



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103999325 B

(45)授权公告日 2017.06.06

(21)申请号 201280061622.4

(22)申请日 2012.12.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103999325 A

(43)申请公布日 2014.08.20

(30)优先权数据

13/324,348 2011.12.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.06.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/069507 2012.12.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/090572 EN 2013.06.20

(73)专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司

地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 V·A·穆拉托夫

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51)Int.Cl.

H02J 50/12(2016.01)

H02J 50/80(2016.01)

(56)对比文件

US 7421249 B2,2008.09.02,

US 2008180224 A1,2008.07.31,

CN 102055249 A,2011.05.11,

CN 102292896 A,2011.12.21,

CN 102292921 A,2011.12.21,

Jamerson C.等.Techniques for

Reduction of Required Headroom in High-Frequency Magamp Postregulators.《IEEE Transactions on Power Electronics》.1993,第8卷(第1期),

审查员 王璐璐

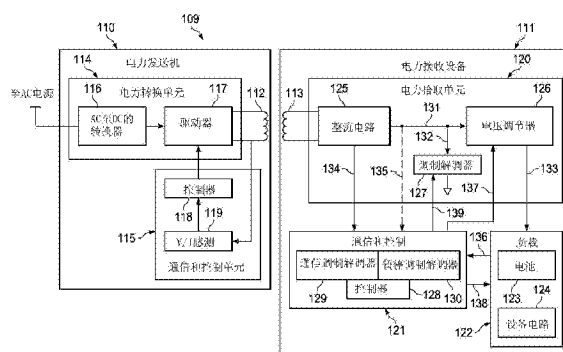
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

具有改进的调制纹波的无线电力传输

(57)摘要

一种无线电力接收机(111)经由电磁场耦合接收来自无线电力发送机(109)的电力。在通信时间段期间,所述电力接收机(111)以所述电力发送机(109)能够检测作为用于发送数据到所述电力发送机(109)的通信位流中的逻辑位序列的方式改变所述电磁场。在数据没有正被发送到所述电力发送机(109)时的暂停时间段期间,所述电力接收机(111)以所述电力发送机(109)不检测作为逻辑位序列(例如,以通信频带外的速率)的方式改变所述电磁场。在一些实施例中,在通信和暂停时间段期间,来自电磁场的、由所述无线电力接收机产生的电压中的纹波减少。



1. 一种电子设备,其包括:

电力拾取单元,其经由电力发送机产生的电磁场无线接收电力;

调制解调器,在通信时间段期间,所述调制解调器以所述电力发送机能够检测作为用于发送数据到所述电力发送机的通信位流中的逻辑位的第一方式,通过幅度调制、频率调制或相位调制中的一种调制引起所述电磁场在第一状态和第二状态之间变化,在数据没有正被发送至所述电力发送机时的暂停时间段期间,所述调制解调器以所述电力发送机不能检测作为所述逻辑位的第二方式引起所述电磁场在第一状态和第二状态之间变化,其中:

所述电力拾取单元包括整流器;

所述整流器将所述电磁场产生的AC电流转化为具有在整流后的电压电平附近波动的电压的DC电流;

在所述通信时间段期间,所述调制解调器引起所述整流后的电压电平在表示所述逻辑位的第一电压电平和第二电压电平之间变化;以及

在所述暂停时间段期间,所述调制解调器以一定占空比引起所述整流后的电压电平在所述第一电压电平和第二电压电平之间的范围内变化,所述占空比被选择以最小化在所述暂停时间段期间所述整流器输出的所述电压的平均电平和在所述通信时间段期间所述整流器输出的所述电压的平均电平之间的差。

2. 如权利要求1所述的电子设备,其中:

所述电力拾取单元包括整流器和稳压器;

所述整流器将所述电磁场产生的交流即AC电流转化为具有整流后的电压的直流即DC电流;

所述稳压器将所述整流后的电压调节为基本稳定的输出电压;

所述稳压器以一效率运行,所述效率取决于所述整流后的电压和所述输出电压之间的余量的量;

在所述通信时间段期间,所述调制解调器以表示所述逻辑位的方式引起所述整流后的电压电平变化;并且

在所述暂停时间段期间,所述调制解调器以最小化所述余量的方式引起所述整流后的电压电平变化。

3. 如权利要求1所述的电子设备,其中

所述电力拾取单元进一步包括稳压器;

所述稳压器将来自所述整流器的所述电压调节为基本稳定的电平;

所述稳压器以一效率运行,所述效率取决于输入电压电平和其输出电压电平之间的余量的量;并且

所述暂停时间段期间的所述占空比被选择以最小化所述余量。

4. 如权利要求1所述的电子设备,其中在所述暂停时间段期间,所述调制解调器在所述第一状态和第二状态之间过于快速改变所述电磁场,使得所述电力发送机不能将所述电磁场变化检测作为逻辑位。

5. 如权利要求1所述的电子设备,其中在所述通信时间段期间,所述调制解调器以第一频率在所述第一状态和第二状态之间改变所述电磁场,其中,所述逻辑位以所述第一频率被传输;并且在所述暂停时间段期间,所述调制解调器以第二频率在所述第一状态和第二

状态之间改变所述电磁场,所述第二频率高于所述第一频率。

6.如权利要求5所述的电子设备,其中所述第二频率为所述第一频率的至少五倍。

7.如权利要求5所述的电子设备,其中所述电磁场具有基频;并且所述第二频率为所述基频的至多五分之一。

8.一种电子设备,其包括:

用于通过电磁场耦合而无线接收电力的装置;

用于将所接收的电力转化为具有DC电压的DC电流的装置;

用于将所转化的DC电压调节为基本恒定的输出电压的装置;

用于以第一频率将所述转化的DC电压调制为第一电压电平和第二电压电平的装置,从而在通信时间段期间用于无线传输所述电力的装置能够检测作为通信逻辑位的方式来改变耦合电磁场,所述转化的DC电压的所述第一电压电平和第二电压电平表示所述通信逻辑位,并且以所述第一频率的所述调制产生所述通信时间段的平均转化的DC电压;和

用于以第二频率在所述第一电压电平和第二电压电平之间调制所述转化的DC电压的装置,从而在暂停时间段期间用于无线传输所述电力的所述装置不能检测作为通信逻辑位的方式来改变所述耦合电磁场,所述第二频率相对于无线传输所述电力的所述装置而言太高而不能将所述耦合电磁场的所述改变检测为通信逻辑位,并且以所述第二频率的所述调制产生所述暂停时间段的平均转化的DC电压,其基本上类似于所述通信时间段的所述平均转化的DC电压,以便最大化用于调节的所述装置的效率。

9.如权利要求8所述的电子设备,其中所述第二频率为所述第一频率的至少五倍。

10.如权利要求8所述的电子设备,其中,用于调节的所述装置以一效率运行,所述效率取决于输入电压电平和其输出电压电平之间的余量的量;并且所述暂停时间段期间的所述第二频率的占空比被选择以最小化所述余量。

11.一种传输电力的方法,其包括:

无线电力接收机经由电磁场耦合无线接收来自无线电力发送机的电力;

在通信时间段期间,所述无线电力接收机以所述无线电力发送机能够检测作为逻辑位序列的方式通过幅度调制、频率调制或相位调制中的一种调制改变所述电磁场;以及

在暂停时间段期间,所述无线电力接收机以所述无线电力发送机不能检测作为逻辑位序列的方式通过幅度调制、频率调制或相位调制中的一种调制改变所述电磁场;

所述方法进一步包括:

所述无线电力接收机将所接收的电力整流为具有整流后的电压的DC电流;

在所述通信时间段期间,所述无线电力接收机将所述整流后的电压调制为表示所述逻辑位的第一电压电平和第二电压电平;以及

在所述暂停时间段期间,所述无线电力接收机在所述第一电压电平和第二电压电平之间的范围内调制所述整流后的电压,产生用于所述暂停时间段的平均整流后的电压电平,其类似于所述通信时间段的所述平均整流后的电压电平。

12.如权利要求11所述的方法,其进一步包括:

所述无线电力接收机将所述整流后的电压调节为基本恒定的输出电压电平;以及

在所述暂停时间段期间,所述无线电力接收机在所述第一电压电平和第二电压电平之间调制所述整流后的电压,以最大化所述整流后的电压的所述调节的效率。

13. 如权利要求12所述的方法,其进一步包括:

在所述暂停时间段期间,所述无线电力接收机以一定占空比在所述第一电压电平和第二电压电平之间调制所述整流后的电压,所述占空比被选择以最大化所述整流后的电压的所述调节的效率。

14. 如权利要求11所述的方法,其进一步包括:

在所述暂停时间段期间,所述无线电力接收机过于快速改变所述电磁场使得所述无线电力发送机不能将所述改变检测为逻辑位序列。

15. 如权利要求11所述的方法,其进一步包括:

在所述通信时间段期间,所述无线电力接收机以第一频率改变所述电磁场,所述第一频率在通信频带内;

在所述暂停时间段期间,所述无线电力接收机以第二频率改变所述电磁场,所述第二频率在所述通信频带外。

16. 如权利要求15所述的方法,其中所述第二频率为所述第一频率的至少五倍。

17. 如权利要求15所述的方法,其中所述电磁场具有基频;并且所述第二频率为所述基频的至多五分之一。

具有改进的调制纹波的无线电力传输

技术领域

[0001] 本发明涉及电力发送机和电力接收机之间的无线电力传输。

背景技术

[0002] 无线电力传输通常由电力发送机和电力接收机之间的电磁场耦合来实现。电力发送机中的初级电磁场耦合元件产生电磁场,当电力接收机被放置靠近电力发送机时,该电磁场由电力接收机中的次级电磁场耦合元件拾取。所有的电力接收设备(包括电力接收机)整流、调整和/或调节所接收的电力,作为设备运行所需要的。

[0003] 出于不同目的(例如,安全隔离发送机和接收机;对包入水密外壳内的电池再充电等),这种电力传输技术广泛使用在许多电子设备(通常地,但不仅仅是,手机或手持设备,例如,移动电话、电动牙刷等)中。无线电力联合会的Qi(一种无线电力传输标准)低电力规范(WPC标准)(出自:System Description(系统描述),Wireless Power Transfer(无线电力传输),卷I:Low Power(低电力),第一部分:Interface Definition(接口定义),版本1.0.2,2011年4月)是工业标准,其为实现无线电力传输系统(无线电力发送机和无线电力接收机)阐述了合适的描述,该内容通过引用纳入于此。此外,德州仪器公司提供的Qi兼容无线电力发送机管理器bq500110数据手册(2010年11月,2011年4修订)和集成型无线电源接收机、Qi(无线电力联合会)兼容的bq51010、bq51011和bq51013数据手册(2011年4月,2011年5月修订)分别是无线电力发送机和无线电力接收机的具体例子,其通过引用被包含于此。(其中,当包含的引用中的定义或术语的使用与本文提供的那些术语的定义不一致或相反,则应用本文提供的那些术语的定义而不应用引用中的术语的定义)

[0004] 在典型的无线电力传输系统设计(包括WPC标准的设计)中,电力发送机通过初级电感器线圈产生电磁场。在具有整个电力接收设备的电力拾取单元中,次级电感器线圈根据电磁场产生AC电流和电压。整流电路将AC电流和电压整流为DC电流和电压。电压调节器(或输出断开或稳压器,此处称为电压调节器)将整流后的电压调节为相对恒定或稳定的输出电压,其能够由整个电力接收设备使用以给电池充电或为它的主要功能电路供电。

[0005] 当电力接收机(或仅是次级电感器线圈)处于电力发送机产生的电磁场内时,次级电感器线圈根据其谐振频率影响电磁场,因此改变通过初级电感器线圈的电流。电力发送机能够利用电流的这种改变检测由于电力接收机的存在而产生的负载并接收来自电力接收机的通信。因此,通过改变次级线圈的谐振频率并因此改变电磁场上的次级线圈的影响,发送来自电力接收机的反馈或误差信号通信至电力发送机(例如,增加或降低所传输的电力),实现了从电力发送机到电力接收机的无线传输的电力的量的控制。例如,电力接收机可以定期地通信其工作电压、电流和电力电平或发送电力发送机需要的正确动作的指令,以将电力接收机的参数保持在期望工作范围内。通常情况下,电力接收机通过利用差分双相编码策略调制电力发送机所考虑的负载来通信这些信号、数据或指令。差分。电力发送机通常通过接通和断开调制元件(例如,一个或更多个电容器、电阻器或其他耗能元件)以执行这种调制,其中,这些调制元件通常在整流电路之前或之后被设置在电力拾取单元中。调

制元件的接通和断开通常改变整流电路输出的整流后的电压的电压电平并改变次级电感器线圈中的谐振频率。以这种方式,电力接收机在两个状态之间改变耦合电磁场,其中电力发送机能够检测作为数据位流中的逻辑位。

[0006] 为了解释与其相关的问题,图1-3所示的一组曲线示出了通信技术的例子,这组曲线由典型的现有技术的无线电力接收机的仿真产生,其中,该无线电力接收机通信通用数据或指令至电力发送机。在这个例子中,两组逻辑位100和101(图1)以位流形式由电力接收机传输。逻辑位100和101组通过使用差分双相编码策略被编码成相应的位流波形102。初始脉冲103的固定组加入到逻辑位100和101的前面以形成调制信号104,调制信号104被用于调制电力接收机中的负载(即接通和断开调制元件)。因此,电力发送机感测对应于调制信号104的耦合电磁场中的一系列变化。当电力发送机检测到初始脉冲103时,其能够进行正确地解码逻辑位100或其后的101。

[0007] 图2示出当根据调制信号104接通或断开调制元件时,整流电路产生的示例性整流后的电压的仿真图105。在通信时间段期间106(当逻辑位100和101正被传输时,通常为几十毫秒)所述整流后的电压在表示具有编码位流的调制信号104的高和低电平之间变化。在暂停时间段期间107(当数据没有正被传输且电磁场没有正被改变时,通常为几百毫秒),整流后的电压仍保持为高电平(由调制元件保持断开引起)。(通过维持调制元件接通,可产生替代的现有技术图形;在这种情况下,整流后电压在暂停时间段期间107将保持低电平。)

[0008] 纵观整流后的电压图曲线105,整流后的电压在标称高和低电平附近波动。后整流滤波、调整和/调节一般平滑纹波。然而,当通信时间段期间106的整流后的电压的平均值(如图3中曲线图108所示)基本上不同于暂停时间段期间的平均值时,通常出现调制误差。调制误差一般表明其本身是周期性出现的输出电压纹波和反馈回路的干扰。

[0009] 为补偿这个误差,整流电路输出端上的滤波电容器必须相对较大,因为在通信和暂停时间段的周期的相对长的持续时间上具有相对大的平均电压差异。此外,后整流电压调节器必须在相对高余量电压(headroom voltage)上工作,因为平均电压的相对较大差异。这些补偿措施对效率有负面贡献,从而形成整个电力接收设备的因素和成本。例如,大的滤波电容器能够占据大量空间,这对于手持设备通常是非常珍贵的。还有,电压调节器工作在高余量电压上导致效率损失,这在电池供电设备中很明显。

[0010] 相对于这些和其他背景原因引出本发明。

发明内容

[0011] 本发明的实施例一般涉及无线电力接收设备,其在通信时间段期间以无线电力发送机能够检测作为逻辑位序列的方式改变电磁场(例如,在第一和第二状态之间)。然而,与上述现有技术不同,无线电力接收机还在中间暂停时间段期间改变电磁场(例如,第一和第二状态之间或两者的范围内),但是是以无线电力发送机不能检测作为逻辑位序列的方式进行。

[0012] 在更多具体的实施例中,电力接收机中的整流后的电压在通信时间段期间以一频率调制,该频率允许电力发送机将电磁场产生的改变检测作为通信逻辑位。然而,在暂停时间段期间,以不同频率调制整流后的电压,该频率对于电力发送机而言太高以至于不能将电磁场产生的改变检测作为通信逻辑位。另外,根据一些实施例,在较高频率上的调制导致

暂停时间段期间的平均整流后的电压基本上类似于通信时间段期间的平均整流后的电压，从而允许最大化电压调节器的效率。此外，根据附加实施例，较高频率调制的占空比优选地被选择以控制平均整流后的电压电平，以便更好地最大化电压调节器的效率。

附图说明

[0013] 图1是用于现有技术的无线电力接收机的位流波形和调制信号的简化的现有技术曲线图集。

[0014] 图2是图1示出的调制信号产生的示例性整流后的电压的简化现有技术曲线图。

[0015] 图3是图2示出的整流后的电压的平均值的简化现有技术曲线图。

[0016] 图4是含有本发明实施例的无线电力传输系统的简化示意图。

[0017] 图5是含有本发明实施例的无线电力接收设备中的电力拾取单元的一部分的简化示意图。

[0018] 图6是含有本发明实施例的无线电力接收设备中的电力拾取单元的一部分的替代简化示意图。

[0019] 图7是根据本发明实施例的用于无线电力接收设备中的调制信号的简化示意图。

[0020] 图8是根据本发明实施例的图7示出的调制信号产生的示例性整流后的电压的简化图。

[0021] 图9是根据本发明实施例的图8示出的整流后的电压的平均值的简化图。

[0022] 图10是根据本发明实施例的图9示出的平均整流后的电压(但是在更精细的y轴线分辨率上)的简化图。

[0023] 图11是根据本发明实施例的图7示出的调制信号产生的可替代示例性整流后的电压的简化图。

[0024] 图12是根据本发明实施例的图11示出的整流后的电压的平均值的简化图。

具体实施方式

[0025] 图4示出含有本发明的一个实施例的示例性无线电力传输系统109。无线电力传输系统109一般包括电力发送机110和电力接收设备111。电力接收设备111可以是任意适合的电子设备，比如手机、游戏控制器、电动牙刷、钟表、计算机、麦克风等。电功率通过电磁场耦合从电力发送机110中的初级电感器线圈112传输到电力接收设备111中的次级电感器线圈113。在通信时间段期间，电力接收设备111以能够由电力发送机110检测作为通信位流中的逻辑位的方式调制第一和第二状态之间的电磁场。如下文更详细的描述，在通信时间段之间的暂停时间段期间，电力接收设备111继续调制相同状态之间的电磁场(或在这两个状态之间的范围内)，但是是以不能被电力发送机110检测作为逻辑位的方式进行。这种调制技术能够具有此处描述的优点，包括：减少在通信时间段期间和暂停时间段期间由无线电力接收机产生的来自电磁场的纹波。

[0026] 显示和描述电力发送机110和电力接收设备111的具体元件仅出于说明目的，而不必要旨在限制本发明。能够使用其他元件或其组合或其配置，但其仍保持在本发明的范围内。例如，在其他实施例中，初级和次级电感器线圈(即电磁场耦合元件)112和113可以是电容性设备，而非电感性设备。其他元件的变体对其他实施例是可能的。

[0027] 在所示的实施例中,除了初级电感器线圈112之外,电力发送机110一般包括电力转换单元114以及通信和控制单元(控制单元)115。电力转换单元114一般包括AC到DC转换器116和一个或多个电力驱动器117。控制单元115一般包括控制器(例如,微控制器或CPU)118和一个或多个电压和电流传感器(V/I感测)119。电力转换单元114一般接收来自外部源(比如AC电源)的电功率并产生电力信号(通过AC到DC转换器116和驱动器117),电力信号被应用到初级电感器线圈112以产生耦合电磁场。电力信号的基频和由其产生的耦合电磁场通常处于100-200KHz范围内,但处于这个范围外的频率在本发明中也是已知并可接受的。例如,WPC标准要求工作频率在110-205KHz范围内。控制单元115中的传感器119一般检测耦合电磁场的变化。这种变化可以指示电力接收设备111在电磁场内存在与否,以及与电力接收设备111的通信。这种通信一般以数据包送达,并且可以使用各种类型的通信包。这可以包括,但不限于,识别和认证包、误差包、控制包、端电力包和电力使用包。控制器118解释通信包并作为响应以确定如何设置电力转换单元114产生的电力信号的电平。电力接收设备111一般通过使用通信包维持电力传输上的完整控制。WPC标准和bq500110数据手册(上述已提到)描述了用于电力发送机110的其他可接受、可允许或可选择的特征。

[0028] 在所示的实施例中,除了次级电感器线圈113之外,电力接收设备111一般包括电力拾取单元120、通信和控制单元121以及负载122。负载122一般表示可再充电电池123和/或用于执行电力接收设备111的基本功能的设备电路124。电力拾取单元120一般包括整流电路125、电压调节器(例如,低压差电压调节器、开关模式调节器或其他稳压或输出断开电路)126和调制解调器127。通信和控制单元121一般包括控制器(例如,微控制器或CPU)128、通信调制信号发生器(通信调制解调器)129和暂停时期调制信号发生器(暂停调制解调器)130。(通信调制解调器129和暂停调制解调器130一般表示元件,这些元件中的一些可以由通信和控制单元121共享,用于在通信时间段期间和暂停时间段期间产生合适的调制信号。)

[0029] 在所示的实施例中,次级电感器线圈113根据耦合电磁场产生AC电流和电压。AC电流和电压通过整流电路125整流为DC电流和电压(例如在线路131上)。在通信时间段期间和中间暂停时间段期间,为了调制所需要的整流后的电压,调制解调器127接收DC电流的一部分(例如在线路132上)。电压调节器126利用整流后的电压产生用于负载122的基本恒定或稳定的电源电压(例如在线路133上)。

[0030] 在所示的实施例中,整流电路125还优选提供电力(例如在线路134上)至通信和控制单元121。此外,通信和控制单元121优选接收感测信号(例如,在虚线135上),其表示线路131上整流后的电压的电压和/或电流。此外,通信和控制单元121优选接收一个或多个反馈信号(例如,线路136上)(其表示负载122使用的电力或电池123的充电状态)或其他合适的状态数据。(如果有必要,通信和控制单元121通常还产生线路137和138上的控制信号以分别控制电压调节器126和负载122。)

[0031] 基于感测信号(线路135)和反馈信号(线路136),通信和控制单元121(例如,经由控制器128)一般确定用于电力发送机110的将要传输至电力发送机110的指令和/或数据,以便针对其电力输出电平做出任意需要的调整。通过通信调制解调器129,通信和控制单元121周期性地产生表示将要传输至电力接收机110的指令或数据的逻辑位的差分双相编码调制信号。差分双相编码调制信号提供给调制解调器127(例如线路139上),从而调制解调

器127能够在通信时间段期间以表示逻辑位的方式调制整流后的电压电平(线路131),这样,产生的电磁场变化以导致电力发送机110检测逻辑位的方式发生。然而,在暂停时间段期间,通信和控制单元121(通过暂停调制解调器130)产生第二非编码调制信号,其被提供给线路139上的调制解调器127,因而调制解调器127能够调制整流后的电压(线路131),从而以电力发送机110不能检测作为逻辑位的方式改变电磁场。

[0032] 在一些实施例中,暂停时间段期间的调制优选比通信时间段期间的调制基本上更快速或在较高频率上,但是优选比电磁场的基频基本上较慢。此外,调制频率优选处于可听范围之外。通信频率与基频具有五倍的差异通常是合适的。用于无线电力传输的通信频率普遍在200Hz到10kHz的范围内,并且基频普遍为100-200kHz。(通信频率和基频在这些范围之外也是可能的。)因此,快速的调制频率优选在约1-50kHz的范围内,其取决于通信频率和基频。对于实施WPC标准或bq500110数据手册或bq51010、bq51011和bq51013数据手册(如上所提到的)的实施例来说,例如,通信频率大约为2kHz(即,位速率大约为2kbps),而基频大约为110-205kHz。因而在这种情况下,合适且快速的调制频率可以具有约10kHz(即2kHz的5倍)的下限和约22-41kHz(即110-205kHz的五分之一)的上限。快速调制频率的其他范围也是可能的并且一般可以取决于通信频率和基频。电力发送机通常在其控制单元(例如控制单元115)中将略高于通信频率的频率滤掉,所以快速调制频率不能引起这种电力发送机错误地检测电磁场变化中的逻辑位流。其他不能导致电力发送机110错误地检测暂停时间段期间的逻辑位的调制技术也在本发明的保护范围之内。

[0033] 在一些实施例中,电力拾取单元120的设计优选整合整流后的电压电平(线路131)及其调制,其中余量对电压调节器126的有效工作是必要的。如下面更详细的描述,暂停时间段期间的整流后的电压的调制优选以使得这些时间段期间的整流后的电压电平的平均值约与通信时间段期间的整流后的电压电平的平均值相同的方式执行。因此,相比上面描述的现有技术,电压调节器126的可用余量在整个通信和暂停时间段上是相对恒定的。因此,电压调节器126能够被设计为以很少多余余量工作。因为电压调节器126的效率取决于其电压输出与其电压输入的比率,该效率能够通过最小化通信时间段期间和暂停时间段期间的平均整流后的电压电平之间的差而被最大化,从而在电压调节器126工作的任意部分期间最小化其任意多余余量。因此,电力拾取单元120和整个电力接收设备111的效率通过本发明的一些实施例而被提高,高效率高于上面所述的现有技术的效率。

[0034] 图5和图6分别示出可用于与次级电感器线圈113、整流电路125和调制解调器127执行调制的电路140和141的两个示例。所示出的示例电路140和141仅用于说明性目的,并不一定旨在限制本发明的范围。相反,执行所述调制的其他电路也在本发明的范围内。此外,本发明并不限于图5和图6所示的确切元件或连接方案。

[0035] 图5的示例电路140一般包括次级电感器线圈113、整流器142(即二极管143-146或合适配置的晶体管)、谐振电容器147、滤波器电容器148、调制电阻器149和调制晶体管(或开关)150。当次级电感器线圈113存在于电力发送机110产生的电磁场之中时,谐振电容器147和次级电感器线圈113通常组成谐振电路用于产生AC电流和电压。整流器142将AC电流和电压整流为DC电流和电压。滤波器电容器148执行初始滤波以部分地平滑整流后的电压(其仍在电磁场的频率附近波动)。调制晶体管150接收来自通信和控制单元121的调制信号(例如线路139上,也可见图4),并作为响应以连接调制电阻器149到整流器142,以及从整流

器142断开调制电阻器149,从而改变或调制负载。变化的负载改变整流后的电压的电平和电磁耦合初级和次级电感器线圈112和113的谐振频率。谐振频率的变化改变电磁场,这改变电力发送机110内的电压或电流。当在通信频率上执行调制时,传感器119检测电力发送机110内的电压或电流的变化作为预期逻辑位。另一方面,当在暂停时间段期间以更快频率执行调制时,传感器119不能检测电力发送机110内的电压或电流的改变。

[0036] 图6的示例电路141一般包括次级电感器线圈113、整流器151(即二极管152-155或合适配置的晶体管)、谐振电容器156、滤波器电容器157、调制电容器158和159和调制晶体管(或开关)160和161。当次级电感器线圈113存在于电力发送机110产生的电磁场之中时,谐振电容器156和次级电感器线圈113一般组成谐振电路,用于产生AC电流和电压。整流器151将AC电流和电压整流为DC电流和电压。滤波器电容器157执行初始滤波以部分地平滑整流后的电压(其仍在电磁场的频率附近波动)。调制晶体管160和161接收来自通信和控制单元121的调制信号(例如线路139上,也可见图4),并作为响应以连接调制电容器158和159到次级电感器线圈113或从次级电感器线圈113断开调制电容器158和159(在次级电感器线圈113和整流器151之间),从而改变或调制负载。变化的负载改变整流后的电压的电平和电磁耦合初级和次级电感器线圈112和113的谐振频率。(当调制电容器158和159耦合到次级电感器线圈113时,系统谐振频率通常比调制电容器158和159解耦合时的情况低。)谐振频率的变化改变电磁场,这改变电力发送机110内的电压或电流。当在通信频率上执行调制时,传感器119检测电力发送机110内的电压或电流的改变作为预期逻辑位。另一方面,当在暂停时间段期间以更快频率执行调制时,传感器119不能检测电力发送机110内的电压或电流的变化。

[0037] 图7、图8和图9示出通过包含本发明的一个实施例的电路仿真而产生的图。图7中的图162是一个示例调制信号的简化图,该信号可以由线路139(图4、5、6)上的通信和控制单元121产生。该调制信号图162一般包括两个通信时间段163和两个暂停时间段164。

[0038] 所示的通信和暂停时间段163和164的相对长度以及时标(x轴线)仅是为了说明目的,而不意味着限制本发明的范围。通信和暂停时间段163和164的其他长度以及其他时标都在本发明的范围之内。WPC兼容无线电力传输系统或基于bq500110数据手册或bq51010、bq51011和bq51013数据手册(上面提到的)的系统,例如,可以在相对稳定状态的工作情况期间每250ms传输来自电力接收设备111的通信包至电力发送机110,但是如果发生大的瞬变现象,为了在减少时间内收敛于工作点上,电力发送机110的反馈可以加速至每30-32ms。

[0039] 在通信时间段163期间,调制信号图162在表示差分双相编码位流的高值和低值之间交替,这与参见图1所描述的现有技术示例类似。(调制信号图162的通信部分表示的逻辑位并不旨在对应于可能由电力接收设备111发送至电力发送机110的任何具体指令或数据。)另一方面,在暂停时间段164期间,调制信号图162在高值和低值之间比在通信时间段163期间更快速地交替。

[0040] 图8中的图165是示例整流后的电压(例如,线路131上,图4)的简化图,该整流后的电压由整流电路125产生,其由图7示出的调制信号(图162)激活的调制解调器127的调制产生。整流后的电压图165通常显示了对应于图7中的那些时间段的两个通信时间段163和两个暂停时间段164。在通信时间段163期间,整流后的电压电平根据调制信号(图162)在高电平和低电平之间调制。总之,当调制元件(例如图5的调制电阻器149或图6的调制电容器158

和159)激活时,整流后的电压处在低电平;当调制元件无效时,整流后的电压处在高电平。在该实施例中,在暂停时间段164期间,整流后的电压电平以如此快的速率在高电平和低电平之间被调制,从而整流后的电压在被驱动返回相反方向之前不总是有时间达到这些电平。因此,在暂停时间段164期间,在一些实施例中,整流后的电压电平可以在高电平和低电平之间的一些范围内变化。

[0041] 整流后的电压图165可以与图2中现有技术的整流后的电压图105比较。图105和165都以大约相同的垂直和水平比例显示。然而,在暂停时间段107期间,现有技术的整流后的电压图105保持在高电平,而整流后的电压图165大约在高电平和低电平之间的中间点附近波动。

[0042] 图9的图166是用于通信时间段163和暂停时间段164的每一个的图8中示出的整流后的电压的近似平均值的简化图。平均整流后的电压图166可与图3中现有技术的平均整流后的电压图108比较。图108和166都以大约相同的垂直和水平比例显示。图9中图166的通信时间段163的平均整流后的电压和暂停时间段164的平均整流后的电压之间的差比图3中图108的通信时间段106和暂停时间段107的现有技术的平均整流后的电压电平的差要小得多。实际上,为了充分看到图166的通信时间段163的平均整流后的电压和暂停时间段164的平均整流后的电压之间的差,垂直尺度必须足够精细,如图10所示。由于通信时间段163的平均整流后的电压和暂停时间段164的平均整流后的电压之间的差减少,如上文背景中所提到的,周期性产生的输出电压纹波也会减少。

[0043] 上述现有技术中的问题之一是滤波电容器(一个或更多个)(例如,对应于图5和图6中的滤波电容器148和157)必须相对大以适当处理任意两个连续通信106和暂停时间段106和107的相对长的持续时间上的平均整流后的电压电平的大范围变化(例如,图108,图3)。然而,根据本发明的一些实施例,因为图166的通信时间段163和暂停时间段164的平均整流后的电压之间的差比现有技术的相应差要小得多,所以图5和图6中的滤波电容器148和157能够比现有技术中的那些滤波电容器小的多,因此较便宜。

[0044] 上述现有技术中的另一问题是当平均整流后的电压电平处在其较高电平时,后整流电压调节器必须在时间段(例如,图3中的暂停时间段107)期间在相对高余量的情况下工作,并且较高的余量对电压调节器的效率产生负面影响。然而,根据本发明的一些实施例,由于图166的通信时间段163和暂停时间段164的平均整流后的电压之间的差比现有技术的相应的差要小得多,所以电压调节器126(图4)在暂停时间段期间工作的余量明显更接近于在通信时间段163期间电压调节器126工作的余量。因此,相比现有技术,电压调节器126的效率没有显著性损失。

[0045] 附加实施例可以使得通信时间段163和暂停时间段164的整流后的电压的平均值甚至比上述的更接近。通过选择或调整暂停时间段期间的调制信号的占空比,暂停时间段期间的平均整流后的电压的电压电平能够被设定为期望电平。

[0046] 对于图7-10所示的示例性实施例,暂停时间段期间164的调制信号162的占空比为50%。图1、2和3的现有技术实例通常表示具有占空比0%的情况。

[0047] 通信时间段163期间用于调制信号162的差分双相编码方案通常旨在导致在这些时间期间的整流后的电压165的平均电压电平在其高状态和低状态之间的中间点附近。类似地,暂停时间段164期间50%的占空比通常导致在这些时间段期间整流后的电压165的平

均电压电平在其高点和低点之间的中间点附近。然而,由于整流后的电压165优选在暂停时间段164期间相对快速地被调制,整流后的电压165没有时间达到其在通信时间段163期间所达到的相同的高状态和低状态。此外,电路特性可以扭曲暂停时间段164期间的整流后的电压165的高点和低点,使其相对于通信时间段163期间的高状态和低状态,变高或变低。因此,暂停时间段164期间的平均整流后的电压166(图9和图10)也被类似地扭曲。

[0048] 与现有技术0%占空比的示例相比,50%占空比的示例实施例使得暂停时间段164期间的平均整流后的电压166更接近于通信时间段163期间的平均整流后的电压166。然而,由于暂停时间段164期间的平均整流后的电压166仍高于通信时间段163期间的平均整流后的电压166,稍微大于50%的占空比可以使平均值更接近。

[0049] 图11示出在通信时间段168期间调制信号(未示出)编码与图1和图7的调制信号104和162编码的位流相同的位流的仿真中产生的整流后的电压图167。然而,在暂停时间段169期间,调制信号在调制信号162波动的大约相同的频率上波动,但是以大约60%的占空比代替50%的占空比。因此,在通信时间段168内的整流后的电压167与图8的整流后的电压165大约相同。另一方面,在暂停时间段169期间,整流后的电压167稍微低于图8的整流后的电压165。这种差异在图8和图11的比例上几乎看不出来。然而,图12示出约在与图10的平均整流后的电压166的相同较精细垂直比例上的整流后的电压167的平均整流后的电压图170。在该比例上,能够看到,暂停时间段169期间的平均整流后的电压图170比图10中占空比为50%的示例性情况下更接近于通信时间段168期间的平均整流后的电压图170。

[0050] 其他实施例可以设置或调整调制信号的占空比为任意合适值以使得暂停时间段期间的平均整流后的电压接近于通信时间段期间的平均整流后的电压,从而最小化这些平均值之间的差。因此,利用该技术,可以增强本发明的上述优点。例如,电压调节器126必须工作的余量可以被最小化,从而潜在地最大化电压调节器126的效率。

[0051] 本发明涉及的领域的技术人员将认识到,在所要求保护的本发明的范围内,可以对所描述的示例实施例修改,并且许多其他的实施例也是可能的。

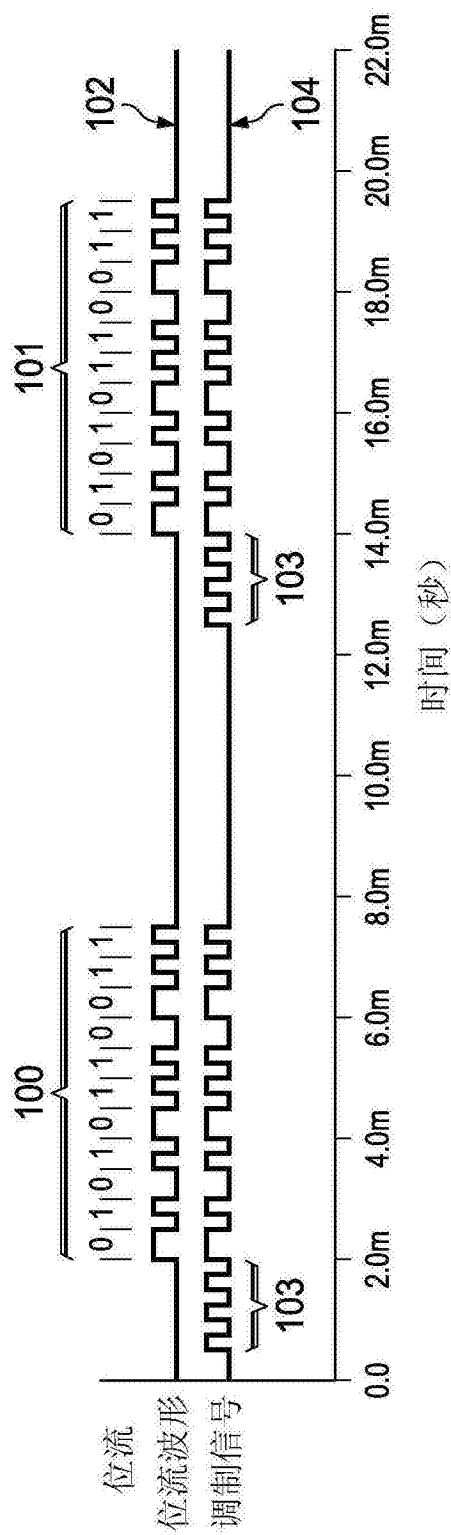


图1 (现有技术)

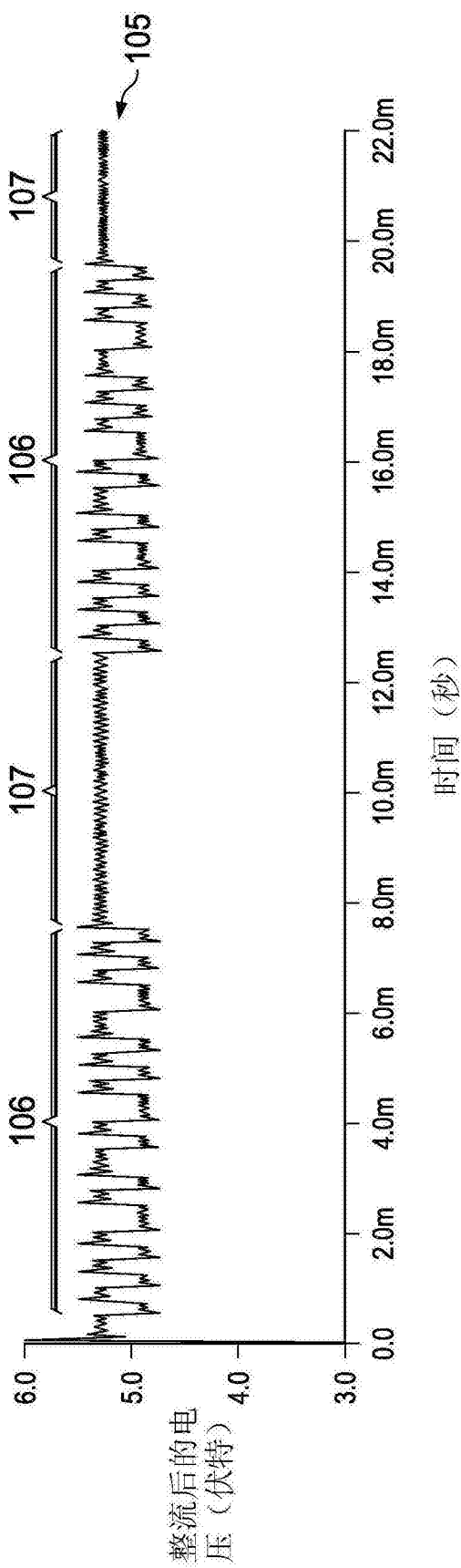


图2 (现有技术)

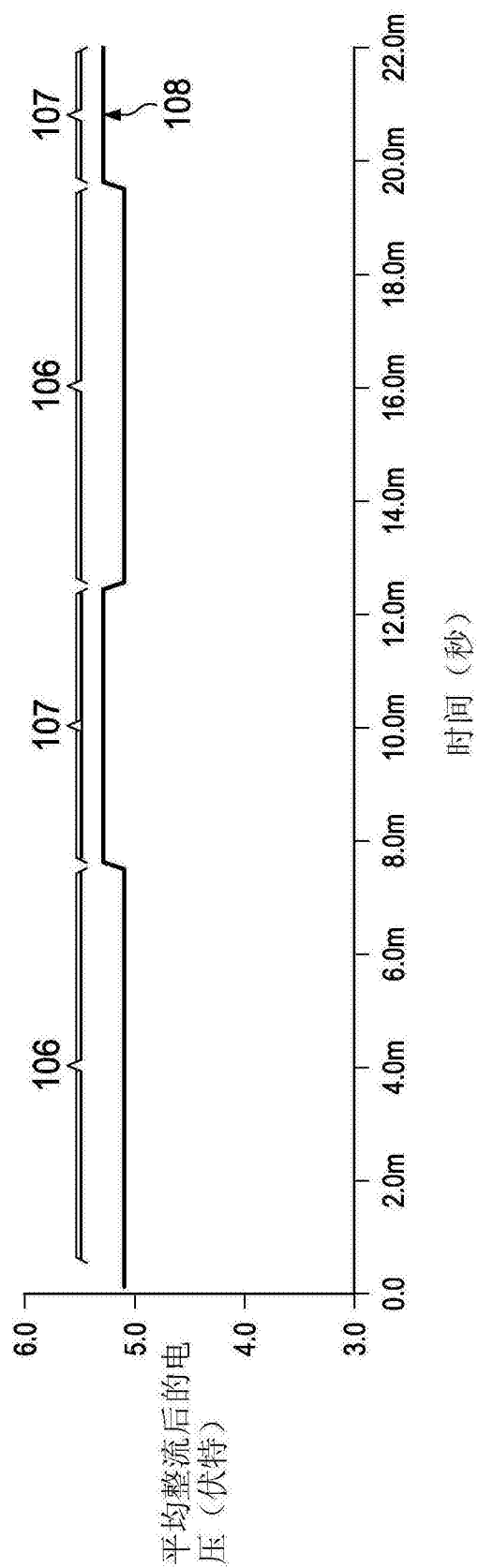


图3(现有技术)

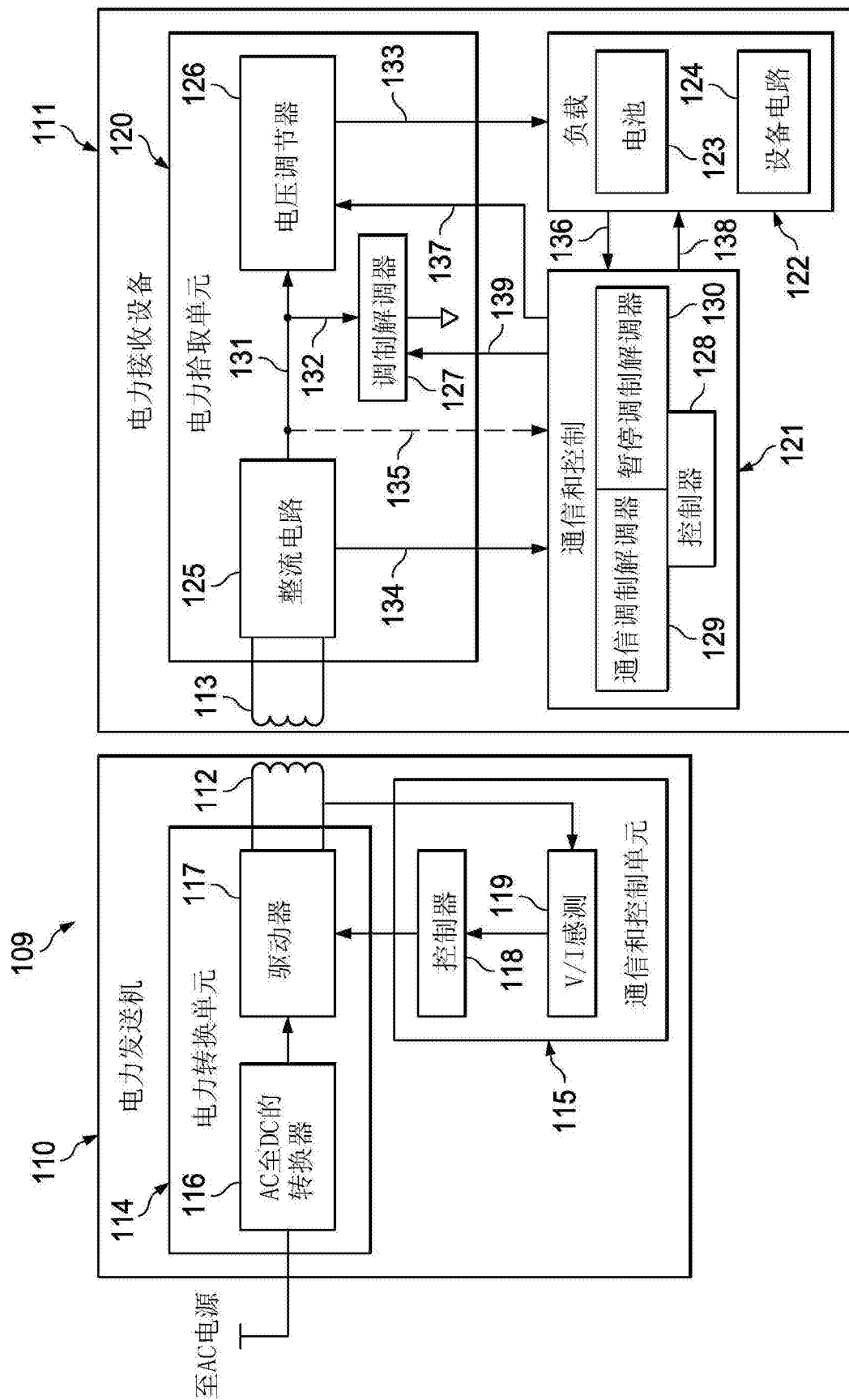


图4

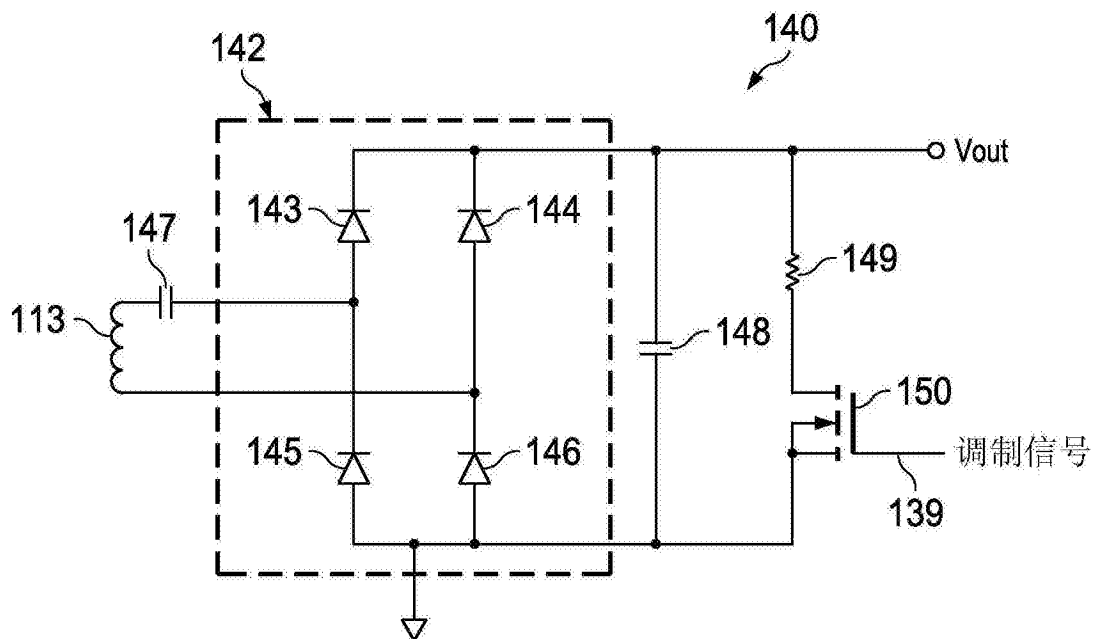


图5

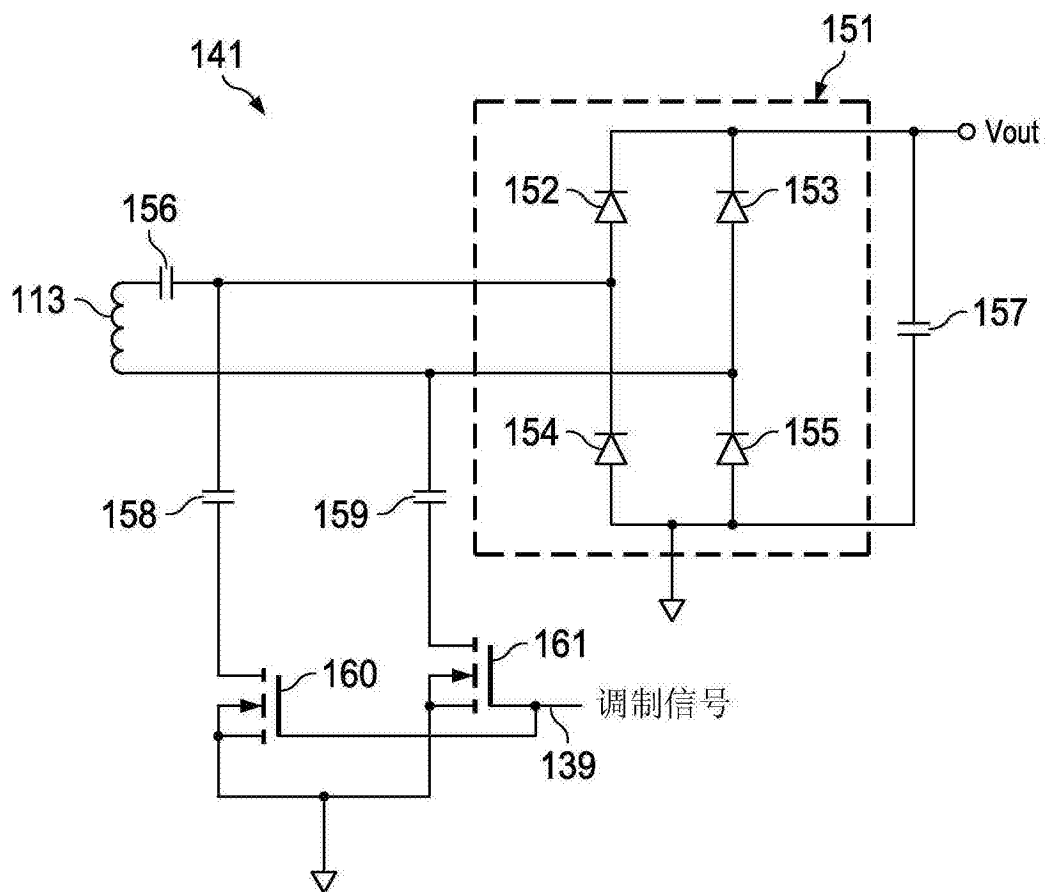


图6

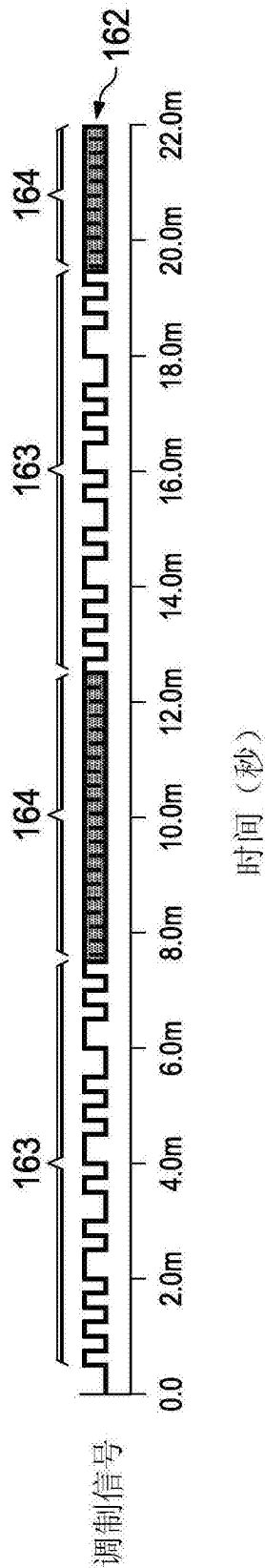


图7

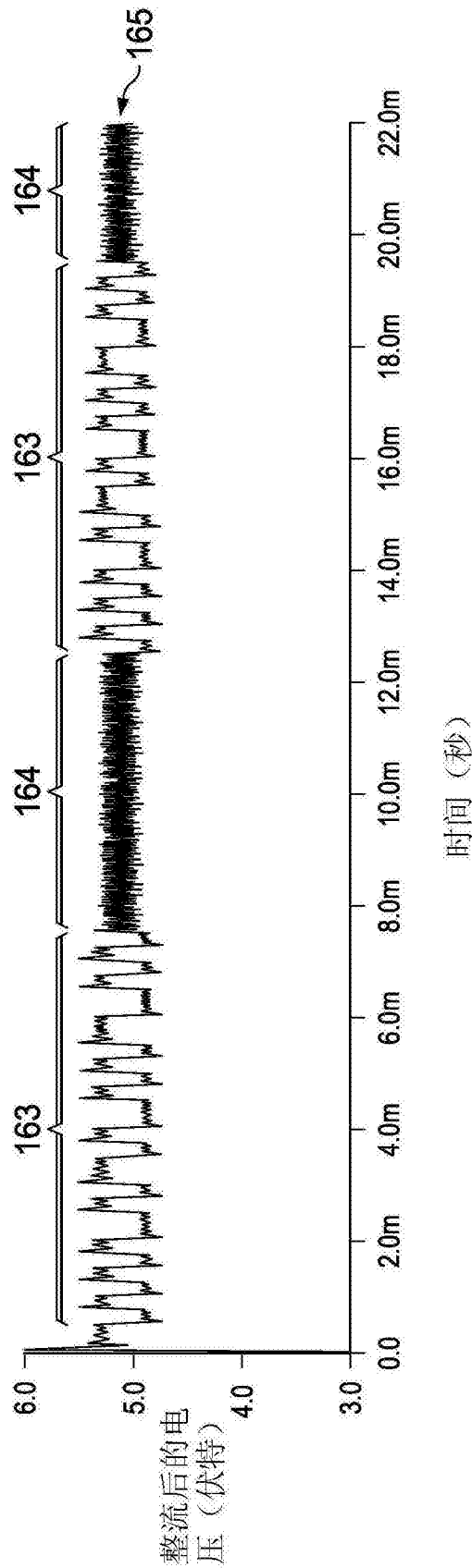


图8

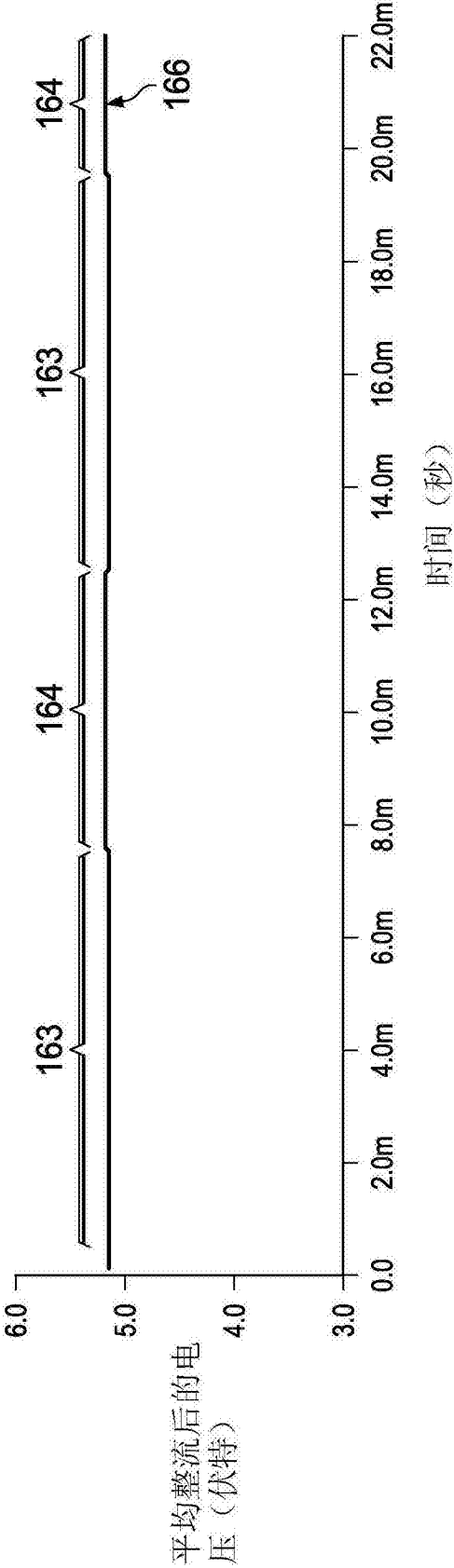


图9

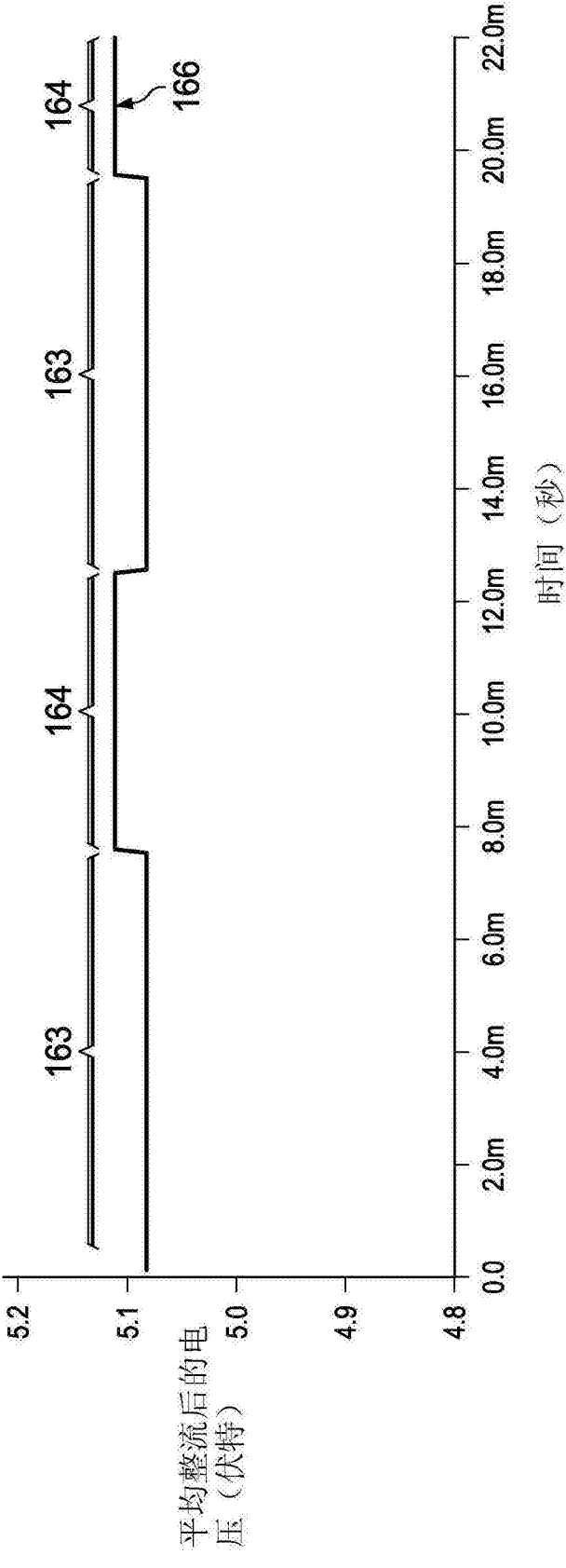


图10

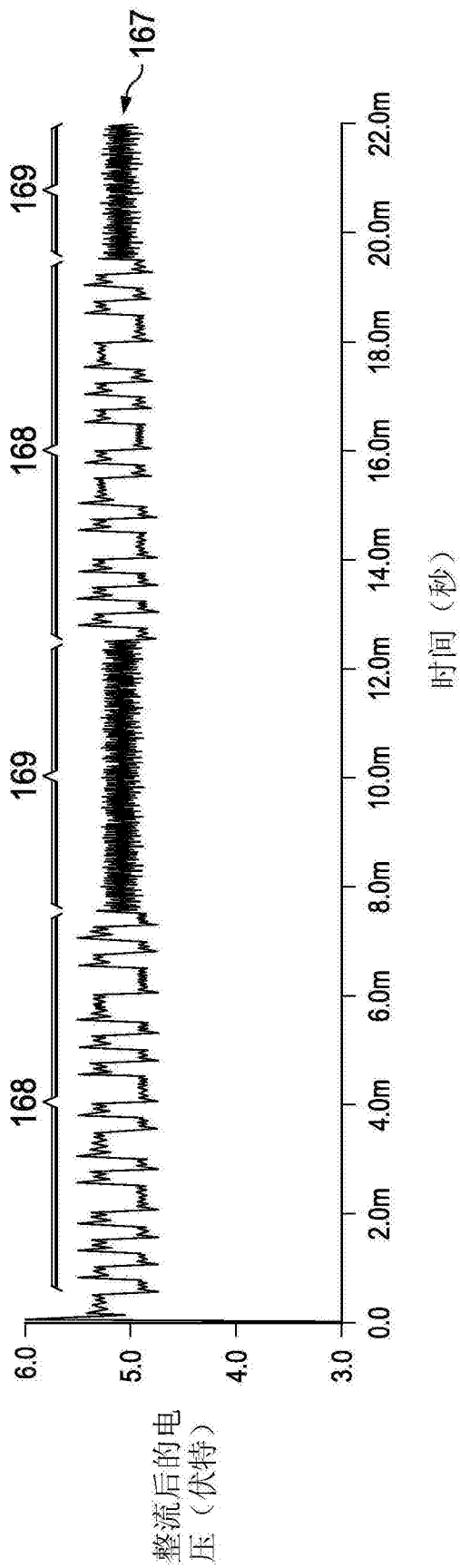


图11

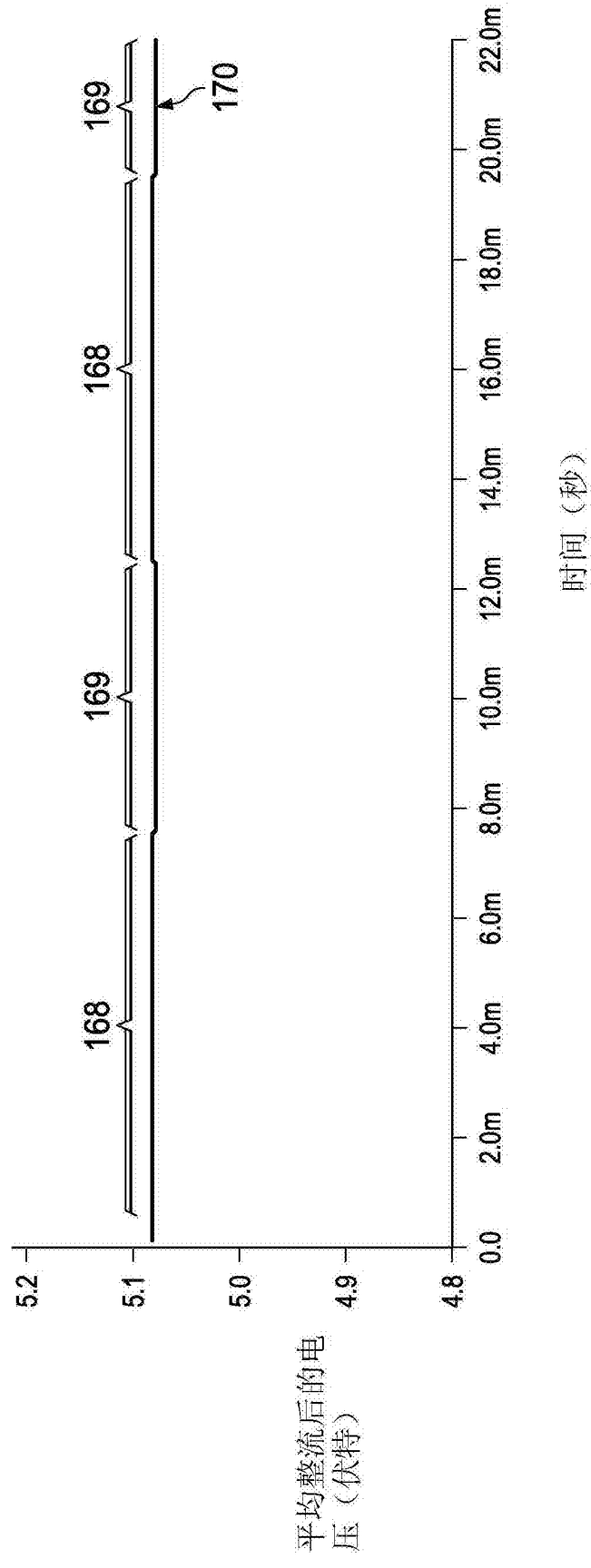


图12