及至少部分地基于以第二分辨率所测量的生理参数，估计患者的生理状态(208)。如本文所描述的第一分辨率、第二分辨率、患者的生理参数和生理参数数据适用于本文所描述的任何方法。

[0174] 例如，可以以第一分辨率(例如，±5mmHg)来测量患者的心内压，并且可以计算多个这种测量的均值。如果该均值被确定为高于预定阈值，则可以以第二分辨率(例如，±5mmHg)来测量心内压。可以(例如，由医生)使用以第二分辨率的心内压的测量来估计患者的生理状态。在一些变体中，第二分辨率可以是临床级分辨率。

[0175] 在一些变体中，与以第二分辨率测量生理参数相比，以第一分辨率测量生理参数可以消耗更低的能量。在一些变体中，对于给定量的能量消耗，与以第二分辨率(例如，精细分辨率)测量生理参数相比，以第一分辨率(例如，粗略分辨率)测量生理参数可以允许更频繁地监视患者。在一些变体中，以第一分辨率测量生理参数可以被用于筛选(例如，检测诸如异常高的心内压之类的生理事件)，并且以第二分辨率测量生理参数可以被用于收集更高质量的数据以用于估计患者的生理状态(例如，可用于生理事件的诊断或预后的高分辨率心内压波形)。在一些变体中，可以以预定的重复间隔周期性地执行以第一分辨率测量患者的生理参数。在一些变体中，监视患者的方法(200)可以以预定的重复间隔周期性地执行。

[0176] 可选地，监视患者的方法(200)可以包括至少部分地基于以第一分辨率所测量的生理参数和生理参数数据中的一项或多项来检测生理事件(205)的步骤。在一些变体中，所检测的生理事件可以包括以下中的一项或多项：心律失常、心房颤动、室性心动过速、睡眠呼吸暂停、异常高血压、异常低血压、异常压力变化、异常心率、异常心率变异性、及其组合等。

[0177] 在一些变体中，监视患者的方法(200)可以进一步包括在无线监视器的存储器中存储以下中的一项或多项：以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数、生理参数数据、分辨率数据、及其组合等。在一些变体中，分辨率数据可以包括与第一和/或第二分辨率的值有关的任何信息。例如，对于心内压的测量，如果第一分辨率为±5mmHg，并且第二分辨率为±1mmHg，则分辨率数据可以包括以下中的一项或多项：值±5mmHg、±1mmHg、这些值的比率、以及可用于导出这些值的任何其他设置或参数。在一些变体中，监视患者的方法(200)可以进一步包括以下步骤：从无线监视器向无线设备无线地发送以下中的一项或多项：以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数、生理参数数据、分辨率数据、及其组合等。在一些变体中，无线设备可以包括被配置为与无线监视器在物理上分开设置(例如，在患者外部)的外部无线设备。

[0178] 图3示出了监视患者的方法的时序图(300)。如图3中所示，可以以第一分辨率周期性地(在时间0、t1、t2、t3等)测量患者的生理参数。第一分辨率可以包括粗略幅度和/或定时分辨率。例如，可以以±5mmHg的幅度分辨率和/或以约100ms的定时分辨率(即，以约10Hz的频率)周期性地测量心内压。如图所示，可以生成生理参数数据(例如，以第一分辨率的心内压测量的最大值)，并将其与阈值进行比较。如果确定该生理参数数据大于阈值，则可以以第二分辨率来测量生理参数。例如，第二分辨率可以包括±1mmHg的精细幅度分辨率和/或约10ms的精细定时分辨率(即，以约100Hz的频率)。

[0179] 在一些变体中，可以至少部分地基于生理参数数据来测量第二生理参数(例如，心率、血流、患者活动等)。例如，可替代地或除了以精细分辨率(例如，相对于粗略分辨率)的心内压测量之外，如果确定以粗略分辨率的心内压测量高于阈值，则可以触发诸如血流之类的第二生理参数的测量。

[0180] 在一些变体中，方法(200)可以由无线监视器、外部无线设备或其组合中的一个或多个来实现。在一些变体中，无线监视器可以包括被配置为以第一分辨率测量患者的生理参数的传感器，被配置为基于以第一分辨率所测量的患者的生理参数来生成生理参数数据的处理器。该传感器可以被配置为至少部分地基于该生理参数数据，以第二分辨率测量患者的生理参数。如本文所描述的无线监视器、传感器、处理器、分辨率和生理参数适用于本文所描述的任何方法。在一些变体中，无线监视器可以被植入患者体内。在一些变体中，外部无线设备可以被配置为至少部分地基于以第二分辨率所测量的生理参数来估计患者的生理状态。例如，无线监视器可以被配置为在估计患者的生理状态之前，向外部无线设备无线地发送以下中的一项或多项：以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数、生理参数数据、以及分辨率数据。

[0181] 图4描绘了包括传感器(452)和处理器(440)的无线监视器(400)。传感器(452)可以包括感测换能器(454)和信号调节电路(456)。作为示例，感测换能器(454)可以包括被配置为感测心内压的压阻式压力换能器。作为示例，信号调节电路(456)可以包括以下中的一

项或多项:前端放大器、抗混叠滤波器、模数转换器、参考发生器、偏置生成器、时钟生成器、及其组合等。压阻式压力传感器可以在每个支路中具有由R_0标示的桥电阻。在一些变体中,处理器(440)可以被配置为通过控制开关(460)来对感测换能器(454)进行工作/负载循环或功率门控,或者向感测换能器(454)提供电源电压(V_{DD})。当开关接通(ON)时,感测换能器(454)基于下式来耗散功率(P_{bridge}):

[0182] $$P_{bridge} = \frac{V_{DD}^2}{R_0} \quad (1)$$

[0183] 如果开关在由T_{samp}标示的采样时长内接通,则由感测换能器消耗的总能量(E_{bridge})可以由下式给出:

[0184] $$E_{bridge} = \frac{V_{DD}^2}{R_0} \times T_{samp} \quad (2)$$

[0185] 可能需要很大的T_{samp}(或稳定时间)来实现精细的采样分辨率(因为可能需要很大的采样电容来将热噪声保持在一定限度以下)。因此,精细的采样分辨率(相对于粗略分辨率)可与相对更大的能量消耗有关。

[0186] 在一些变体中,传感器可以包括传感器的一个或多个分辨率设置。如本文所描述的分辨率设置适用于本文所描述的任何系统或方法。例如,分辨率设置可以包括采样时长T_{samp}。在一些变体中,处理器(440)可以被配置为通过控制开关(460)接通的时长来控制采样时长T_{samp}。例如,第一分辨率可以对应于采样时长的相对小的值(低能量消耗),第二分辨率可以对应于采样时长的相对大的值(更大的能量消耗)。在一些变体中,分辨率设置可以包括被提供给感测换能器(454)的电源电压(V_{DD})。例如,可替代地或除了调整采样时长之外,处理器(440)可以被配置为调整被提供给感测换能器(454)的电源电压(V_{DD})的值,以便调整传感器的分辨率(452)..。

[0187] 在一些变体中,分辨率设置可以包括预定数量的样本和/或采样率。例如,第一分辨率可以包括生理参数的相对更少的样本或相对更低的采样率(导致低能量消耗),第二分辨率可以包括生理参数的相对更大数量的样本或相对更大的采样率(导致更大的能量消耗)。在一些变体中,以第一和/或第二分辨率的多个生理参数测量可以被取平均以便提高测量的信噪比。

[0188] 在一些变体中,无线监视器(400)的处理器(440)可以被配置为控制传感器以预定的重复间隔周期性地以第一分辨率测量患者的生理参数。例如,处理器(440)可以包括定时器电路,以生成用于触发传感器(452)周期性地操作的周期性定时器信号。在一些变体中,以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数和生理参数数据中的一项或多项可以包括数字比特。例如,传感器(452)的信号调节电路(456)可以包括模数转换器,以生成表示以第一和/或第二分辨率所测量的生理参数的数字比特。

[0189] 在一些变体中,无线监视器(400)可以包括存储器,其被配置为存储以下中的一项或多项:以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数、生理参数数据、分辨率数据、分辨率设置、及其组合等。如本文所描述的存储器适用于本文所描述的任何系统或方法。在一些变体中,无线监视器(400)可以包括无线发射器,其被配置为向无线设备无线地发送以下中的一项或多项:以第一分辨率所测量的生理参数、以第二分辨率所测量的生理参数、生理参数数据、分辨率数据、分辨率设置、及其组合等。如本文所描述的无

线发射器和无线设备适用于本文所描述的任何系统或方法。在一些变体中，无线设备可以是被配置为与无线监视器在物理上分开设置(例如，在患者外部)的外部无线设备。

[0190] 在一些变体中，无线监视器的传感器可以被配置为默认以第一分辨率来测量患者的生理参数，并且可以仅基于生理参数数据来触发以第二分辨率进行测量。在一些变体中，无线监视器的传感器可以附加地被配置为(例如，周期性地)以第二分辨率来测量患者的生理参数，而不管生理参数数据如何。在一些变体中，无线监视器的传感器可以被配置为周期性地以第一分辨率和第二分辨率来测量患者的生理参数，其中，以第一分辨率的测量可以比以第二分辨率的测量更加频繁。

[0191] B.储能设备的无线充电

[0192] 在一些变体中，无线可植入设备可以包括诸如可充电电池之类的储能设备，其可需要通过外部无线设备进行无线充电。可充电电池可以具有其可被充电的最大速率(例如，最大电流)。这种对储能设备的充电速率的限制可意味着即使外部无线设备能够向无线可植入设备传送高功率水平，但储能设备仍可能需要相对长的时间来充电。此外，在一些无线充电系统中，如果无线供电链路被中断，那么储能设备可能停止充电。作为结果，受储能设备的充电速率限制并为了克服任何充电中断，用户(例如，患者)可能需要很长时间使用或连接外部无线设备来为无线可植入设备充满电。这可能是不希望的，因为诸如患者之类的用户可能不符合长时间充电例程，这可导致他们的疾病管理不完善。本文所描述的方法缓解了这一挑战，并且使患者能够在更短的时长内将必需量的能量传送到无线可植入设备。虽然本文描述的系统和方法涉及电池的充电，但它们也可以适用于其他类型的储能设备的充电，诸如电容器、超级电容器、及其组合等。

[0193] 图5是概括地描述对储能设备(例如，电池)进行无线充电的方法(500)的流程图。该方法(500)可以包括以下步骤：接收无线功率(502)，使用第一功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分(504)，将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量(506)，以及在没有接收到无线功率期间使用该电容器能量的至少一部分来对储能设备(例如，电池)充电(508)。在一些变体中，方法(500)可以进一步包括在接收无线功率时使用从第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分来对储能设备(例如，电池)充电(509)。本文所描述的无线功率、功率电路和储能设备适用于本文所描述的任何方法。

[0194] 可选地，该方法(500)可以包括在没有接收到无线功率期间对电池充电之前使用第二功率电路来调节电容器能量的至少一部分(507)。在一些变体中，该方法(500)可以包括在接收无线功率时对电池充电之前使用第二功率电路来调节从第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分。在一些变体中，该方法(500)可以包括使用第二功率电路来恢复从换能器接收的无线功率的至少另一部分，以及在接收无线功率时使用从第二功率电路所恢复的无线功率的至少一部分来对电池充电。在一些变体中，该方法(500)可以包括在将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量之前使用第三功率电路来调节从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分。

[0195] 图6-10图示了本文描述的无线充电方法的各变体。图6A描绘了在接收无线功率时包括第一功率电路的无线电池充电系统(600)。图6B描绘了在没有接收到无线功率(或接收的无线功率不足)期间的无线电池充电系统(600)。该无线电池充电系统(600)可以包括被

配置为接收无线功率的换能器(610)、被耦接到换能器并被配置为恢复所接收的无线功率(670)的至少一部分的第一功率电路(620)、被耦接到第一功率电路(620)并被配置为将从第一功率电路(620)所恢复的无线功率(672)的至少一部分存储为电容器能量的电容器(630)、以及被耦接到电容器(630)并被配置为在没有接收到无线功率期间使用该电容器能量的至少一部分来进行充电的电池(632)。在该附图(以及本小节的后续附图)中的箭头概念性地图示了无线电池充电系统中大部分功率的流动。在一些变体中,该无线电池充电系统可以是被植入患者体内的无线可植入设备。在一些变体中,第一功率电路可以被配置为恢复在换能器(610)的端子处生成的AC电压以生成一个或多个DC电压轨。在一些变体中,第一功率电路可以包括以下中的一项或多项:AC-DC转换器、可重新配置的AC-DC转换器、整流器、可重新配置的整流器、DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、限压器、及其组合等。

[0196] 图7A描绘了在接收无线功率时包括第一功率电路(720)和第二功率电路(724)的无线电池充电系统(700)。图7B描绘了在没有接收到无线功率(或接收的无线功率不足)期间的无线电池充电系统(700)。在一些变体中,除了换能器(710)、第一功率电路(720)、电容器(730)和电池(732)之外,该无线电池充电系统(700)可以包括被耦接到电容器(730)并被配置为在没有接收到无线功率期间对电池(732)充电之前调节电容器能量的至少一部分的第二功率电路(724),如图7B中所示。在一些变体中,该无线电池充电系统(700)可以包括被耦接到第一功率电路(720)并被配置为在接收无线功率时对电池(732)充电之前调节从第一功率电路(772)所恢复的无线功率(772)的至少另一部分的第二功率电路(724)。

[0197] 在一些变体中,第一功率电路(720)可以被配置为恢复在换能器(710)的端子处生成的AC电压以生成一个或多个DC电压轨。在一些变体中,第一功率电路(720)可以包括以下中的一项或多项:AC-DC转换器、可重新配置的AC-DC转换器、整流器、可重新配置的整流器、DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、限压器、及其组合等。在一些变体中,第二功率电路(724)可以被配置为调节功率以便完成以下中的一项或多项:将一个DC电压变换为另一个DC电压(例如,升压或降压DC-DC转换)、变换功率电路的阻抗(例如,以有效地驱动电池充电电路)、及其组合等。在一些变体中,第二功率电路(724)可以包括以下中的一项或多项:DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、限压器、及其组合等。在一些变体中,第一功率电路(720)和第二功率电路(724)中的一个或多个可以包括将功率电路的输入直接连接到其输出的导线。

[0198] 图8A描绘了在接收无线功率时包括第一功率电路(820)和第二功率电路(824)的无线电池充电系统(800)。图8B描绘了在没有接收到无线功率(或接收的无线功率不足)期间的无线电池充电系统(800)。在一些变体中,除了换能器(810)、第一功率电路(820)、电容器(830)和电池(832)之外,该无线电池充电系统(800)可以包括被耦接到换能器(810)并被配置为恢复从换能器(810)所接收的无线功率(870)的至少另一部分的第二功率电路(824),其中,该电池(832)可以被配置为在接收无线功率时使用从第二功率电路(824)所恢复的无线功率的至少一部分来进行充电。

[0199] 在一些变体中,该无线电池充电系统(800)可以包括被耦接在电容器(830)与电池(832)之间的至少第一开关(860),在图8B中被标记为S_1,其中,该至少第一开关(860)可以

被配置为在没有接收到无线功率期间接通。在一些变体中，该无线电池充电系统(800)可以包括被耦接在第二功率电路(824)与电池(832)之间的至少第二开关(862)，在图8A中被标记为S_2，其中，该至少第二开关(862)可以被配置为在接收无线功率时接通。在一些变体中，可以使用功率检测器电路(例如，包络检测器电路)来检测无线功率的状态(存在、不存在或者所接收的无线功率水平是高于还是低于阈值)，该功率检测器电路被配置为监视换能器(810)、第一功率电路(820)和第二功率电路(824)中的一个或多个的电压、电流、阻抗、功率水平和能量水平中的一项或多项。在一些变体中，该无线电池充电系统(800)可以进一步包括处理器或控制器，以控制开关S_1和S2的接通和断开。在一些变体中，当检测到所接收的无线功率存在或不存在时，可以在延迟或等待时间之后改变开关S_1和/或S_2的状态(接通到断开，反之亦然)。在一些变体中，当电容器(830)的电压落至低于阈值(例如，低于预定阈值，低于电池电压、低于在电池充电电路中包括的DC-DC转换器的阈值电压等)时，可以例如通过断开开关S_1来将电容器(830)从电池充电电路(822)断开。

[0200] 图8A和图8B中的电池(832)可以在无线功率不存在或存在期间经由两个独立或并行的路径来充电。这种电路配置可以使能对阻抗或功率匹配进行独立控制，以用于有效地为电池(832)和电容器(830)两者充电。例如，可以优化第一功率电路(820)的设计以有效地为电容器(830)充电，并且可以独立地优化第二功率电路(824)的设计以在接收无线功率时有效地为电池(832)充电。此外，这种电路架构可以提供增加的自由度以在第一功率电路(820)的输出处和第二功率电路(824)的输出处以不同的DC电压为目标。

[0201] 在一些变体中，第一功率电路(820)和第二功率电路(824)可以被配置为恢复在换能器(810)的端子处生成的AC电压以生成一个或多个DC电压轨。在一些变体中，第一功率电路(820)和第二功率电路(824)可以包括以下中的一项或多项：AC-DC转换器、可重新配置的AC-DC转换器、整流器、可重新配置的整流器、DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、限压器、及其组合等。在一些变体中，第一功率电路(820)和第二功率电路(824)中的一个或多个可以包括将功率电路的输入直接连接到其输出的导线。

[0202] 图9A描绘了在接收无线功率时包括第一功率电路(920)、第二功率电路(924)和第三功率电路(926)的无线电池充电系统(900)。图9B描绘了在没有接收到无线功率(或接收的无线功率不足)期间的无线电池充电系统(900)。在一些变体中，除了换能器(910)、第一功率电路(920)、第二功率电路(924)、电容器(930)和电池(932)之外，该无线电池充电系统(900)可以包括被耦接到第一功率电路(920)并被配置为在将从第一功率电路(920)所恢复的无线功率(972)的至少一部分在电容器(930)中存储为电容器能量之前调节从第一功率电路(920)所恢复的无线功率(972)的至少一部分的第三功率电路(926)。

[0203] 在一些变体中，该无线电池充电系统(900)可以包括被耦接在电容器(930)与电池(932)之间的至少第一开关(960)，在图9B中被标记为S_1，其中，该至少第一开关(960)可以被配置为在没有接收无线功率期间接通。在一些变体中，该无线电池充电系统(900)可以包括被耦接在第二功率电路(924)与电池(932)之间的至少第二开关(962)，在图9A中被标记为S_2，其中，该至少第二开关(962)可以被配置为在接收无线功率时接通。在一些变体中，可以使用功率检测器电路(例如，包络检测器电路)来检测无线功率的状态(存在、不存在或者所接收的无线功率水平是高于还是低于阈值)，该功率检测器电路被配置为监视换能器

(910)、第一功率电路(920)和第二功率电路(924)中的一个或多个的电压、电流、阻抗、功率水平和能量水平中的一项或多项。在图9A和图9B中描绘的电路架构的优点可以类似于在上面讨论的图8A和图8B中描绘的电路架构的优点。

[0204] 在一些变体中,第一功率电路(920)可以被配置为恢复在换能器(910)的端子处生成的AC电压以生成一个或多个DC电压轨。在一些变体中,第一功率电路(920)可以包括以下中的一项或多项:AC-DC转换器、可重新配置的AC-DC转换器、整流器、可重新配置的整流器、DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、限压器、及其组合等。在一些变体中,第二功率电路(924)和第三功率电路(926)可以被配置为调节电源以便完成以下中的一项或多项:将一个DC电压变换为另一个DC电压(例如,升压或降压DC-DC转换)、变换功率电路的阻抗(例如,以有效地驱动电池充电电路)、及其组合等。在一些变体中,第二功率电路(924)和第三功率电路(926)可以包括以下中的一项或多项:DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、限压器、及其组合等。在一些变体中,第一功率电路(920)、第二功率电路(924)和第三功率电路(926)中的一个或多个可以包括将功率电路的输入直接连接到其输出的导线。

[0205] 虽然上面描述了无线电池充电系统的不同示例性图示,但是在一些变体中,可以不提供这些功率电路中的一个或多个,或者可以用导线来代替一个或多个功率电路。例如,导线可以代替图9A和图9B中的第一功率电路,从而得到与图8A和图8B中描绘的类似的无线电池充电系统。

[0206] 在一些变体中,电池可以具有小于约100毫瓦时的容量。在一些变体中,电容器的电容可以在约0.1nF与约100μF之间。图10示出了对电池进行无线充电的方法的变体的概念性时序图。在所接收的无线功率存在期间(1070),无线电池充电系统的电容器可以被充电,导致电容器电压或能量增加(1080),如图10中所示。例如,该电容器可以从电压V_1被充电到电压V_2。在没有无线功率期间或者当所接收的无线功率不足时,可以使用电容器能量来对电池充电。这在图10中通过在没有无线功率期间电池电压或能量的增加(1082)以及电容器电压或能量(1080)的对应降低而示出。

[0207] 本文呈现了无线电池充电系统的示例实现。考虑最大充电率为500μW的无线可植入设备的电池。假定系统需要以该速率为电池充电10ms,即,向电池输送5μJ的能量。然而,如果无线功率仅保持开启2ms并在剩余的8ms内关断(例如,由于无线功率中断或者无线可植入设备的移动),那么电池将仅接收所需能量的五分之一。使用本文描述的无线电池充电系统,假定当无线功率不存在时(例如,由无线可植入设备接收的无线功率非常低或没有接收到无线功率),电容器从电压V_2(例如,6V)放电到电压V_1(例如,4V),同时以500μW的功率P_{charge}为电池充电持续时间T_{charge} 8ms。因此,基于这些示例值,并且为了简单起见忽略电池充电时的任何能量损失,可以使用下式计算所需电容(C)为约400nF:

[0208] $$\frac{1}{2}C\left(V_2^2 - V_1^2\right) = P_{charge} \times T_{charge} \qquad (3)$$

[0209] 在一些变体中,电容器可以包括第一速率存储由功率电路恢复的无线功率,并且电池可以包括第二速率使用电容器能量充电。在一些变体中,第一速率可以大于第二速率。例如,这在其中无线可植入设备的电池可能具有有限充电速率的情况下可以是有利的,从而允许用户快速地在无线可植入设备的电容器上存储必需的能量(由于其更快的充电速

率),其中,即使在用户可能已经断开或中断无线功率之后,电池也可以继续使用电容器能量来充电。

[0210] 在一些变体中,以上所描述的任何无线电池充电系统可以包括被耦接到电池并被配置为对电池充电的电池充电电路。在一些变体中,电池充电电路可以包括以下中的一项或多项:恒压(CV)充电电路、恒流(CC)充电电路、涓流充电电路、脉冲充电电路、DC-DC转换器、可重新配置的DC-DC转换器、线性稳压器、开关稳压器、开关电容稳压器、被配置为在充电期间限制电池的电压的限压器、及其组合等。在图8A、图8B、图9A和图9B中图示的系统的一些变体中,电池充电电路可以包括多个DC-DC转换器或可重新配置的DC-DC转换器,其中,可以基于开关S_1或S_2是否接通来选择DC-DC转换器的配置或增益。例如,对于在电池充电期间将在电池处的特定电压(例如,3-4V)作为目标而不管在第二功率电路的输出处的电压和电容器上的电压如何,这种可重新配置性可以是有利的。

[0211] 如本文所描述的换能器适用于本文所描述的任何系统或方法。在一些变体中,换能器可以包括声换能器,并且无线功率可以包括声功率。在一些变体中,声换能器可以包括超声换能器,并且声功率可以包括超声功率。在一些变体中,换能器可以包括多个换能器或多个换能器元件。例如,在图8A和图8B的变体中,换能器(810)可以包括被耦接到第一功率电路(820)的第一换能器、以及被耦接到第二功率电路(824)的第二换能器,其中,第一功率电路(820)可以被配置为恢复由第一换能器接收的无线功率,并且第二功率电路(824)可以被配置为恢复由第二换能器接收的无线功率。

[0212] C.在多种模式下操作无线可植入设备

[0213] 在一些应用中,无线可植入设备可以被配置为在第一模式下操作,其中,它可以执行任务或功能(例如,感测、刺激等)而无需每次执行任何或功能时来自用户的无线功率或无线命令。例如,电池供电的无线监视器可以被配置为全天周期性地感测心内压而无需每次它感测压力时用户向无线监视器发送命令。然而,电池可能会因故障或在长期使用后而失效,这可能会导致可植入设备无法使用。在一些情况下,无线可植入设备可需要被配置为在从外部无线设备接收无线功率或无线命令时覆盖其自主操作。

[0214] 在一些变体中,无线可植入设备可以被配置为在第二模式下操作,其中,该无线可植入设备可以被配置为响应于从用户接收到无线功率和/或无线命令,执行任务或功能。例如,如果可植入无线监视器的电池不可用(例如,没电、失效/故障),则它可以被配置为响应于从用户(例如,患者)接收到无线功率和/或无线命令,感测心内压。在一些变体中,这种第二模式可以包括按需感测(例如,无线可植入设备被配置为在从外部无线设备接收到无线功率和/或无线命令时感测生理参数)。在一些变体中,无线可植入设备可以被配置为在从用户接收到无线功率和/或无线命令时在第二模式下操作,而不管电池的状态如何。在一些变体中,由用户发送的无线功率和/或无线命令可以覆盖无线可植入设备的第一模式。例如,可以由医生在患者检查期间和/或由患者在经历疾病症状时执行按需感测。

[0215] 图11是操作无线可植入设备的方法的说明性流程图。在一些变体中,该方法(1100)可以包括以下步骤:测量储能设备的储能设备参数(1102),基于所测量的储能设备参数来生成模式选择信号(1104),以及基于该模式选择信号来配置负载电路在第一模式或第二模式下执行预定功能(1106)。

[0216] 如本文所描述的储能设备、负载电路和负载电路的预定功能适用于本文所描述的

任何方法。在一些变体中，储能设备可以包括电池和电容器(例如，其可以包括超级电容器)中的一项或多项。在一些变体中，储能设备可以具有小于约100毫瓦时的容量。在一些变体中，储能设备参数可以包括以下中的一项或多项：电池电压、电池电流、电池阻抗、电池充电状态、电池放电深度、电池容量、电池能量、电池功率、电池温度、及其组合等。在一些变体中，储能设备参数可以包括以下中的一项或多项：电容器电压、电容器电流、电容器阻抗(例如，电容、电容器的等效串联电阻或ESR、与电容并联的电阻等)、电容器充电状态、电容器放电深度、电容器能量、电容器温度、及其组合等。在一些变体中，储能设备参数可以包括可用于推断储能设备的状态的另一个电路的参数。例如，电阻分压网络可以被连接到电池电压，并且可以测量该电阻分压网络的输出电压以便推断电池电压。

[0217] 在一些变体中，在第一模式下的负载电路可以被配置为在没有来自外部设备的信号(例如，无线功率、无线数据、无线命令、无线信号等)时执行预定功能。在一些变体中，在第二模式下的负载电路可以被配置为响应于来自外部设备的信号(例如，无线功率、无线数据、无线命令、无线信号等)，执行预定功能。例如，无线可植入设备的在第一模式下的负载电路可以被配置为全天周期性地监视心内压，而无需每次测量心内压时无线可植入设备都需要无线功率或无线命令。此外，在第二模式下的负载电路可以被配置为在从外部无线设备接收到无线功率和/或无线命令时测量心内压和/或另一个生理参数。

[0218] 在一些变体中，负载电路的预定功能可以包括以下中的一项或多项：测量生理参数(例如，心内压、心率等)、测量无线可植入设备的参数(例如，可植入设备的结构参数，诸如人工心脏瓣膜小叶的厚度或运动、可植入设备周围的组织生长、疤痕组织等)，控制无线可植入设备，提供刺激、以及提供对患者的治疗。在一些变体中，生理参数可以包括以下中的一项或多项：心内压、血管内压、血压、血流速度、血流、血氧水平、心率、呼吸率、温度、电压、电流、阻抗、神经信号、心音、及其组合等。

[0219] 在一些变体中，方法(1100)可以进一步包括以下步骤：使用无线可植入设备的换能器来接收无线功率，使用无线可植入设备的功率电路来恢复所接收的无线功率的至少一部分，以及使用无线可植入设备的功率检测器电路来生成用于负载电路的一个或多个电源电压。如本文所描述的换能器(例如，超声换能器)、功率电路、负载电路和功率检测器电路适用于本文所描述的任何方法。

[0220] 在一些变体中，方法(1100)可以进一步包括以下步骤：使用功率检测器电路来测量储能设备参数和功率电路参数中的一项或多项。如本文所描述的储能设备参数适用于本文所描述的任何方法。在一些变体中，功率电路参数可以包括以下中的一项或多项：功率电路电压、功率电路电流、功率电路阻抗、功率电路功率、功率电路存储的能量、功率电路温度、及其组合等。例如，功率电路参数可以包括整流器的输出电压。在一些变体中，方法(1100)可以进一步包括以下步骤：使用功率电路在无线可植入设备的电容器存储能量。

[0221] 图12描绘了可被配置用于实现操作无线可植入设备的方法(1100)的无线可植入设备(1200)。该无线可植入设备(1200)可以包括被配置为向无线可植入设备(1200)供电的储能设备(1230)、被耦接到储能设备(1230)并被配置为执行预定功能的负载电路(1250)、以及被耦接到储能设备(1230)的处理器(1240)。该处理器(1240)可以被配置为测量储能设备参数(1280)，并至少部分地基于所测量的储能设备参数(1280)来生成模式选择信号(1282)。该负载电路(1250)可以被配置为基于该模式选择信号(1282)，在第一模式或第二

模式下执行预定功能。如本文所描述的无线可植入设备、储能设备、负载电路、预定功能、处理器、储能设备参数、第一模式和第二模式适用于本文所描述的任何系统或方法。在一些变体中，处理器(1240)可以包括被配置为监视电池的参数(例如，电池电压、电池充电状态等)的电池监视电路、被配置为将电池的一个或多个参数与一个或多个预定阈值进行比较的比较器、以及基于该比较器的输出来生成模式选择信号的数字逻辑。例如，处理器(1240)可以被配置为测量电池电压，并基于该电池电压是大于还是小于阈值(例如，3V)来生成模式选择信号。在一些变体中，如果电池电压高于阈值，则模式选择信号可以配置负载电路在第一模式下执行预定功能(例如，全天周期性监视生理参数)；然而，如果电池电压低于阈值(例如，表明电池没电)，则模式选择信号可以配置负载电路在第二模式(例如，按需感测)下执行预定功能。在一些变体中，模式选择信号可以是包括一个或多个数字比特的数字信号。

[0222] 在一些变体中，无线可植入设备(1200)可以进一步包括被配置为接收无线功率的换能器(1210)、被耦接到换能器(1210)并被配置为恢复所接收的无线功率的至少一部分的功率电路(1220)、以及被耦接到功率电路(1220)和储能设备(1230)的功率检测器电路(1228)。功率检测器电路(1228)可以被配置为生成用于负载电路(1250)和处理器(1240)中的一项或多项的一个或多个电源电压(1284)，如图12中所示。如本文所描述的换能器、功率电路和功率检测器电路适用于本文所描述的任何系统。在一些变体中，功率检测器电路(1228)可以基于由处理器(1240)生成的模式选择信号(1282)来生成用于负载电路(1250)和处理器(1240)中的一项或多项的一个或多个电源电压(1284)。例如，由处理器(1240)基于所测量的小于约3V的电池电压而生成的模式选择信号(1282)可以控制功率检测器电路(1228)选择功率电路(1220)的输出以用于生成用于负载电路(1250)的一个或多个电源电压(1284)。在一些变体中，处理器(1240)、负载电路(1250)、以及处理器(1240)和/或负载电路(1250)的任何子电路中的一个或多个可以由以下中的一项或多项来供电：储能设备(1230)、功率电路(1220)的输出、以及功率检测器电路(1228)的输出。

[0223] 在一些变体中，功率检测器电路(1228)可以包括以下中的一项或多项：功率ORing电路、功率组合电路、功率选择电路、一个或多个二极管以及一个或多个开关。图13A和图13B描绘了功率检测器电路(1328)。在一些变体中，如图13A中所示，功率检测器电路(1328)可以包括二极管D_1(1360)和D_2(1362)，其可以被配置为选择两个输入电压V_{REC}和V_{STOR}中的更高者。参考图12，V_{REC}可以标示功率电路(1220)的输出电压，并且V_{STOR}可以标示储能设备(1230)的电压。在一些变体中，二极管D_1(1360)和D_2(1362)可以包括以下中的一项或多项：无源二极管、肖特基二极管、有源二极管、及其组合等。在一些变体中，如图13B中所示，功率检测器电路(1328)可以包括开关S_1(1364)和S_2(1366)，其可以被接通或断开以用于选择两个输入电压V_{REC}或V_{STOR}中的一个，其可用于生成输出电源电压V_{DD}(1384)。在一些变体中，开关可以由开关驱动器电路(1342)驱动。在一些变体中，开关驱动器电路(1342)可以包括比较器或其他逻辑电路，其可以被配置为将V_{STOR}与V_{REC}相比较(例如，以确定这些电压中的哪一个可大于另一个)和/或将V_{STOR}或V_{REC}与参考电压进行比较。在一些变体中，开关驱动器电路(1342)可以包括低功率辅助路径(例如，包括另一个功率检测器电路，诸如在图13A中所描绘的)，以向比较器或包括开关驱动电路(1342)的其他逻辑电路供电。在一些变体中，开关驱动器电路(1342)可以基于由处理器生成的模式选择信号(1382)来控制开关S_1(1364)和S_2(1366)。

[0224] 参考图12,在一些变体中,功率检测器电路(1228)可以进一步被配置为测量以下中的一项或多项:储能设备参数、功率电路参数、及其组合等。在一些变体中,储能设备参数可以包括以下中的一项或多项:电池电压、电池电流、电池阻抗、电池充电状态、电池放电深度、电池容量、电池能量、电池功率、电池温度、及其组合等。在一些变体中,储能设备参数可以包括以下中的一项或多项:电容器电压、电容器电流、电容器阻抗(例如,电容、电容器的等效串联电阻或ESR、与电容并联的电阻等)、电容器充电状态、电容器放电深度、电容器能量、电容器温度、及其组合等。在一些变体中,功率电路参数可以包括以下中的一项或多项:功率电路电压、功率电路电流、功率电路阻抗、功率电路功率、功率电路存储的能量、功率电路温度、及其组合等。

[0225] 在一些变体中,无线可植入设备(1200)可以进一步包括被耦接到功率电路(1220)的一个或多个电容器,其中,该功率电路(1220)可以被配置为将能量存储在一个或多个电容器中。在一些变体中,处理器(1240)可以包括以下中的一项或多项:储能监视电路、电池监视电路、比较器、数字逻辑、及其组合等。在一些变体中,处理器(1240)可以被配置为由储能设备(1230)和功率电路(1220)中的一项或多项供电。在一些变体中,换能器(1210)可以包括一个或多个声(例如,超声)换能器,并且由换能器(1210)接收的无线功率可以包括声(例如,超声)功率。

[0226] 在一些变体中,无线监视器可以被配置为在第一模式下操作,诸如连续监视模式。用户(例如,患者、医生等)进而可以使用外部无线设备,其可以被配置为经由下行链路信号向无线监视器发送无线命令。基于该命令,无线监视器可以开始在第二模式下操作,诸如按需感测模式和/或无线上行链路模式。例如,在一些变体中,在接收到命令时,无线监视器可以开始将在其存储器中存储的感测数据发送到外部无线设备(即,无线上行链路模式)。在一些变体中,在接收到命令时,无线监视器可以获取生理参数的一个或多个样本,并经由上行链路信号将原始或经处理的样本(例如,在数字化和/或进一步的数字信号处理之后)发送到外部无线设备。

[0227] 在一些变体中,在第二模式下,外部无线设备可以向无线监视器发送功率信号和/或命令,该无线监视器可以基于该功率信号和/或命令使用从功率信号恢复的能量来获取生理参数的一个或多个样本并经由上行链路信号将原始或经处理的样本发送回外部无线设备。在一些变体中,在第二模式下,外部无线设备可以仅向无线监视器发送命令,该无线监视器可以基于该命令使用其存储的能量(例如,在电容器或电池上)来获取生理参数的一个或多个样本并经由上行链路信号将原始或经处理的样本发送回外部无线设备。在一些变体中,来自无线监视器的按需感测和/或无线上行链路可以在成像过程(例如,诸如经胸超声心动图之类的超声成像)期间被执行。例如,按需感测、无线上行链路和成像过程可被时间复用。

[0228] D.用于高能效可植入设备的工作/负载循环技术

[0229] 在一些应用中,无线设备可以包括诸如唤醒接收器电路之类的电路,其可以被配置为检测由其他无线设备发送的任何无线信号。例如,无线可植入设备可以包括唤醒接收器电路,以侦听由外部无线设备发送的任何无线信号(例如,询问信号或无线命令),由此,无线可植入设备可以执行响应动作(例如,向外部无线设备发送反馈信号)。在常规的无线系统中,唤醒接收器电路始终保持开启,因为外部无线设备可向其发送信号的时间可能是

未知的或不可预测的。然而，保持唤醒接收器电路始终开启可能会导致显著的能量消耗，这对于能量预算有限(例如，由微型电池供电)的小型可植入无线设备来说可能是个问题。此外，在一些应用中，可植入设备可以由储能设备(例如，电池)供电，并且可以使用储能监视电路(例如，电池监视电路)来监视储能设备的能量状态以便安全操作(例如，以防止储能设备过放电)。在常规的系统中，这种储能监视电路始终保持开启以使能持续监视储能设备的能量状态并避免过放电。然而，这也可能导致显著的能量消耗，这对于能量预算有限的小型可植入设备来说可能是不希望的。

[0230] 图14描绘了包括唤醒接收器电路(1444)的无线可植入设备(1400)。在一些变体中，该无线可植入设备(1400)可以包括被配置为接收无线信号的换能器(1410)、被耦接到换能器(1410)的唤醒接收器电路(1444)、被配置为响应于该无线信号而生成唤醒信号(1490)的唤醒接收器电路(1444)、被配置为基于定时器信号来生成用于唤醒接收器电路(1444)的触发信号(1492)的处理器(1440)、以及被配置为向唤醒接收器电路(1444)和处理器(1440)供电的储能设备(1430)。唤醒接收器电路(1444)可以被配置为仅在接收到触发信号(1492)时进行操作。在一些变体中，储能设备(1430)可以被配置为生成用于向唤醒接收器电路(1444)和处理器(1440)中的一个或多个供电的一个或多个电源电压(1484)。如本文所描述的换能器、唤醒接收器电路、处理器和储能设备适用于本文所描述的任何系统或方法。

[0231] 在一些变体中，无线可植入设备(1400)的处理器(1440)可以包括定时器电路，其中，该定时器电路可以被配置为生成定时器信号。例如，该定时器电路可以包括以下中的一项或多项：振荡器电路(例如，张弛振荡器、RC振荡器、环形振荡器等)、时钟电路、计数器电路、数字逻辑、及其组合等。

[0232] 在一些变体中，触发信号可以包括具有预定的重复间隔的周期性波形。在一些变体中，预定的重复间隔可以小于或等于由换能器接收的无线信号的时长。例如，唤醒接收器电路可以在由T_{WUP}标示的固定或可变时间段之后由无线可植入设备的处理器周期性地开启。在一些变体中，T_{WUP}可以被预先确定并被编程到无线可植入设备的处理器或存储器中(例如，T_{WUP}可以被设置为1ms或1s等)。在一些变体中，T_{WUP}可以基于由外部无线设备发送到无线可植入设备的询问信号的时长。例如，询问信号可以被设计为持续由T_{INT}标示的最短时长。在这种系统中，如果无线可植入设备的唤醒接收器电路在每个T_{WUP}中被开启，其中，T_{WUP}是在T_{INT}的量级(例如，T_{WUP}小于或等于T_{INT})，则唤醒接收器电路很可能或被保证将在无线可植入设备正在接收询问信号时至少短时间被开启。这可以允许无线可植入设备能够检测询问信号而无需保持其唤醒接收器电路始终开启，从而减少无线可植入设备的能量耗散。

[0233] 参考图14，在一些变体中，无线可植入设备(1400)可以进一步包括被耦接到储能设备(1430)并被配置为生成用于向唤醒接收器电路(1444)和处理器(1440)中的一个或多个供电的一个或多个电源电压的功率电路(1420)。在一些变体中，由无线可植入设备(1400)的换能器(1410)接收的无线信号可以由被配置为与无线可植入设备在物理上分开设置(例如，位于患者外部)发送。在一些变体中，换能器(1410)可以包括一个或多个声(例如，超声)换能器，并且由换能器(1410)接收的无线信号可以包括声(例如，超声)信号。

[0234] 图15是操作储能监视电路的方法的说明性流程图。在一些变体中，该方法(1500)可以包括以下步骤：使用储能监视电路来监视一个或多个储能设备参数(1502)，基于对一

个或多个储能设备参数的监视来生成用于该储能监视电路的触发信号(1504),以及仅在接收到该触发信号时操作该储能监视电路(1506)。

[0235] 图16描绘了包括储能监视电路(1646)的可植入设备(1600)。在一些变体中,该可植入设备(1600)可以包括被配置为向可植入设备(1600)供电的储能设备(1630)、被配置为监视一个或多个储能设备参数(1680)的储能监视电路(1646)、以及被配置为基于对一个或多个储能设备参数(1680)的监视来生成用于储能监视电路(1646)的触发信号(1692)的处理器(1640),其中,该储能监视电路(1646)可以被配置为仅在接收到触发信号(1692)时进行操作。如本文所描述的储能设备、储能监视电路、储能设备参数和处理器适用于本文所描述的任何系统或方法。

[0236] 在一些变体中,处理器(1640)可以包括定时器电路。在一些变体中,触发信号可以包括具有预定的重复间隔的周期性波形。在一些变体中,储能设备参数可以包括以下中的一项或多项:电池电压、电池电流、电池阻抗、电池充电状态、电池放电深度、电池容量、电池能量、电池功率、电池温度、及其组合等。在一些变体中,储能设备参数可以包括以下中的一项或多项:电容器电压、电容器电流、电容器阻抗(例如,电容、电容器的等效串联电阻或ESR、与电容并联的电阻等)、电容器充电状态、电容器放电深度、电容器能量、电容器温度、及其组合等。在一些变体中,储能设备参数可以包括可用于推断储能设备的状态的另一个电路的参数。

[0237] 在一些变体中,处理器(1640)可以进一步被配置为估计一个或多个储能设备参数(1680)。例如,处理器(1640)可以被配置为基于跨时间的电池电压(或充电状态)的一个或多个测量和/或使用可植入设备(1600)的能量消耗率的估计或测量来预测电池电压(或充电状态)的趋势。在一些变体中,处理器(1640)可以被配置为基于关于储能设备参数(1680)的一个或多个先前值的信息和储能设备(1630)的放电曲线或可植入设备(1600)的功耗来预测储能设备参数(1680)的趋势。在一些变体中,处理器(1640)可以被配置为至少部分地基于对一个或多个储能设备参数(1680)的估计来生成触发信号(1692)。例如,电池监视电路可以被配置为测量电池电压,并且如果该电池电压被处理器确定为充分高于阈值,则处理器可以被配置为生成用于不那么频繁地开启电池监视电路的触发信号,以便节省电池的能量。

[0238] 参考图16,在一些变体中,无线可植入设备(1600)可以进一步包括被耦接到储能设备(1630)并被配置为生成用于向储能监视电路(1646)和处理器(1640)中的一个或多个供电的一个或多个电源电压的功率电路(1620)。

[0239] E.结合心血管参数来监视患者活动

[0240] 在一些应用中,除了使用无线监视器来监视心内压或血管内压之外,监视患者活动或其他生理参数可以很重要,包括但不限于以下中的一项或多项:心率、心率变异性、呼吸率或呼吸、胸阻抗、心音、温度、其他压力、血氧水平、血糖水平、及其组合等。对于将压力变化与患者的活动水平(例如,休息、睡眠、锻炼、压力等)或生活方式相关联,和/或对于了解异常压力变化的原因来说,这可以很重要。例如,高压可与诸如锻炼之类的高活动水平有关。本文所提供的解决方案使能除了心内压和/或血管内压测量之外或与其协作地监视患者活动。

[0241] 在一些变体中,无线监视器可以被配置为测量压力,而外部设备可以被配置为测

量患者活动或其他生理参数。用于测量患者活动或生理参数的外部设备可以包括以下中的一项或多项:用于为无线监视器供电和与其通信的外部无线设备、手机、可穿戴设备(例如,智能手表)、由患者携带的设备、被紧固在患者身体上的设备(例如,使用带子、粘合剂等)、另一个可植入设备、及其组合等。在一些变体中,用于测量患者活动的设备可以包括以下中的一项或多项:活动传感器、运动传感器、加速度计、微机电系统(MEMS)设备、力传感器、压力传感器、温度传感器、汗液传感器、心率传感器(例如,心电图或ECG传感器、电极等)、用于感测呼吸率的传感器、用于检测心音的音频传感器、及其组合等。在一些变体中,测量压力的无线监视器和测量患者活动的外部设备,和/或由无线监视器和外部设备执行的测量可以在时间上进行同步,以便准确地将压力数据与活动数据相关联。在一些变体中,这种时间同步可以通过在外部无线设备与无线监视器之间建立无线链路来执行。

[0242] 在一些变体中,无线监视器可以被配置为测量除了压力之外的患者活动或其他生理参数,其中,该无线监视器可以包括如上文在外部无线设备的情况下所描述的一个或多个传感器。在一些变体中,无线监视器可以基于对来自压力波形的心率估计来估计患者活动。例如,两个连续峰值或心内压或血管内压波形的类似特征(例如,两个连续收缩期或舒张期之间的时长)之间的时长可以表示心率。

[0243] 图17是心血管压力监视方法的说明性流程图。在一些变体中,该方法(1700)可以包括以下步骤:测量患者的心血管压力(1702),测量患者的至少一个其他生理参数(1704),以及至少部分地基于该心血管压力和患者的至少一个其他生理参数来确定患者状态(1706)。在一些变体中,该方法(1700)可以进一步包括将所测量的心血管压力与其他生理参数的测量同步。在一些变体中,可以由被配置为与无线监视器在物理上分开设置(例如,位于患者外部)的外部设备来执行同步。在一些变体中,其他生理参数可以包括以下中的一项或多项:患者活动、心率、心率变异性、呼吸率、胸阻抗、心音、温度、血压、血流、血流速度、血氧水平、血糖水平、及其组合等。

[0244] 在一些变体中,测量患者的至少一个其他生理参数可以由被配置为与无线监视器在物理上分开设置(例如,位于患者外部)外部设备来执行。在一些变体中,可以使用被植入患者体内的第二无线监视器来测量患者的至少一个其他生理参数。在一些变体中,可以使用被植入患者体内的无线监视器来测量患者的至少一个其他生理参数。

[0245] 在一些变体中,该方法(1700)可以进一步包括使用无线监视器的处理器来对所测量的心血管压力进行数字化。在一些变体中,该方法(1700)可以进一步包括将经数字化的心血管压力从无线监视器无线地发送到被配置为与该无线监视器在物理上分开设置(例如,位于患者外部)的无线设备。在一些变体中,无线设备可以包括被配置为与无线监视器在物理上分开设置(例如,位于患者外部)的外部无线设备。在一些变体中,可以使用声信号、超声信号、射频信号、及其组合等中的一项或多项来执行无线传输。

[0246] F.使用能量收集来为可植入设备供电

[0247] 在一些变体中,可植入设备可以使用从一个或多个身体器官的运动中收集的能量来供电。例如,被植入心脏中或心脏附近的无线监视器可以被配置为从心脏的运动或压力中收集能量。尽管与从外部无线设备为无线监视器无线供电相比,这种能量收集技术通常提供低功率密度,但它可足以支持需要低能量的无线监视器的一个或多个功能。此外,由于这种能量源全天可用,因此,使用这种能量收集技术的无线监视器可以能够随时间积累足

够的能量以支持其一个或多个功能。

[0248] 在一些变体中，无线监视器可以包括超声波或声换能器(例如，压电换能器)，以从周围压力和/或器官运动中收集能量。在一些变体中，该超声或声换能器可以是用于与外部无线设备交换(例如，接收、发送)无线信号(例如，功率、数据、命令等)的同一换能器。在一些变体中，复用器电路可以被用于解耦合换能器的这些不同功能。在一些变体中，复用器电路可以被配置为始终保持换能器被连接到一个或多个功率电路以用于能量收集。

[0249] 在一些变体中，无线监视器可以包括压力或力传感器，以从周围压力和/或器官运动中收集能量。在一些变体中，相同或不同的压力传感器可以被用于感测血压以用于监视患者的疾病。在一些变体中，无线监视器可以附加地包括超声和/或RF换能器，以用于与外部无线设备进行上行链路和/或下行链路数据通信。在一些变体中，超声和/或RF换能器可以附加地被配置为还从外部无线设备接收无线功率。

[0250] G.使用无线监视器的单个换能器来交换无线信号并测量压力

[0251] 在一些变体中，无线监视器可以包括单个换能器(例如，压电换能器)以用于测量压力以及执行无线功能，诸如从外部无线设备接收无线功率和/或下行链路信号、和/或向外部无线设备发送上行链路信号。换能器的端子两端的电压可以指示周围压力。复用器电路可以被用于解耦合单个换能器的这些不同功能。无线监视器的这种配置可有利于其小型化。

[0252] 尽管为了清楚和理解的目的，已经通过说明和示例详细地描述了前述各变体，但是显而易见的，某些变化和修改可以被实现并且旨在落入所附权利要求的范围内。此外，应当理解，本文描述的系统和设备的组件和特性可以以任何组合来使用。关于具体附图的某些元件或特性的描述并不旨在限制或者其也不应被解释为暗示该元件不能与任何其他所描述的元件组合使用。对于本文所描述的所有变体，方法的步骤可以不按顺序执行。一些步骤是可选的，因此，可以不执行方法的每个步骤。

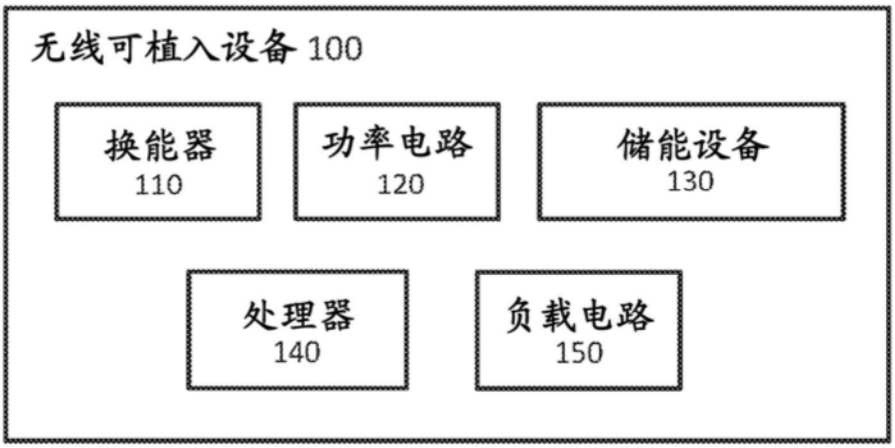

无线可植入设备 100
换能器
110
功率电路
120
储能设备
130
处理器
140
负载电路
150

图1

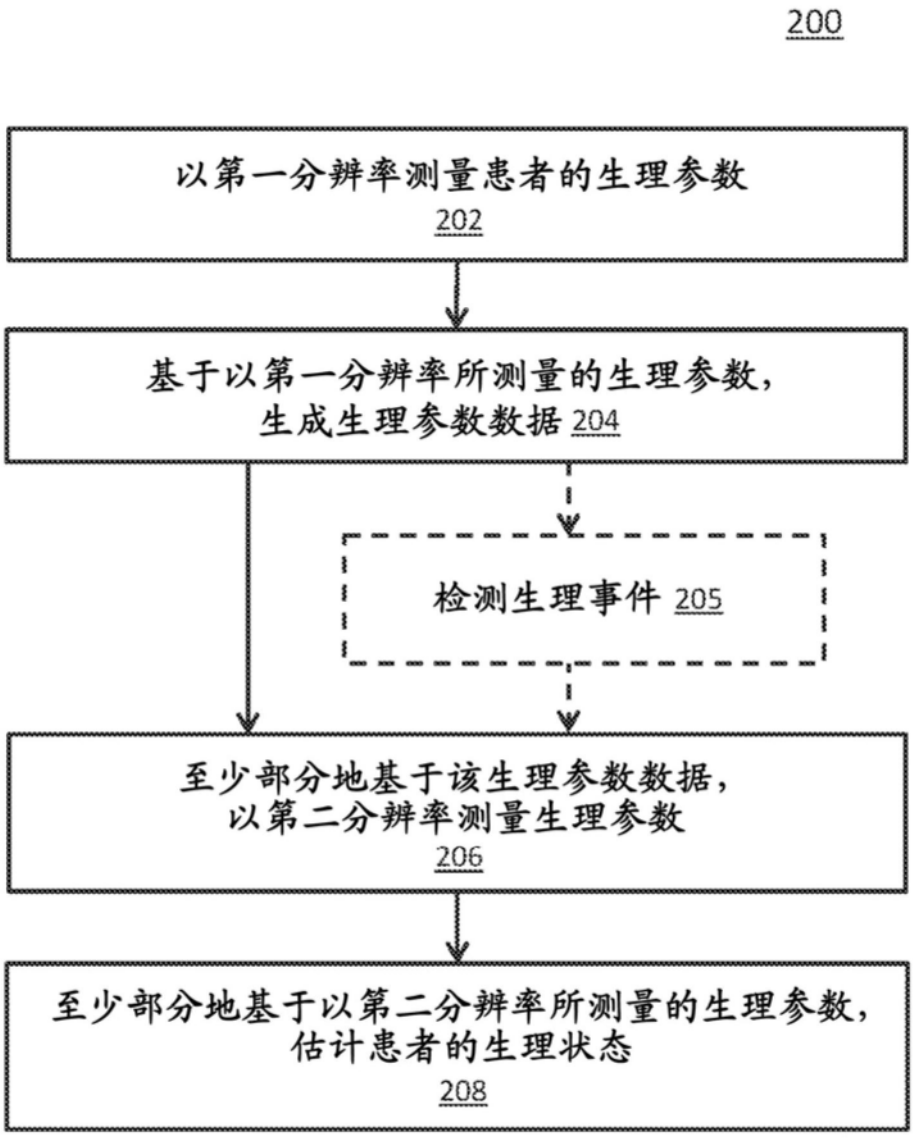

200
以第一分辨率测量患者的生理参数
202
基于以第一分辨率所测量的生理参数，
生成生理参数数据 204
检测生理事件 205
至少部分地基于该生理参数数据，
以第二分辨率测量生理参数
206
至少部分地基于以第二分辨率所测量的生理参数，
估计患者的生理状态
208

图2

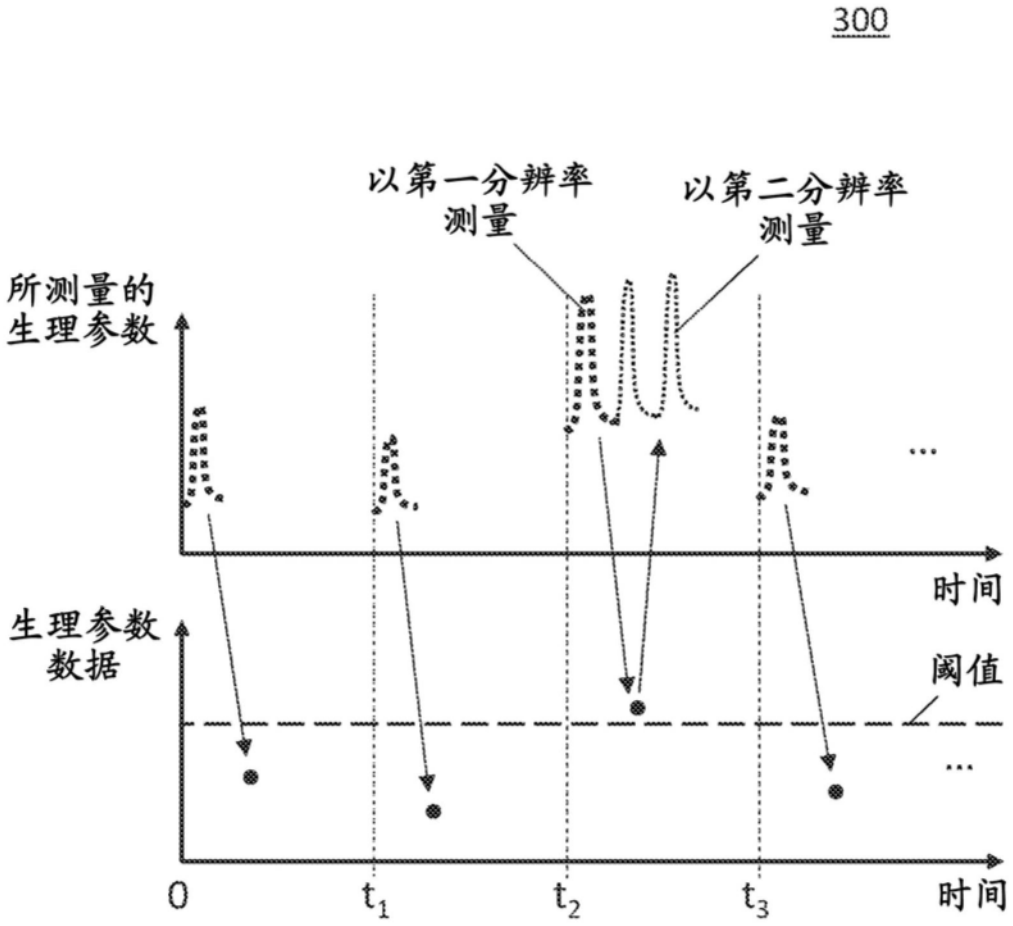


图3

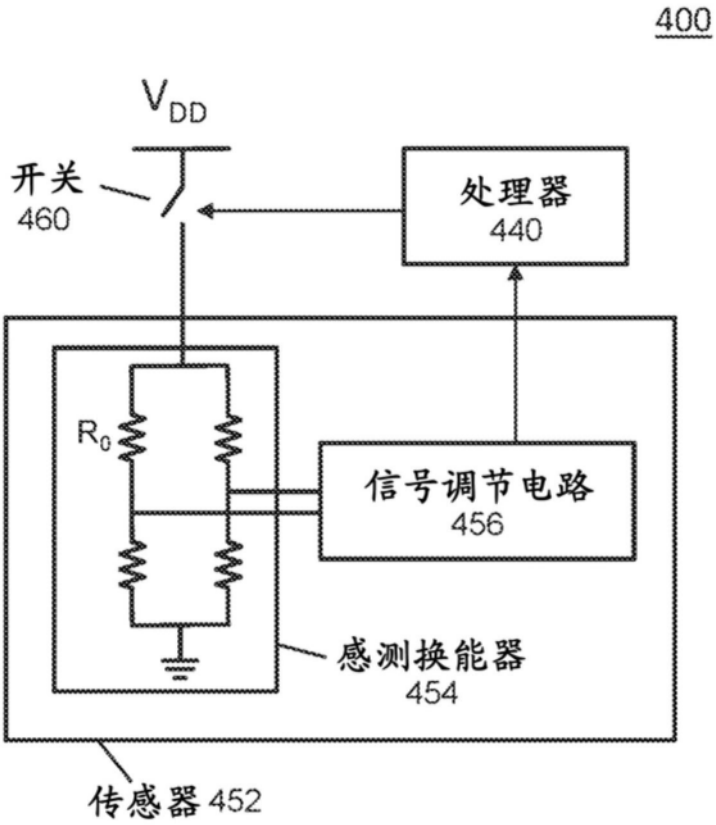


图4

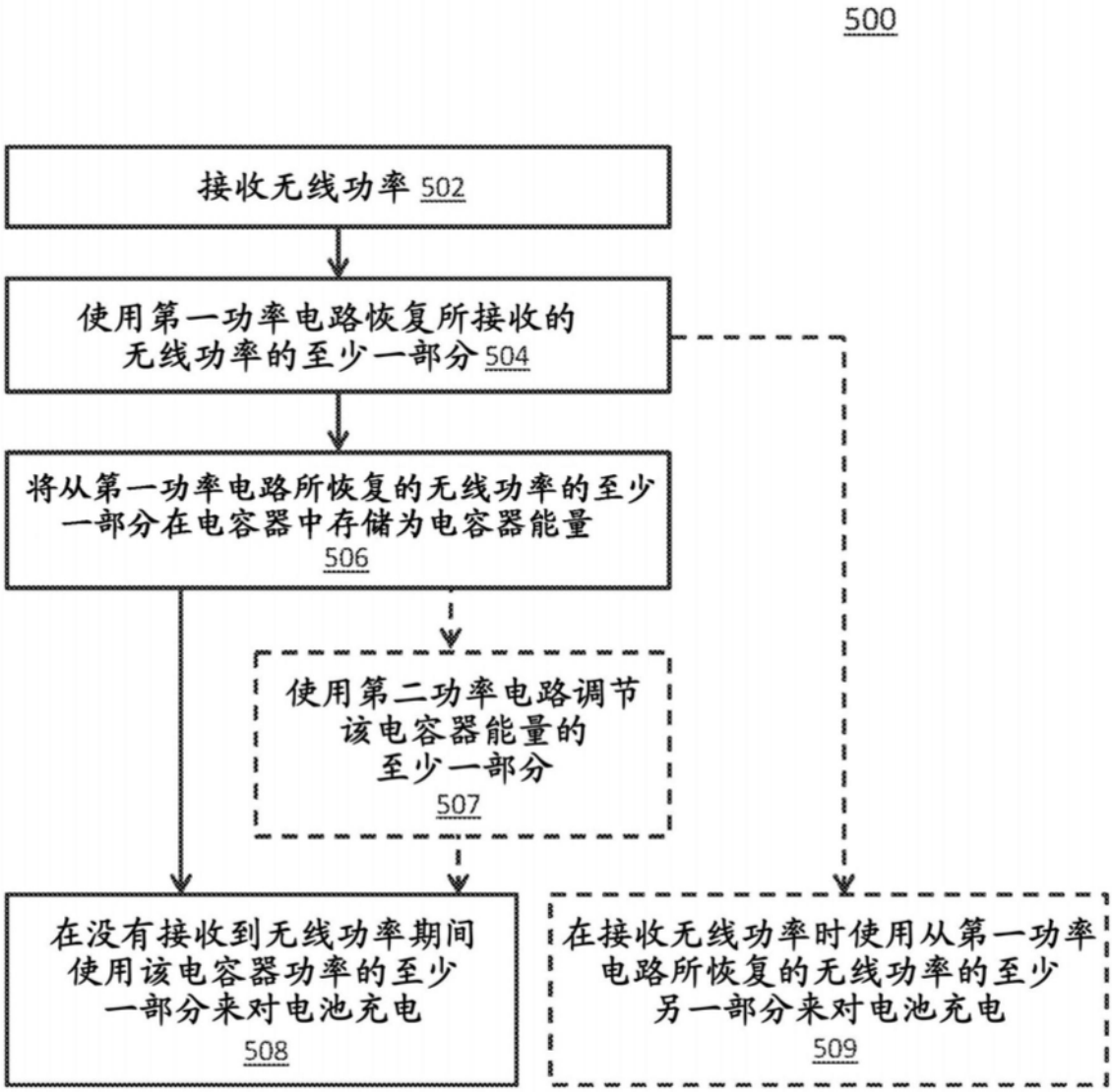

500
接收无线功率 502
使用第一功率电路恢复所接收的无线功率的至少一部分 504
将从第一功率电路所恢复的无线功率的至少一部分在电容器中存储为电容器能量 506
使用第二功率电路调节该电容器能量的至少一部分 507
在没有接收到无线功率期间使用该电容器功率的至少一部分来对电池充电 508
在接收无线功率时使用从第一功率电路所恢复的无线功率的至少另一部分来对电池充电 509

图5

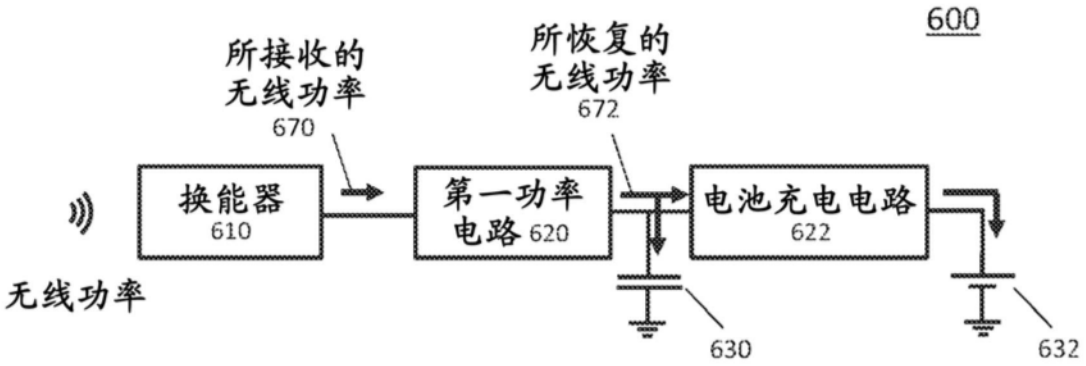

600
所接收的无线功率
670
所恢复的无线功率
672
换能器
610
第一功率电路 620
电池充电电路
622
无线功率
630
632

图6A

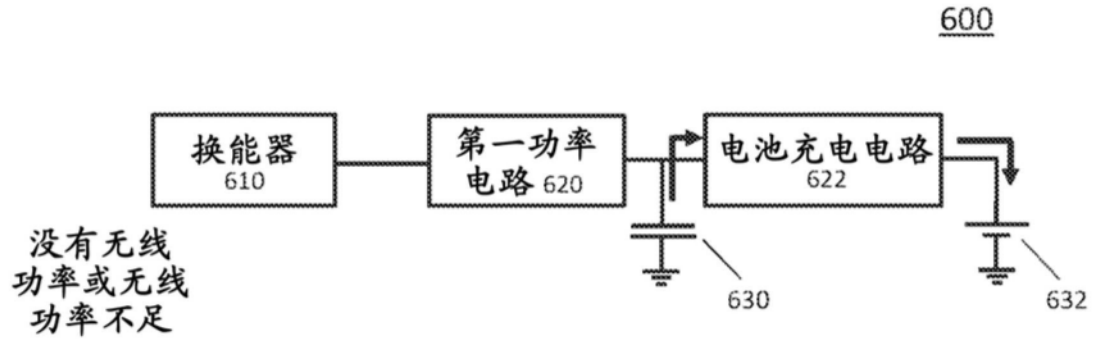

600
换能器
610
第一功率
电路 620
电池充电电路
622
没有无线
功率或无线
功率不足
630
632

图6B

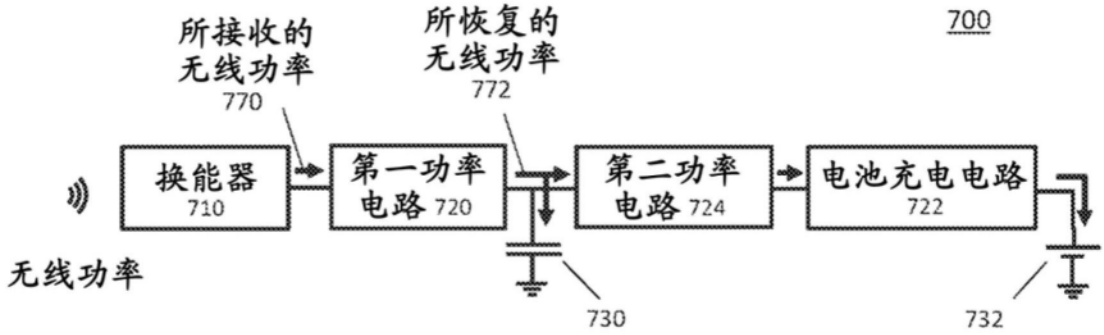

所接收的
无线功率
770
所恢复的
无线功率
772
700
换能器
710
第一功率
电路 720
第二功率
电路 724
电池充电电路
722
无线功率
730
732

图7A

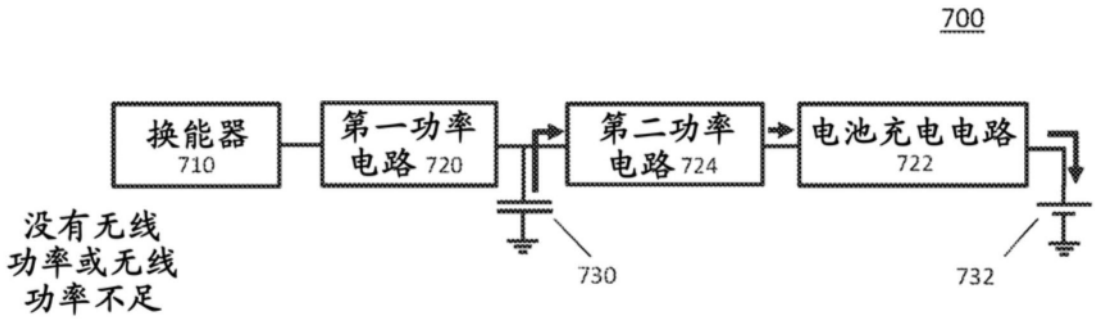

700
换能器
710
第一功率
电路 720
第二功率
电路 724
电池充电电路
722
没有无线
功率或无线
功率不足
730
732

图7B

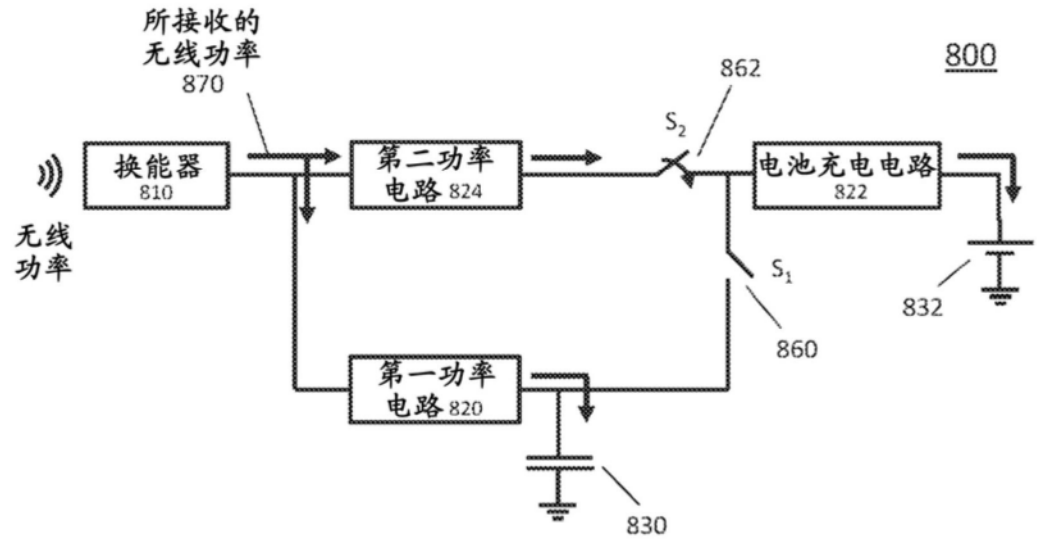

所接收的
无线功率
870
800
862
S_2
换能器
810
第二功率
电路 824
电池充电电路
822
无线
功率
S_1
832
860
第一功率
电路 820
830

图8A

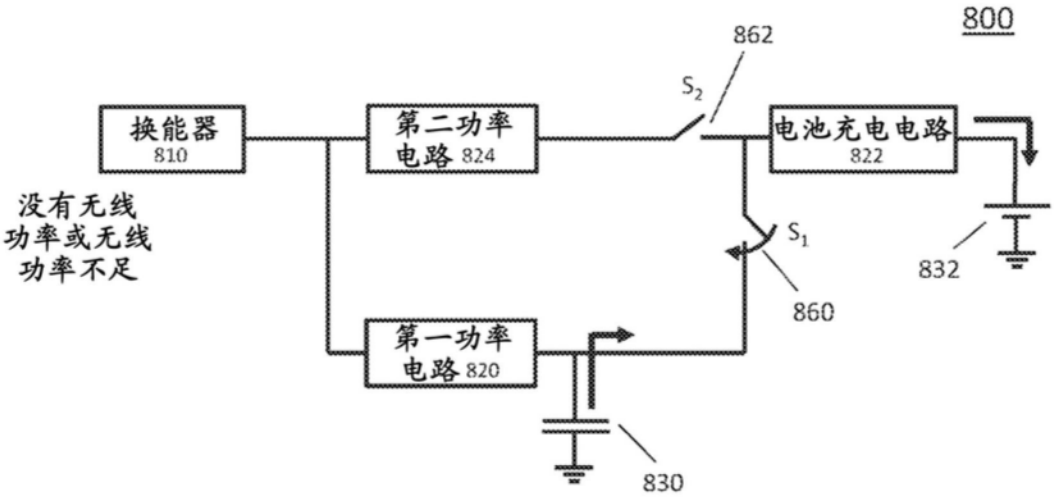

800
862
S_2
换能器
810
第二功率
电路 824
电池充电电路
822
没有无线
功率或无线
功率不足
S_1
832
860
第一功率
电路 820
830

图8B

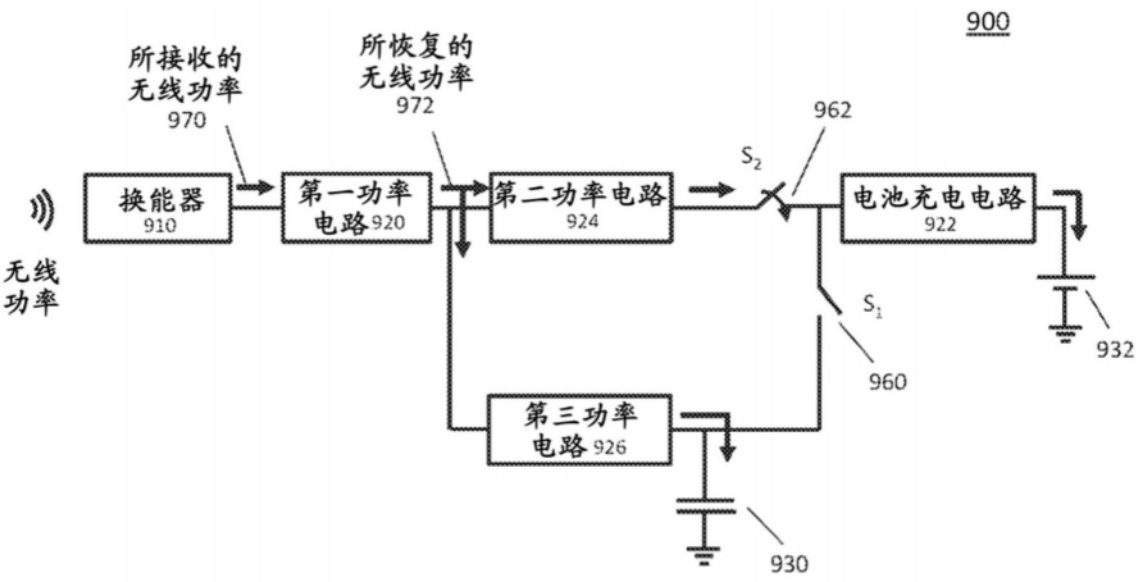

900
所接收的
无线功率
970
所恢复的
无线功率
972
962
S_2
换能器
910
第一功率
电路920
第二功率电路
924
电池充电电路
922
无线
功率
S_1
960
932
第三功率
电路926
930

图9A

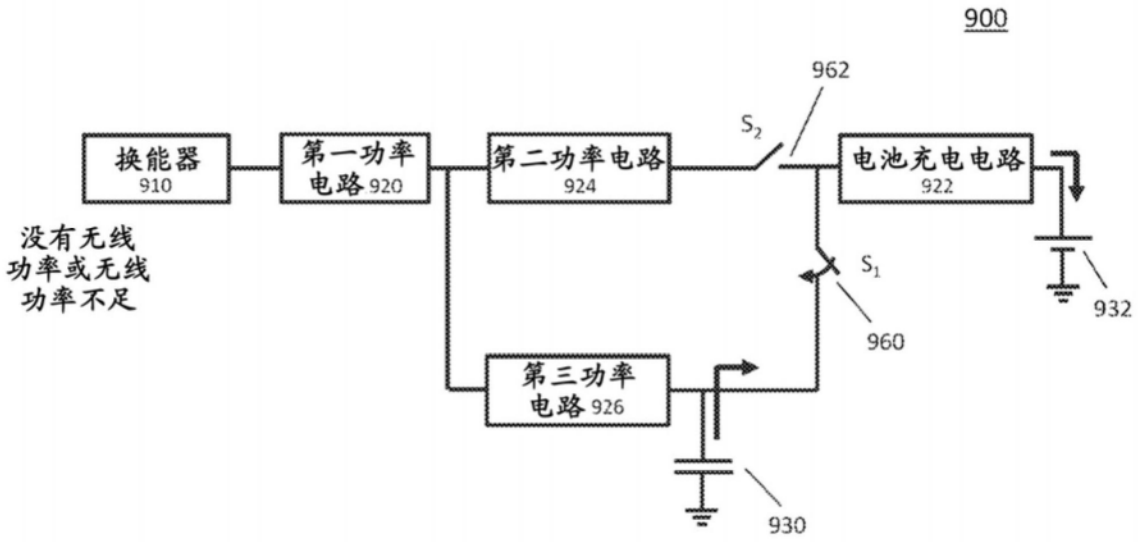

900
962
S_2
换能器
910
第一功率
电路920
第二功率电路
924
电池充电电路
922
没有无线
功率或无线
功率不足
S_1
960
932
第三功率
电路926
930

图9B

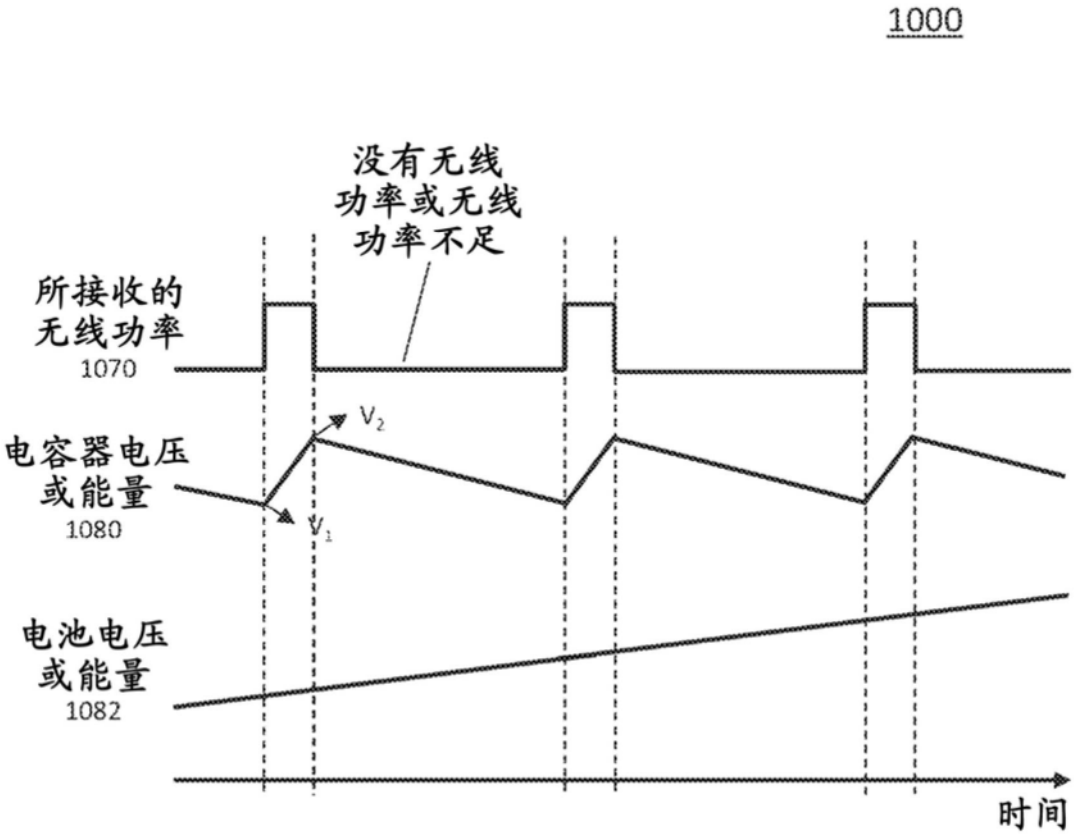

1000
没有无线
功率或无线
功率不足
所接收的
无线功率
1070
电容器电压
或能量
1080
V_2
V_1
电池电压
或能量
1082
时间

图10

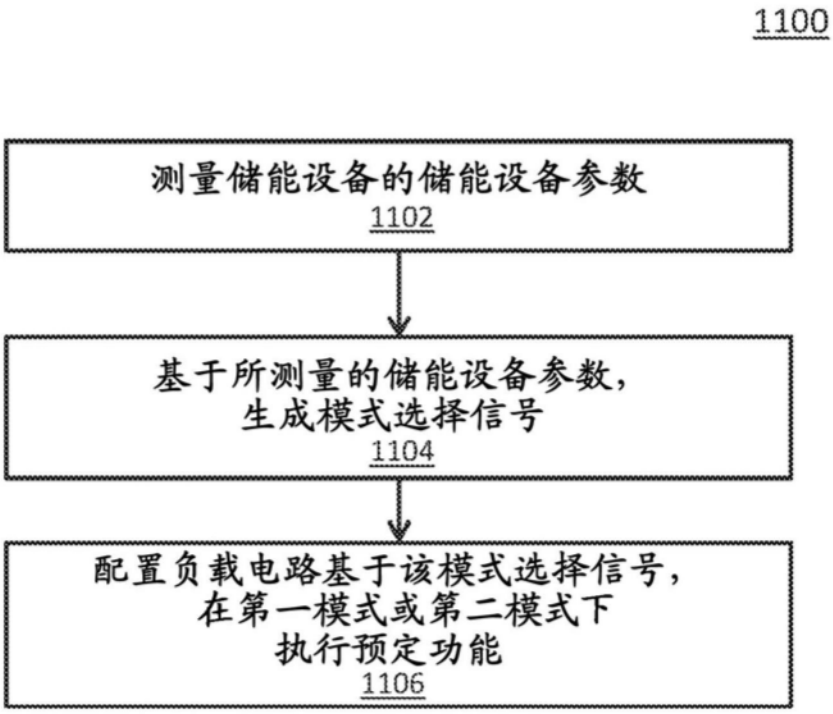

1100
测量储能设备的储能设备参数
1102
基于所测量的储能设备参数，
生成模式选择信号
1104
配置负载电路基于该模式选择信号，
在第一模式或第二模式下
执行预定功能
1106

图11

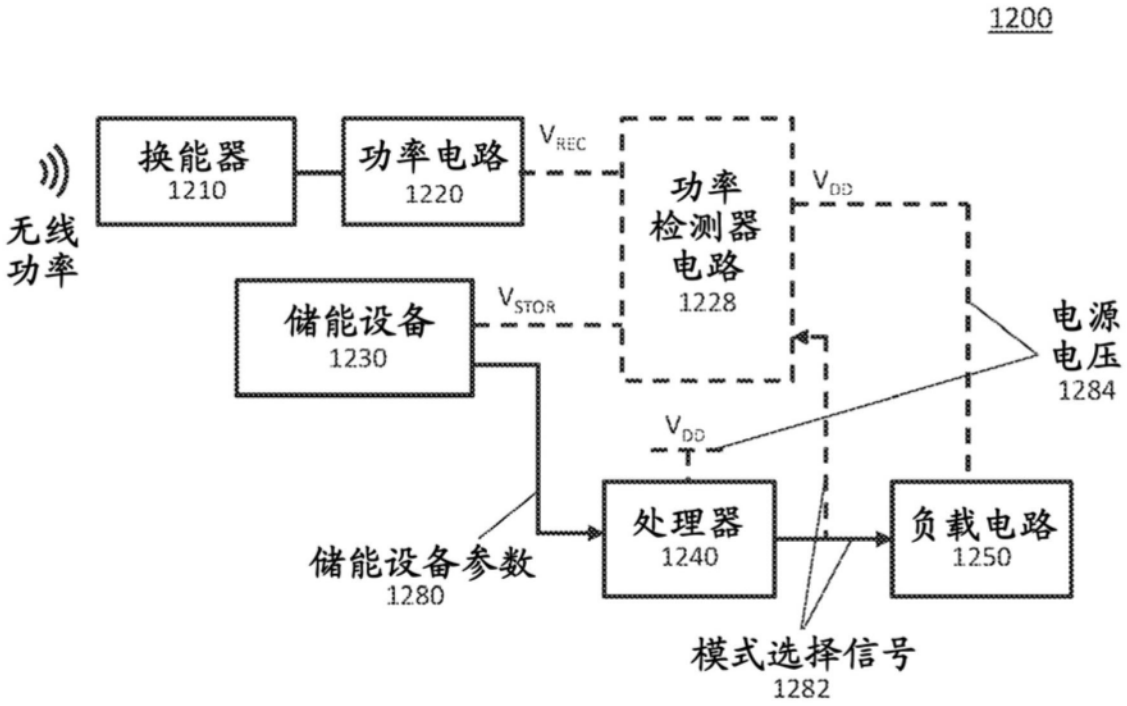

1200
换能器
1210
功率电路
1220
V_{REC}
功率
检测器
电路
1228
V_{DD}
无线
功率
储能设备
1230
V_{STOR}
电源
电压
1284
V_{DD}
处理器
1240
负载电路
1250
储能设备参数
1280
模式选择信号
1282

图12

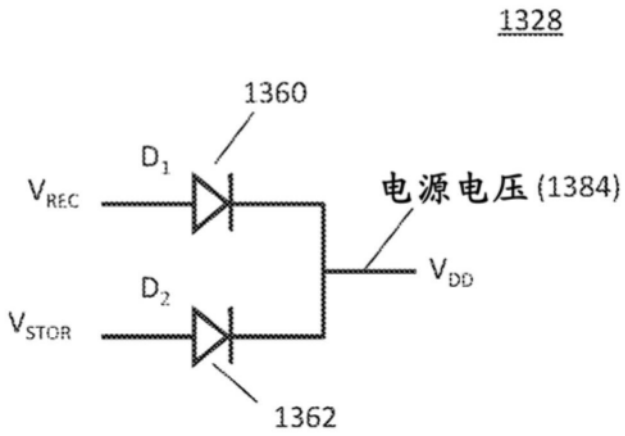

1328
1360
D_1
V_{REC}
电源电压(1384)
V_{DD}
D_2
V_{STOR}
1362

图13A

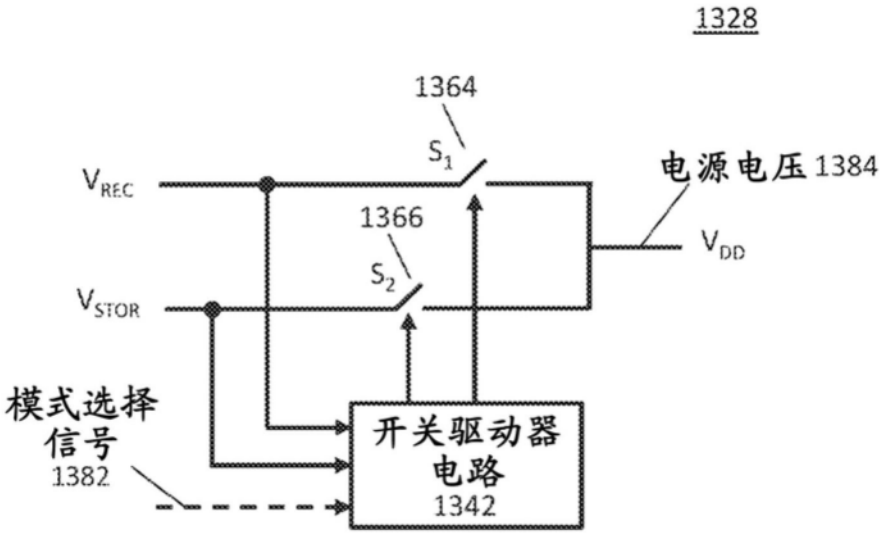

1328
1364
S_1
V_{REC}
电源电压 1384
1366
S_2
V_{DD}
V_{STOR}
模式选择
信号
1382
开关驱动器
电路
1342

图13B

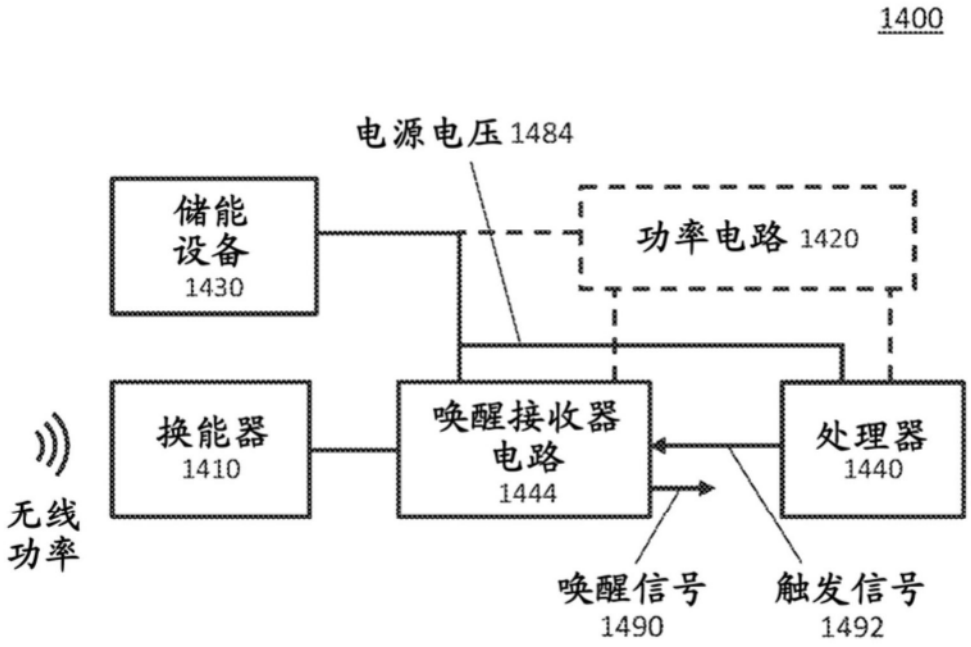

1400
电源电压 1484
储能
设备
1430
功率电路 1420
换能器
1410
唤醒接收器
电路
1444
处理器
1440
无线
功率
唤醒信号
1490
触发信号
1492

图14

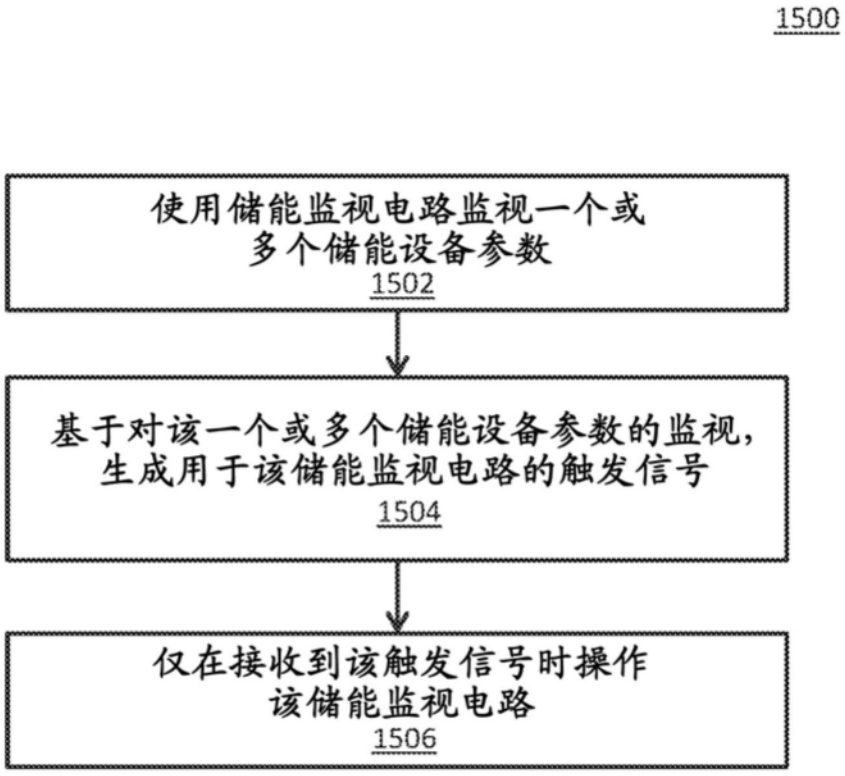

1500
使用储能监视电路监视一个或多个储能设备参数
1502
基于对该一个或多个储能设备参数的监视，生成用于该储能监视电路的触发信号
1504
仅在接收到该触发信号时操作该储能监视电路
1506

图15

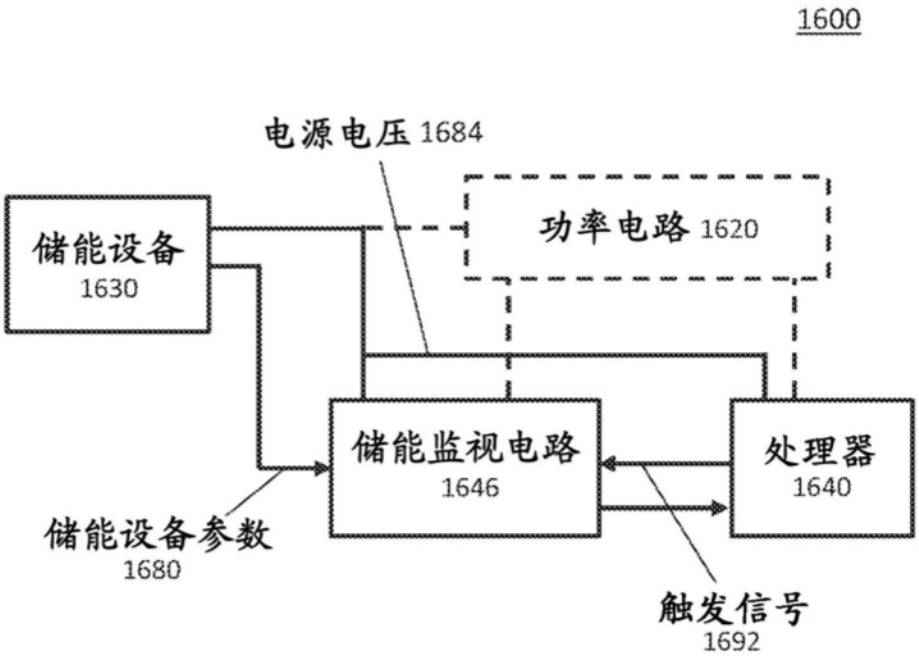

1600
电源电压 1684
储能设备
1630
功率电路 1620
储能监视电路
1646
处理器
1640
储能设备参数
1680
触发信号
1692

图16

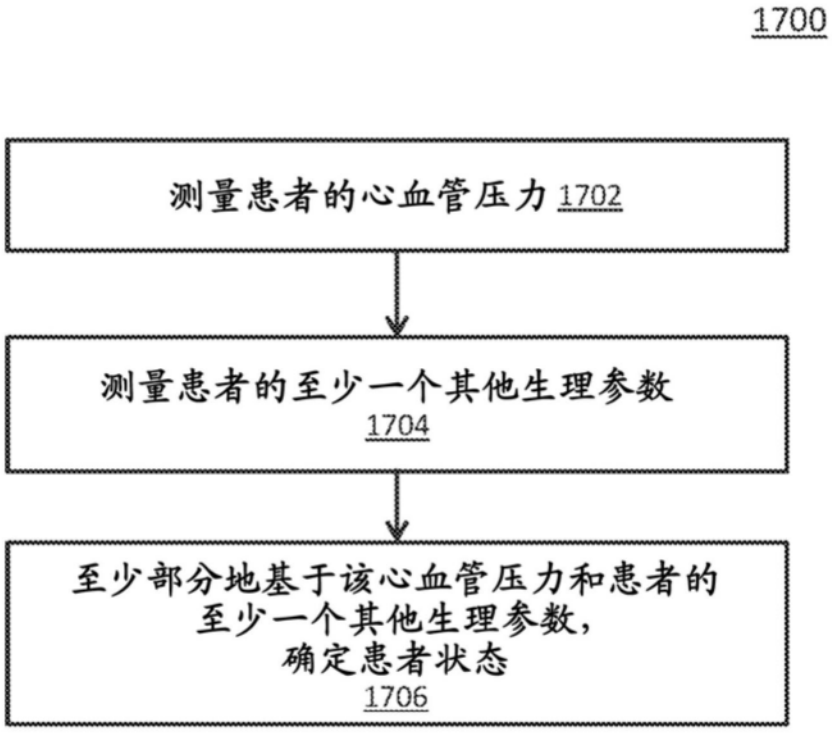

1700
测量患者的心血管压力 1702
测量患者的至少一个其他生理参数
1704
至少部分地基于该心血管压力和患者的
至少一个其他生理参数，
确定患者状态
1706

图17