(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108233455 A
(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201710643208.9

(22)申请日 2017.07.31

(71)申请人 珠海市魅族科技有限公司
地址 519085 广东省珠海市科技创新海岸魅族科技楼

(72)发明人 黄昌松 陈林锋 贾勇

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291
代理人 黄志华

(51)Int.Cl.
H02J 7/00(2006.01)
H02M 3/07(2006.01)

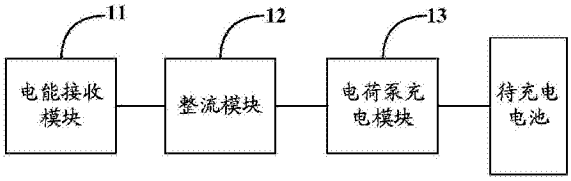
权利要求书3页 说明书16页 附图7页

(54)发明名称

一种无线充电电路、方法、系统及电子设备

(57)摘要

本发明公开了一种无线充电电路、方法、系统及电子设备，包括电能接收模块、整流模块以及电荷泵充电模块，其中：所述电能接收模块，用于接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电，并将所述交流电发送至所述整流模块；所述整流模块，用于将所述交流电转换为直流电，并将所述直流电发送至所述电荷泵充电模块；所述电荷泵充电模块，用于对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。相比于现有技术，在本发明实施例中，无线充电电路中所采用的充电模块为电荷泵充电模块，其内部的充放电元件为电容而非电感；且，电荷泵充电模块会使得其前级电路的电流小、耦合损耗低，解决了充电效率较低以及充电安全性较低问题。



CN 108233455 A

1.一种无线充电电路，其特征在于，包括电能接收模块、整流模块以及电荷泵充电模块，其中：

所述电能接收模块，用于接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电，并将所述交流电发送至所述整流模块；

所述整流模块，用于将所述交流电转换为直流电，并将所述直流电发送至所述电荷泵充电模块；

所述电荷泵充电模块，用于对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。

2.如权利要求1所述的无线充电电路，其特征在于，所述电荷泵充电模块包括一个或两个以上并联的充电支路，每一个充电支路包括一个或两个以上串联的电荷泵充电子模块，针对任一电荷泵充电子模块，所述电荷泵充电子模块包括第一开关、第二开关、第三开关、第四开关、第一电容以及第二电容，其中：

所述第一开关的输入端与所述整流模块的输出端相连，或者，与前一级电荷泵充电子模块的输出端相连，输出端与所述第三开关的输入端、所述第一电容的第一端相连；

所述第二开关的输入端与所述第一电容的第二端以及所述第四开关的输入端相连，输出端与所述第二电容的第一端以及所述第三开关的输出端相连；

所述第四开关的输出端与所述第二电容的第二端相连，并作为公共负端；

所述第一开关的输入端作为所述电荷泵充电子模块的输入端，所述第二开关的输出端、所述第三开关的输出端或者所述第二电容的第一端作为所述电荷泵充电子模块的输出端。

3.如权利要求1所述的无线充电电路，其特征在于，所述无线充电电路还包括控制模块以及无线通信模块，其中：

所述控制模块，用于采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成充电控制信息，以及，将所述充电控制信息发送至所述无线通信模块；

所述无线通信模块，用于通过无线通信方式将所述充电控制信息发送至所述无线适配器，以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电，使得所述整流模块输出的直流电为：

$$\begin{cases} U_{a_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{a_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

其中，所述U_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电压；所述I_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

4.如权利要求1所述的无线充电电路，其特征在于，所述无线充电电路还包括控制模块以及降压式变换模块：

所述控制模块，还用于采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成控制指令，以及，将所述控制指令发送至

所述降压式变换模块；

所述降压式变换模块，用于接收所述整流模块发送的直流电，并基于所述控制指令调整所述直流电，并将调整后的直流电发送至所述电荷泵充电模块；其中，调整后的直流电为：

$$\begin{cases} U_{b_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{b_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

其中，所述U_{b_out}表示调整后的直流电的电压；所述I_{b_out}表示调整后的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

5.如权利要求4所述的无线充电电路，其特征在于，所述无线充电电路还包括无线通信模块，其中：

所述控制模块，还用于采集所述整流模块输出的直流电的电压，并将所述直流电的电压发送至所述无线通信模块，以及，若确定所述直流电的电压不小于设定的电压阈值，则确定所述电能接收模块与所述电能发射模块处于有效充电范围；

所述无线通信模块，还用于将所述直流电电压发送至所述无线适配器，以使得所述无线适配器根据所述直流电的电压调整所述无线适配器的电能发射模块所发射的交流电。

6.如权利要求1～5任一项所述的无线充电电路，其特征在于，所述无线充电电路还包括开关模块，其中：

所述控制模块，还用于采集所述无线充电电路以及所述待充电电池的状态信息，并根据所述状态信息生成相应的控制指令，以及，将所述控制指令发送至所述开关模块；所述状态信息为温度信息、电压信息或电流信息；

所述开关模块，用于根据所述控制指令，调整向所述待充电电池进行充电的无线充电通路的导通与关断。

7.如权利要求6所述的无线充电电路，其特征在于，

所述开关模块，还用于根据所述开关模块的第一端口电压以及第二端口电压，切换所述无线充电电路以及相应的有线充电电路的导通与关断；所述无线充电电路的输入端口为所述第一端口，所述有线充电电路的输入端口为所述第二端口。

8.一种电子设备，其特征在于，包括电子设备本体、安装在所述电子设备中的待充电电池以及权利要求1～7任一项所述的无线充电电路。

9.一种无线充电系统，其特征在于，包括无线适配器以及权利要求8中所述的电子设备，所述无线适配器用于向所述电子设备充电。

10.一种无线充电方法，其特征在于，包括：

接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电；

将所述交流电转换为直流电；

通过电荷泵充电模块对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。

11.如权利要求10所述的无线充电方法，其特征在于，所述电荷泵充电模块包括一个或

两个以上并联的充电支路，每一个充电支路包括一个或两个以上串联的电荷泵充电子模块；所述无线充电方法还包括：

采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成充电控制信息；

通过无线通信方式将所述充电控制信息发送至所述无线适配器，以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电，使得所述整流模块输出的直流电为：

$$\begin{cases} U_{a_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{a_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

其中，所述U_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电压；所述I_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

12.如权利要求10所述的无线充电方法，其特征在于，在对所述直流电进行降压和升流之前，所述无线充电方法还包括：

采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成控制指令；

基于所述控制指令，调整所述直流电；其中，调整后的直流电为：

$$\begin{cases} U_{b_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{b_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

其中，所述U_{b_out}表示调整后的直流电的电压；所述I_{b_out}表示调整后的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

13.如权利要求10～12任一项所述的无线充电方法，其特征在于，所述无线充电方法还包括：

采集所述无线充电电路以及所述待充电电池的状态信息，并根据所述状态信息生成相应的控制指令；所述状态信息为温度信息、电压信息或电流信息；

根据所述控制指令，调整向所述待充电电池进行充电的无线充电通路的导通与关断。

一种无线充电电路、方法、系统及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及充电技术领域，尤其涉及一种无线充电电路、方法、系统及电子设备。

背景技术

[0002] 随着电子设备功能的越来越强大，电子设备的充电技术也得到不断地发展和进步，为了提升充电的便利性，无线充电方式已慢慢成为了一种新的充电趋势。

[0003] 具体地，目前市面上能够支持无线充电的终端设备很少，且，这些终端设备中的无线充电电路通常需要包括电能接收线圈，降压式变换器(Buck转换器)以及降压式充电电路(Buck Charger)。首先，由于Buck转换器以及Buck Charger中均包括存在线圈损耗和磁芯损耗的输出电感，这就可能会使得整个无线充电电路的降压转换效率较低，从而可能会影响整个充电过程的充电效率；其次，发明人发现，Buck转换器或者Buck Charger在输入电压和输出电压之间差别较大时，还会进一步降低降压转换效率，从而可能会进一步降低整个充电过程的充电效率；再有，在采用Buck转换器串联Buck Charger的电路进行无线充电时，还会有大量的电量转换为热能，因而还会影响无线充电的安全性。

[0004] 也就是说，现有的无线充电电路存在充电效率较低以及充电安全性较低的问题。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供了一种无线充电电路、方法、系统及电子设备，用以解决现有的无线充电电路所存在的充电效率较低以及充电安全性较低的问题。

[0006] 本发明实施例提供了一种无线充电电路，包括电能接收模块、整流模块以及电荷泵充电模块，其中：

[0007] 所述电能接收模块，用于接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电，并将所述交流电发送至所述整流模块；

[0008] 所述整流模块，用于将所述交流电转换为直流电，并将所述直流电发送至所述电荷泵充电模块；

[0009] 所述电荷泵充电模块，用于对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。

[0010] 具体地，所述电荷泵充电模块包括一个或两个以上并联的充电支路，每一个充电支路包括一个或两个以上串联的电荷泵充电子模块，针对任一电荷泵充电子模块，所述电荷泵充电子模块包括第一开关、第二开关、第三开关、第四开关、第一电容以及第二电容，其中：

[0011] 所述第一开关的输入端与所述整流模块的输出端相连，或者，与前一级电荷泵充电子模块的输出端相连，输出端与所述第三开关的输入端、所述第一电容的第一端相连；

[0012] 所述第二开关的输入端与所述第一电容的第二端以及所述第四开关的输入端相连，输出端与所述第二电容的第一端以及所述第三开关的输出端相连；

[0013] 所述第四开关的输出端与所述第二电容的第二端相连，并作为公共负端；

[0014] 所述第一开关的输入端作为所述电荷泵充电子模块的输入端，所述第二开关的输出端、所述第三开关的输出端或者所述第二电容的第一端作为所述电荷泵充电子模块的输出端。

[0015] 进一步地，所述无线充电电路还包括控制模块以及无线通信模块，其中：

[0016] 所述控制模块，用于采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成充电控制信息，以及，将所述充电控制信息发送至所述无线通信模块；

[0017] 所述无线通信模块，用于通过无线通信方式将所述充电控制信息发送至所述无线适配器，以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电，使得所述整流模块输出的直流电为：

[0018] $$\begin{cases} U_{a_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{a_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

[0019] 其中，所述U_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电压；所述I_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0020] 可选地，所述无线充电电路还包括控制模块以及降压式变换模块：

[0021] 所述控制模块，还用于采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成控制指令，以及，将所述控制指令发送至所述降压式变换模块；

[0022] 所述降压式变换模块，用于接收所述整流模块发送的直流电，并基于所述控制指令调整所述直流电，并将调整后的直流电发送至所述电荷泵充电模块；其中，调整后的直流电为：

[0023] $$\begin{cases} U_{b_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{b_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

[0024] 其中，所述U_{b_out}表示调整后的直流电的电压；所述I_{b_out}表示调整后的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0025] 进一步地，所述无线充电电路还包括无线通信模块，其中：

[0026] 所述控制模块，还用于采集所述整流模块输出的直流电的电压，并将所述直流电的电压发送至所述无线通信模块，以及，若确定所述直流电的电压不小于设定的电压阈值，则确定所述电能接收模块与所述电能发射模块处于有效充电范围；

[0027] 所述无线通信模块，还用于将所述直流电电压发送至所述无线适配器，以使得所述无线适配器根据所述直流电的电压调整所述无线适配器的电能发射模块所发射的交流电。

[0028] 进一步地，所述无线充电电路还包括开关模块，其中：

[0029] 所述控制模块，还用于采集所述无线充电电路以及所述待充电电池的状态信息，并根据所述状态信息生成相应的控制指令，以及，将所述控制指令发送至所述开关模块；所述状态信息为温度信息、电压信息或电流信息；

[0030] 所述开关模块，用于根据所述控制指令，调整向所述待充电电池进行充电的无线充电通路的导通与关断。

[0031] 可选地，所述开关模块，还用于根据所述开关模块的第一端口电压以及第二端口电压，切换所述无线充电电路以及相应的有线充电电路的导通与关断；所述无线充电电路的输入端口为所述第一端口，所述有线充电电路的输入端口为所述第二端口。

[0032] 本发明实施例还提供了一种电子设备，包括电子设备本体、安装在所述电子设备中的待充电电池以及本发明实施例中所述的无线充电电路。

[0033] 相应地，本发明实施例还提供了一种无线充电系统，包括无线适配器以及本发明实施例中所述的电子设备，所述无线适配器用于向所述电子设备充电。

[0034] 进一步地，本发明实施例还提供了一种无线充电方法，包括：

[0035] 接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电；

[0036] 将所述交流电转换为直流电；

[0037] 通过电荷泵充电模块对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。

[0038] 具体地，所述电荷泵充电模块包括一个或两个以上并联的充电支路，每一个充电支路包括一个或两个以上串联的电荷泵充电子模块；所述无线充电方法还包括：

[0039] 采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成充电控制信息；

[0040] 通过无线通信方式将所述充电控制信息发送至所述无线适配器，以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电，使得所述整流模块输出的直流电为：

[0041] $$\begin{cases} U_{a_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{a_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

[0042] 其中，所述U_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电压；所述I_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0043] 可选地，在对所述直流电进行降压和升流之前，所述无线充电方法还包括：

[0044] 采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成控制指令；

[0045] 基于所述控制指令，调整所述直流电；其中，调整后的直流电为：

[0046] $$\begin{cases} U_{b_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{b_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases};$$

[0047] 其中，所述U_{b_out}表示调整后的直流电的电压；所述I_{b_out}表示调整后的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}

表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0048] 进一步地，所述无线充电方法还包括：

[0049] 采集所述无线充电电路以及所述待充电电池的状态信息，并根据所述状态信息生成相应的控制指令；所述状态信息为温度信息、电压信息或电流信息；

[0050] 根据所述控制指令，调整向所述待充电电池进行充电的无线充电通路的导通与关断。

[0051] 本发明有益效果如下：

[0052] 本发明实施例提供了一种充电电路、方法、系统及电子设备，包括电能接收模块、整流模块以及电荷泵充电模块，其中：所述电能接收模块，用于接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电，并将所述交流电发送至所述整流模块；所述整流模块，用于将所述交流电转换为直流电，并将所述直流电发送至所述电荷泵充电模块；所述电荷泵充电模块，用于对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。相比于现有技术，在本发明实施例中，所述无线充电电路中所采用的充电模块为电荷泵充电模块，其内部的充放电元件为电容而非电感，因而提升了整个无线充电电路的降压转换效率；且，所述电荷泵充电模块的电压转换效率不会因其输入电压和输出电压压差太大而降低转换效率，因而保证了整个无线充电电路的降压转换效率；再者，由于电荷泵充电模块中不包含电感元件，还会避免无线充电电路的发热现象；另外，电荷泵充电模块的使用，会使得其前级电路的电流变小，从而使得电能接收模块与电能发射模块之间的耦合损耗降低，进而不仅提升了充电效率和安全性，还提升了用户的使用体验。

附图说明

[0053] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简要介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0054] 图1所示为本发明实施例一中提供的第一种无线充电电路的电路结构示意图；

[0055] 图2所示为本发明实施例一中提供的第一种无线充电电路的具体电路结构示意图；

[0056] 图3所示为本发明实施例一中提供的电荷泵充电子模块的电路结构示意图；

[0057] 图4所示为本发明实施例一中提供的电荷泵充电子模块的另一种电路结构示意图；

[0058] 图5所示为本发明实施例一中提供的第二种无线充电电路的电路结构示意图；

[0059] 图6所示为本发明实施例一中提供的第三种无线充电电路的电路结构示意图；

[0060] 图7所示为本发明实施例一中提供的第三种无线充电电路的具体电路结构示意图；

[0061] 图8所示为本发明实施例一中提供的第四种无线充电电路的电路结构示意图；

[0062] 图9(a)所示为本发明实施例一中提供的第五种无线充电电路的电路结构示意图；

[0063] 图9(b)所示为本发明实施例一中提供的第六种无线充电电路的电路结构示意图；

[0064] 图9(c)所示为本发明实施例一中提供的第七种无线充电电路的电路结构示意图；

[0065] 图9(d)所示为本发明实施例一中提供的第八种无线充电电路的电路结构示意图；

[0066] 图10所示为本发明实施例一中提供的电子设备的结构示意图；

[0067] 图11所示为本发明实施例一中提供的无线充电系统的结构示意图；

[0068] 图12所示为本发明实施例二中提供的无线充电方法的流程示意图。

具体实施方式

[0069] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0070] 实施例一：

[0071] 为了解决现有的无线充电电路所存在的充电效率较低以及充电安全性较低的问题，本发明实施例提供了一种无线充电电路。其中，所述无线充电电路通常可被设置在相应的终端设备中，如设置在手机、平板电脑、智能手表以及相机等中，用于在所述终端设备与相应的无线适配器建立耦合连接时，将从所述无线适配器接收到的电能传输到所述终端设备的待充电电池内，当然，所述无线充电电路还可独立使用，对此不作赘述。如图1所示，其为本发明实施例一中所述的第一种无线充电电路的电路结构示意图。具体地，如图1所示，所述第一种无线充电电路可包括电能接收模块11、整流模块12以及电荷泵充电模块13，其中：

[0072] 所述电能接收模块11，可用于接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电，并将所述交流电发送至所述整流模块12；

[0073] 所述整流模块12，可用于将所述交流电转换为直流电，并将所述直流电发送至所述电荷泵充电模块13；

[0074] 所述电荷泵充电模块13，可用于对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。

[0075] 也就是说，在本发明实施例中，所述无线充电电路可包括电能接收模块、整流模块以及电荷泵充电模块，其中：所述电能接收模块，用于接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电，并将所述交流电发送至所述整流模块；所述整流模块，用于将所述交流电转换为直流电，并将所述直流电发送至所述电荷泵充电模块；所述电荷泵充电模块，用于对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。相比于现有技术，在本发明实施例中，所述无线充电电路中所采用的充电模块为电荷泵充电模块，其内部的充放电元件为电容而非电感，因而提升了整个无线充电电路的降压转换效率；且，所述电荷泵充电模块的电压转换效率不会跟随其输入电压和输出电压发生变化，因而保证了整个无线充电电路的降压转换效率；再者，由于电荷泵充电模块中不包含电感元件，还会避免无线充电电路的发热现象；另外，电荷泵充电模块的使用，会使得其前级电路的电流变小，从而使得电能接收模块与电能发射模块之间的耦合损耗降低，进而不仅提升了充电效率和安全性，还提升了用户的使用体验。

[0076] 具体地，所述电能接收模块11通常可为相应的电能接收线圈，所述电能接收线圈

可为矩形、圆形或者三角形等任意形状，只要能够与无线适配器中的电能发射线圈相匹配，并与之发生电感应、磁感应、磁共振或者电磁波的交互即可。其中，所述电能接收线圈以及所述电能发射线圈的线圈直径、线经、材质均可根据实际情况灵活设置，如可设置为100mm(毫米)、0.5mm(毫米)、漆包铜线等，对此不作赘述。

[0077] 可选地，所述整流模块12通常可包括相应的整流桥电路，如可为半波整流桥电路、全波整流桥电路或者桥式整流桥电路等。其中，所述半波整流桥电路、全波整流桥电路以及桥式整流桥电路可由相应的二极管或者晶闸管等器件组成。当然，在对转换效率要求较高的场景中，所述整流模块12中的器件还可为晶体管，如三极管、MOS管等。

[0078] 需要说明的是，所述整流模块12中的整流桥电路除了可自行搭建之外，还可集成在相应的逻辑芯片中，本发明实施例对此不作任何限定。

[0079] 可选地，如图2所示，其为本发明实施例中所述的第一种无线充电电路的具体电路结构示意图。其中，由图2可知，所述第一种无线充电电路中的所述电荷泵充电模块13可包括一个或两个以上并联的充电支路，如图2中所示的N个相互并联的充电支路，每一个充电支路可包括一个或两个以上串联的电荷泵充电子模块，如图2中所示的M个相互串联的电荷泵充电子模块，其中，N、M为正整数，且，N与M可相等或者不相等。

[0080] 由上述内容可知，在本发明实施例中，所述第一种无线充电电路可具备以下三点优势：

[0081] 第一点，省略了降压式变换模块，使得整流模块输出的直流电能够直接进入电荷泵充电模块，降低了电感元件带来的损耗，从而提升了充电效率；

[0082] 第二点，采用了降压转换效率高于降压式充电模块的电荷泵充电模块，减小了所述无线充电电路的发热现象，进而保证了所述无线充电电路的充电效率；

[0083] 第三点，采用了能够升流的电荷泵充电模块，使得流过所述电荷泵充电模块的前级电路，如电能接收模块、整流模块处的电流较小，从而降低了所述无线充电电路中的损耗压降，提升了所述无线充电电路的充电效率。

[0084] 也就是说，在本发明实施例中，可实现充电效率的三重提升，对此不作赘述。

[0085] 需要说明的是，在本发明实施例中，每一充电支路中的电荷泵充电子模块的个数可设置为相同，且，每一电荷泵充电子模块的规格可设置为一致，如每一电荷泵充电子模块中的ESR(Equivalent Series Resistance，等效串联电阻)相同等，从而能够保证每一充电支路的整体降压程度与整体升流程度均一致，如将电压降至1/4、将电流升至4倍等。这就使得每一充电支路输出的电压和电流能够相互匹配，进而保证了输入到待充电电池的多路电压和多路电流能够相互匹配，本发明实施例对此不作赘述。

[0086] 具体地，如图3所示，其为本发明实施例中所述的电荷泵充电子模块的电路结构示意图。由图3可知，针对任一电荷泵充电子模块(如图2中所示的1311～13NM中的任意一个)，所述电荷泵充电子模块可包括第一开关Q1、第二开关Q2、第三开关Q3、第四开关Q4、第一电容C1以及第二电容C2，其中：

[0087] 当所述电荷泵充电子模块为其所在充电支路中的第一个电荷泵充电子模块时，如为1311、1321或者13N1等，所述第一开关Q1的输入端可与所述整流模块12的输出端相连；当所述电荷泵充电子模块为其所在充电支路中的后级电荷泵充电子模块时，如为1312、1322或者131M等，所述第一开关Q1的输出端可与前一级电荷泵充电子模块(如1311、1321或者

131M-1)的输出端相连，输出端与所述第三开关Q3的输入端、所述第一电容C1的第一端相连；

[0088] 所述第二开关Q2的输入端与所述第一电容C1的第二端以及所述第四开关Q4的输入端相连，输出端与所述第二电容C2的第一端以及所述第三开关Q3的输出端相连；

[0089] 所述第四开关Q4的输出端与所述第二电容C2的第二端相连，并作为公共负端；

[0090] 所述第一开关Q1的输入端作为所述电荷泵充电子模块的输入端，所述第二开关Q2的输出端、所述第三开关Q3的输出端或者所述第二电容C2的第一端作为所述电荷泵充电子模块的输出端。

[0091] 需要说明的是，所述电荷泵充电子模块(如图2中所示的1311～13NM中的任意一个)中的各个开关器件的控制端可和相应的控制器或者驱动器相连，用于在所述控制器或者驱动器的控制下导通或者关断。例如，在接收到所述控制器或者驱动器发送的第一驱动信号时，导通所述电荷泵充电子模块中的第一开关Q1以及第二开关Q2，关闭所述电荷泵充电子模块中的第三开关Q3以及第四开关Q4；在接收到所述控制器或者驱动器发送的第二驱动信号时，导通所述电荷泵充电子模块中的第三开关Q3以及Q4，关闭所述电荷泵充电子模块中的第一开关Q1以及第二开关Q2。

[0092] 具体地，在接收到所述第一驱动信号时，由于所述电荷泵充电子模块中的第一开关Q1以及第二开关Q2导通，因而可使得所述无线适配器的电能发射线圈所发射的电能能够向所述电荷泵充电子模块中的电容以及所述待充电电池充电；在接收到所述第二驱动信号时，由于所述电荷泵充电子模块中的第三开关Q3以及第四开关Q4导通，因而可使得所述电荷泵充电子模块中的所述电容能够向所述待充电电池充电。

[0093] 其中，所述控制器或者驱动器不仅可为软件程序，还可为相应的硬件装置，只要能够根据实际情况向所述电荷泵充电子模块发送相应的驱动信号即可，例如，在一个信号周期的前半周期发送所述第一驱动信号，在一个信号周期的后半周期发送所述第二驱动信号等；所述第一驱动信号以及第二驱动信号可根据实际情况灵活设定，如可为程序代码、数字信号或者电平信号等，只要能够满足实际需求即可，对此不作赘述。

[0094] 需要说明的是，由于由所述第一开关Q1、第二开关Q2、第三开关Q3、第四开关Q4、第一电容C1以及第二电容C2所组成的电路结构通常可被称为Charge Pump Converter(电荷泵变换)电路，因此，本发明实施例中所述的无线充电电路具体可被称为基于Charge Pump Converter电路的无线充电电路(后续仍简称为无线充电电路)。

[0095] 进一步地，所述第一开关Q1、第二开关Q2、第三开关Q3以及第四开关Q4均可包括一个或两个以上并联的开关元件，从而可有效地降低所述第一开关Q1、第二开关Q2、第三开关Q3以及第四开关Q4的导通电阻，增大所述无线充电电路中的电流，加快所述无线充电电路的充电速度、减小所述无线充电电路的充电时间、提高所述无线充电电路的充电效率，本发明实施例对此不作赘述。

[0096] 优选地，所述开关元件可为晶体管。

[0097] 可选地，所述晶体管可包括三极管或场效应管。

[0098] 需要说明的是，若所述开关元件为三极管，则所述开关元件的控制端即可为三极管的基极，所述开关元件的输入端即可为三极管的集电极(或发射极)，所述开关元件的输出端即可为三极管的发射极(或集电极)；若所述开关元件为场效应管，则所述开关元件的

控制端即可为场效应管的栅极，所述开关元件的输入端即可为场效应管的漏极(或源极)，所述开关元件的输出端即可为场效应管的源极(或漏极)。当然，所述开关元件的输入端和输出端还可互相交换，本发明实施例对此不作任何限定。

[0099] 进一步可选地，所述三极管可包括NPN型三极管、PNP型三极管，所述场效应管可包括N沟道型场效应管以及P沟道型场效应管等，本发明实施例对此也不作任何限定。

[0100] 另外，需要说明的是，所述第一开关Q1、第二开关Q2、第三开关Q3以及第四开关Q4还可为任一能够实现开关功能的硬件开关，如可为单刀双掷开关、双刀双掷开关等，本发明实施例对此不作任何限定。

[0101] 可选地，所述第一电容C1以及所述第二电容C2均至少可包括一个或两个以上并联的电容元件。由于多个并联的电容元件可有效的降低整体电容的ESR，因而，可有效地增大所述无线充电电路中的电流，加快所述无线充电电路的充电速度、减小所述无线充电电路的充电时间、提高所述无线充电电路的充电效率，本发明实施例对此也不作赘述。

[0102] 可选地，如图4所示，其为本发明实施例中所述的电荷泵充电子模块的另一种电路结构示意图。具体地，由图4可知，所述电荷泵充电子模块还可包括第三电容C3，其中：

[0103] 当所述电荷泵充电子模块为其所在充电支路中的第一个电荷泵充电子模块时，所述第三电容C3的第一端可与所述整流模块12输出端相连；当所述电荷泵充电子模块为其所在充电电路中的后级电荷泵充电子模块时，所述第三电容C3的第一端可与前一级电荷泵充电子模块的输出端相连，第二端与所述第二电容C2的第二端以及所述第四开关Q4的输出端相连。

[0104] 其中，所述第三电容C3可用于在所述电荷泵充电子模块中的第一开关Q1以及第二开关Q2开启、第三开关Q3以及第四开关Q4关闭时，向所述电荷泵充电子模块中的电容(即所述第一电容C1以及所述第二电容C2)以及所述待充电电池进行电流补偿。

[0105] 需要说明的是，为了进一步降低所述第三电容C3的ESR(Equivalent Series Resistance，等效串联电阻)，减小充电时间，提高充电效率，所述第三电容C3至少可包括一个或两个以上并联的电容元件，对此也不作赘述。

[0106] 也就是说，与现有技术类似，在本发明实施例中，还可在所述电荷泵充电子模块的输入端并联一个第三电容C3。由于所述第三电容C3也并联在所述整流模块12或者前一级电荷泵充电子模块的输出端的两端，因而所述整流模块12或者前一级电荷泵充电子模块可一直向所述第三电容C3充电，从而使得在第一开关Q1、第二开关Q2导通时，所述第三电容C3能够向所述第一电容C1、所述第二电容C2以及待充电电池充电，进而实现了电流补偿的作用，避免了所述整流模块12或者前一级电荷泵充电子模块输出的电流过小导致的充电速度较慢以及充电时间较长的问题。

[0107] 进一步地，如图5所示，其为本发明实施例中所述的第二种无线充电电路的电路结构示意图。具体地，由图5可知，所述第二种无线充电电路还可包括控制模块14以及无线通信模块15，其中：

[0108] 所述控制模块14，可用于采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成充电控制信息，以及，将所述充电控制信息发送至所述无线通信模块15；

[0109] 所述无线通信模块15，可用于通过无线通信方式将所述充电控制信息发送至所述

无线适配器，以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电，使得所述整流模块输出的直流电为如下公式1所示：

[0110] $$\begin{cases} U_{a_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{l} \\ I_{a_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases}$$ 公式1；

[0111] 其中，所述U_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电压；所述I_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_{l}表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0112] 可选地，以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电，可包括：

[0113] 以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电的幅值；和/或，

[0114] 以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电的频率；和/或，

[0115] 以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电的电流。

[0116] 可选地，所述控制模块14，具体可用于实时采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流；或者，每隔设定时长采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流。

[0117] 需要说明的是，所述设定时长可根据实际情况灵活设定，如可设置为1ms(毫秒)、1s(秒)、1min(分)等，只要能够满足实际的需求精度即可，本发明实施例对此不作任何限定。

[0118] 需要说明的是，此处所述的电荷泵充电模块以及线路的损耗压降通常可包括所述电荷泵充电模块13、所述电荷泵充电模块13的后级电路中的其它器件以及导线等所导致的损耗压降的和。

[0119] 其中，所述电荷泵充电模块13、其它器件以及导线等所导致的损耗压降可分别采集，也可整体采集。

[0120] 当需要分别采集时，可通过下述方式进行采集：

[0121] 第一种、实时采集。以电荷泵充电模块13为例，实时采集所述电荷泵充电模块13两端的电压；或者，将所述电荷泵充电模块13的内阻看作固定值(预先测得)，并实时采集流过所述电荷泵充电模块13的电流，之后，根据欧姆定律计算所述电荷泵充电模块13两端的电压；

[0122] 第二种、每隔设定时间(根据实际情况灵活设定)采集。仍以电荷泵充电模块13为例，每隔设定时间采集所述电荷泵充电模块13两端的电压；或者，将所述电荷泵充电模块13的内阻看作固定值，并每隔设定时间采集流过所述电荷泵充电模块13的电流，之后，根据欧姆定律计算所述电荷泵充电模块13两端的电压。

[0123] 需要说明的是，在对精度要求较高的场景中，可优先选择实时采集方式，在对精度要求不太高的场景中，可优先选择每隔设定时间的采集方式；再者，需要说明的是，在电路内阻不随温度、湿度等环境条件变化的场景中，或者在电压采集较为方便电流采集较为复杂的场景中，可优先选择直接获取电流，并基于固定内阻确定电压的方式；在电路内阻随温度、湿度等环境条件变化的场景中，或者在电压采集较为复杂电流采集较为简单的场景中，可优先选择直接获取电压的方式。

[0124] 当需要整体采集时，可通过下述方式进行采集：

[0125] 第一种、实时采集。实时采集所述电荷泵充电模块13的输入端到待充电电池的输入端之间的电压；或者，将所述电荷泵充电模块13的输入端到待充电电池的输入端之间等效电阻看作固定值(预先测得)，并实时采集流入所述待充电电池的充电电流，之后，可根据欧姆定律计算所述电荷泵充电模块13的输入端到待充电电池的输入端之间电压；

[0126] 第二种、每隔设定时间(根据实际情况灵活设定)采集。每隔设定时间采集所述电荷泵充电模块13的输入端到待充电电池的输入端之间的电压；或者，将所述电荷泵充电模块13的输入端到待充电电池的输入端之间等效电阻看作固定值，并每隔设定时间采集流入所述待充电电池的充电电流，之后，可根据欧姆定律计算所述电荷泵充电模块13的输入端到待充电电池的输入端之间电压。

[0127] 也就是说，在进行待充电电池的充电时，还需考虑电路中出现的损耗压降，并需要对损耗压降进行相应的补偿操作，如可通过调整无线适配器输出的交流电、调整所述整流模块12输出的直流电，以对输入到待充电电池中的充电电压进行补偿。当然，需要说明的是，除了可通过调整无线适配器的输出来补偿待充电电池的充电电压之外，还可通过另外设置的外接电源进行补偿，如使得外接电源输出的电压为所述的电荷泵充电模块以及线路的损耗压降之和等，对此不作赘述。

[0128] 可选地，所述控制模块14通常可为所述终端设备中的AP(Application Processor，应用处理器)，或者可为另外设置在所述终端设备中的处理单元或者其它处理逻辑，如CPU(Central Processing Unit，中央处理器)、MCU(Microcontroller Unit，微控制单元)、程序代码等，只要能够实时采集或者每隔设定时长采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并可将根据所述充电电压、或者所述充电电压和所述充电电流生成的充电控制信息发送至所述无线通信模块15即可，对此不作赘述。

[0129] 另外，需要说明的是，所述控制模块14还可同时作为前述控制器或者驱动器，用于向所述电荷泵充电模块13中的各个电荷泵充电子模块发送驱动信号，对此不作赘述。

[0130] 具体地，所述无线通信模块15通常可为终端设备中的无线通信单元，如可为WiFi(WIreless FIdelity，无线保真)单元、蓝牙单元、红外单元、NFC(Near Field Communication，近场通信)单元以及ZigBee(紫蜂)单元等，本发明实施例中对此不作任何限定。

[0131] 可选地，所述控制模块14，还可用于采集所述整流模块12输出的直流电的电压，并将所述直流电的电压发送至所述无线通信模块15，以及，若确定所述直流电的电压不小于设定的电压阈值，则确定所述电能接收模块11与所述电能发射模块处于有效充电范围；

[0132] 所述无线通信模块15，还用于将所述直流电电压发送至所述无线适配器，以使得所述无线适配器根据所述直流电的电压调整所述无线适配器的电能发射模块所发射的交流电。

[0133] 需要说明的是，确定所述电能接收模块11与所述电能发射模块处于有效充电范围实际上即可为确定所述终端设备与所述无线适配器处于有效充电范围，对此不作赘述。

[0134] 其中，所述电压阈值可根据实际情况灵活设定，如可设置为7V、10V、13V等。需要说明的是，此时，所述控制模块14可通过相应的界面显示信息，如提示灯闪烁、消息提醒等，提示用户对相应的终端设备或者无线适配器进行位置的移动，使得所述无线适配器与所述终

端设备处于有效充电范围内，从而提升充电的稳定性、高效性以及安全性，进而提升用户的使用体验及满意度。

[0135] 进一步地，如图6所示，其为本发明实施例中所述的第三种无线充电电路的电路结构示意图。由图6可知，所述第三种无线充电电路除了可包括所述电能接收模块11、所述整流模块12以及所述电荷泵充电模块13之外，还可包括控制模块14以及降压式变换模块16：

[0136] 所述控制模块14，还可用于采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成控制指令，以及，将所述控制指令发送至所述降压式变换模块16；

[0137] 所述降压式变换模块16，可用于接收所述整流模块发送的直流电，并基于所述控制指令调整所述直流电，并将调整后的直流电发送至所述电荷泵充电模块13；其中，调整后的直流电可为如下公式2所示：

[0138] $$\begin{cases} U_{b_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_1 \\ I_{b_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases}$$ 公式2；

[0139] 其中，所述U_{b_out}表示调整后的直流电的电压；所述I_{b_out}表示调整后的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0140] 其中，此处所述的电荷泵充电模块13的损耗压降实际可包括所述降压式变换模块16的输出端与所述待充电电池之间的线路所带来的损耗压降，其确定方式可参见前述电荷泵充电模块13以及线路的损耗压降的确定方式，此处不再赘述。

[0141] 需要说明的是，所述控制模块14仍可为所述终端设备中的AP、CPU、MCU等，只要能够采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成控制指令，以及，将所述控制指令发送至所述降压式变换模块16即可，本发明实施例对此不作任何限定。

[0142] 可选地，如图7所示，其为本发明实施例中所述的第三种无线充电电路的具体电路结构示意图。具体地，由图7可知，所述第三种无线充电电路中的所述降压式变换模块16可包括一个或两个以上并联的降压式变换子模块(如图7中所示的161～16K，其中，K为正整数，可与N、M相同或者不同)。

[0143] 针对所述降压式变换模块16中的任一降压式变换子模块，所述降压式变换子模块可用于根据所述控制模块14或者相应的控制器或者驱动器发送的驱动信号，调整所述降压式变换子模块中的开关器件，以使得与所述无线充电电路连通的无线电源适配器能够通过所述降压式变换子模块向所述电荷泵充电模块发送电能。

[0144] 需要说明的是，所述降压式变换子模块通常可为现有技术的Buck Switch Charger电路，其具体电路结构与现有技术中的电路可一致，此处不作过多赘述。

[0145] 相比于本发明实施例中所述的第二种无线充电电路，本发明实施例中所述的第三种无线充电电路可不必设置相应的无线通信模块15，即可实现对输入到所述待充电电池的充电电压以及充电电流的调整，从而节省了成本，当然，这需要牺牲一部分降压转换效率作为代价，因此，在实际电路的设计过程中，可在衡量成本和降压转换效率之后，根据实际需

求设计，对此不作赘述。

[0146] 进一步地，如图8所示，其为本发明实施例中所述的第四种无线充电电路的电路结构示意图。具体地，由图8可知，所述无线充电电路还可包括无线通信模块15，其中：

[0147] 所述控制模块14，还可用于采集所述整流模块12输出的直流电的电压，并将所述直流电的电压发送至所述无线通信模块15，以及，若确定所述直流电的电压不小于设定的电压阈值，则确定所述电能接收模块11与所述电能发射模块处于有效充电范围；

[0148] 所述无线通信模块15，还用于将所述直流电电压发送至所述无线适配器，以使得所述无线适配器根据所述直流电的电压调整所述无线适配器的电能发射模块所发射的交流电。

[0149] 类似地，确定所述电能接收模块11与所述电能发射模块处于有效充电范围实际上即可为确定所述终端设备与所述无线适配器处于有效充电范围，对此不作赘述。

[0150] 与前述内容相同，所述电压阈值可根据实际情况灵活设定，如可设置为7V、10V、13V等。需要说明的是，此时，所述控制模块14可通过相应的界面显示信息，如提示灯闪烁、消息提醒等，提示用户对相应的终端设备或者无线适配器进行位置的移动，使得所述无线适配器与所述终端设备处于有效充电范围内，从而提升充电的稳定性、高效性以及安全性。

[0151] 进一步地，所述第五种无线充电电路还可包括开关模块17，其中：

[0152] 所述控制模块14，还可用于采集所述无线充电电路以及所述待充电电池的状态信息，并根据所述状态信息生成相应的控制指令，以及，将所述控制指令发送至所述开关模块；所述状态信息为温度信息、电压信息或电流信息；

[0153] 所述开关模块17，可用于根据所述控制指令，调整向所述待充电电池进行充电的无线充电通路的导通与关断。

[0154] 需要说明的是，所述状态信息还可包括其它信息，如湿度信息等，本发明实施例对此不作任何限定。

[0155] 其中，所述控制指令可为任意形式的指令，如可为程序代码、数字信号或者电平信号等，只要能够控制所述开关模块17执行相应的导通操作或者关断操作即可，对此不作赘述。

[0156] 具体地，所述控制模块14，具体可用于若确定所述无线充电电路或者所述待充电电池处于过温、过压、欠压或过流等异常状态，则生成关断指令；若确定所述无线充电电路或者所述待充电电池处于正常状态，则生成导通指令；

[0157] 所述开关模块17，具体用于根据所述关断指令，关断向所述待充电电池进行充电的无线充电通路；或者，根据所述导通指令，导通向所述待充电电池进行充电的无线充电通路。

[0158] 其中，所述正常状态即可为非异常状态，即表示所述无线充电电路、所述待充电电池均不处于过温、过压、欠压以及过流等异常状态。

[0159] 需要说明的是，为了降低成本，在实际应用中，所述控制模块14可仅在异常状态时，生成关断指令，并向所述开关模块17发送关断指令，以控制所述开关模块17断开所述无线充电通路，而在其它时期，所述控制模块14可不生成相应的控制指令，对此不作赘述。

[0160] 需要说明的是，所述开关模块17可设置在所述无线充电通路的任意位置，如图9(a)所示，其为本发明实施例中所述的第五种无线充电电路的电路结构示意图。具体地，由

图9(a)可知，所述开关模块17可设置在所述电能接收模块11与所述整流模块12之间；

[0161] 如图9(b)所示，其为本发明实施例中所述的第六种无线充电电路的电路结构示意图。具体地，由图9(b)可知，所述开关模块17还可设置在所述整流模块12与所述降压式变换模块16之间；

[0162] 如图9(c)所示，其为本发明实施例中所述的第七种无线充电电路的电路结构示意图。具体地，由图9(c)可知，所述开关模块17还可设置在所述降压式变换模块16以及所述电荷泵充电模块13之间；

[0163] 如图9(d)所示，其为本发明实施例中所述的第八种无线充电电路的结构示意图。具体地，由图9(d)可知，所述开关模块17还可设置在所述电荷泵充电模块13以及所述待充电电池之间。

[0164] 也就是说，所述开关模块17在所述无线充电电路中的位置可根据实际情况灵活设定，只要能够根据所述控制指令调整所述无线充电通路的导通和关断即可，本发明实施例对此不作任何限定。

[0165] 进一步地，如图9(a)所示，当所述开关模块17被设置在所述电能接收模块11与所述整流模块12之间时，所述开关模块17，还可用于根据所述开关模块17的第一端口电压以及第二端口电压，切换所述无线充电电路以及相应的有线充电电路的导通与关断；所述无线充电电路的输入端口为所述第一端口，所述有线充电电路的输入端口为所述第二端口。

[0166] 需要说明的是，在本发明实施例中，无线充电电路中的各个模块可同时设置，也可设置其中的几个，只要能够满足实际的需求即可，本发明实施例对此不作任何限定。

[0167] 另外，需要说明的是，本发明实施例中所述的无线充电电路、或者所述无线充电电路中的各个模块，除了可自行搭建之外，还可集成在相应的逻辑芯片中，从而能够保证终端设备的小型化设计，提升了用户的使用体验和满意度。

[0168] 相应地，本发明实施例还提供了一种电子设备，如图10所示，其为本发明实施例中所述的电子设备的结构示意图。具体地，由图10可知，所述电子设备可包括电子设备本体101、安装在所述电子设备中的待充电电池102以及本发明实施例中所述的无线充电电路103。

[0169] 需要说明的是，本发明实施例一中所述的充电电路不仅仅适用于采用适配器向终端设备充电的场景，还可适用于采用移动电源向终端设备充电的场景，此时，可仅将所述适配器替换为移动电源即可，本发明实施例对此不作任何限定。

[0170] 另外，本发明实施例还提供了一种无线充电系统，如图11所示，其为本发明实施例中所述的无线充电线系统的结构示意图。具体地，由图11可知，所述无线充电系统可包括无线适配器111以及本发明实施例中所述的电子设备112，所述无线适配器111可用于向所述电子设备112充电。

[0171] 本发明实施例一提供了一种无线充电电路、电子设备和系统，可包括电能接收模块、整流模块以及电荷泵充电模块，其中：所述电能接收模块，用于接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电，并将所述交流电发送至所述整流模块；所述整流模块，用于将所述交流电转换为直流电，并将所述直流电发送至所述电荷泵充电模块；所述电荷泵充电模块，用于对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。相比于现有技术，在本发明实施例中，所述无线充电电路中所采用的充电模块为电荷泵充

电模块，其内部的充放电元件为电容而非电感，因而提升了整个无线充电电路的降压转换效率；且，所述电荷泵充电模块的电压转换效率不会跟随其输入电压和输出电压发生变化，因而保证了整个无线充电电路的降压转换效率；再者，由于电荷泵充电模块中不包含电感元件，还会避免无线充电电路的发热现象；另外，电荷泵充电模块的使用，会使得其前级电路的电流变小，从而使得电能接收模块与电能发射模块之间的耦合损耗降低，进而不仅提升了充电效率和安全性，还提升了用户的使用体验。

[0172] 实施例二：

[0173] 基于与本发明实施例一相同的发明构思，本发明实施例二提供了一种无线充电方法，可适用于前述实施例中所述的无线充电电路中，相同内容可参见本发明实施例一中的相关内容，本发明实施例中不作过多赘述。如图12所示，其为本发明实施例二中所述的无线充电方法的流程示意图。具体地，由图12可知，所述无线充电方法可包括以下步骤：

[0174] 步骤1201：接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电；

[0175] 步骤1202：将所述交流电转换为直流电；

[0176] 步骤1203：通过电荷泵充电模块对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。

[0177] 也就是说，本发明实施例中，可接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电；并可将所述交流电转换为直流电；以及，可通过电荷泵充电模块对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。相比于现有技术而言，在本发明实施例中，输入至待充电电池的直流电是通过电荷泵充电模块进行降压和升流之后的，由于电荷泵充电模块内部的充放电元件为电容而非电感，因而提升了整个无线充电电路的降压转换效率；且，所述电荷泵充电模块的电压转换效率不会跟随其输入电压和输出电压发生变化，因而保证了整个无线充电电路的降压转换效率；再者，由于电荷泵充电模块中不包含电感元件，还会避免无线充电电路的发热现象；另外，电荷泵充电模块的使用，会使得其前级电路的电流变小，从而使得电能接收模块与电能发射模块之间的耦合损耗降低，进而不仅提升了充电效率和安全性，还可提升用户的使用体验。

[0178] 可选地，所述电荷泵充电模块可包括一个或两个以上并联的充电支路，每一个充电支路可包括一个或两个以上串联的电荷泵充电子模块；所述无线充电方法还可包括：

[0179] 采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成充电控制信息；

[0180] 通过无线通信方式将所述充电控制信息发送至所述无线适配器，以由所述无线适配器调整所述电能发射模块所发送的交流电，使得所述整流模块输出的直流电如公式3所示：

[0181] $$\begin{cases} U_{a_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{l} \\ I_{a_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases} \qquad \text{公式 3;}$$

[0182] 其中，所述U_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电压；所述I_{a_out}表示所述整流模块输出的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_{l}表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0183] 需要说明的是，此时所述的无线通信方式通常可包括WiFi通信方式、蓝牙通信方式、红外通信方式、NFC通信单元、紫蜂通信单元等，对此不作任何限定。

[0184] 进一步地，在对所述直流电进行降压和升流之前，所述无线充电方法还可包括：

[0185] 采集所述待充电电池的充电电压、或者充电电压和充电电流，并根据所述充电电压、或者充电电压和充电电流生成控制指令；

[0186] 基于所述控制指令，调整所述直流电；其中，调整后的直流电为如下公式4所示：

[0187] $$\begin{cases} U_{b_out} = 2^{M} \cdot U_{c_out} + U_{1} \\ I_{b_out} = \frac{1}{2^{M}} \cdot I_{c_out} \end{cases}$$ 公式4；

[0188] 其中，所述U_{b_out}表示调整后的直流电的电压；所述I_{b_out}表示调整后的直流电的电流；所述M为正整数，表示每一充电支路中串联的所述电荷泵充电子模块的个数；所述U_{c_out}表示所述待充电电池的充电电压；所述U_1表示所述电荷泵充电模块以及线路的损耗压降；所述I_{c_out}表示所述待充电电池的充电电流。

[0189] 进一步地，所述无线充电方法还包括：

[0190] 采集所述无线充电电路以及所述待充电电池的状态信息，并根据所述状态信息生成相应的控制指令；所述状态信息为温度信息、电压信息或电流信息；

[0191] 根据所述控制指令，调整向所述待充电电池进行充电的无线充电通路的导通与关断。

[0192] 具体地，根据所述状态信息生成相应的控制指令，可包括：

[0193] 若确定所述无线充电电路或者所述待充电电池处于过温、过压、欠压或过流等异常状态，则生成关断指令；若确定所述无线充电电路或者所述待充电电池处于正常状态，则生成导通指令。

[0194] 其中，所述正常状态即可为非异常状态，即表示所述无线充电电路、所述待充电电池均不处于过温、过压、欠压以及过流等异常状态。

[0195] 进一步地，根据所述控制指令，调整向所述待充电电池进行充电的无线充电通路的导通与关断，可包括：

[0196] 根据所述关断指令，关断向所述待充电电池进行充电的无线充电通路；或者，

[0197] 根据所述导通指令，导通向所述待充电电池进行充电的无线充电通路。

[0198] 需要说明的是，为了降低成本，在实际应用中，可仅在异常状态时，生成关断指令，其余时期可默认导通，而无需生成导通指令，对此不作赘述。

[0199] 可选地，所述无线充电方法还可包括：

[0200] 根据第一端口电压以及第二端口电压，切换无线充电电路以及相应的有线充电电路的导通与关断；所述无线充电电路的输入端口为所述第一端口，所述有线充电电路的输入端口为所述第二端口。

[0201] 本发明实施例二提供了一种无线充电方法，可接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电；并可将所述交流电转换为直流电；以及，可通过电荷泵充电模块对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池。相比于现有技术而言，在本发明实施例中，输入至待充电电池的直流电是通过电荷泵充电模块进行降压和升流之后的，由于电荷泵充电模块内部的充放电元件为电容而非电感，因而提升了整个无线

充电电路的降压转换效率;且,所述电荷泵充电模块的电压转换效率不会跟随其输入电压和输出电压发生变化,因而保证了整个无线充电电路的降压转换效率;再者,由于电荷泵充电模块中不包含电感元件,还会避免无线充电电路的发热现象;另外,电荷泵充电模块的使用,会使得其前级电路的电流变小,从而使得电能接收模块与电能发射模块之间的耦合损耗降低,进而不仅提升了充电效率和安全性,还可提升用户的使用体验。

[0202] 本领域技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、装置(设备)、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或两个以上其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0203] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、装置(设备)和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0204] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0205] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0206] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0207] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

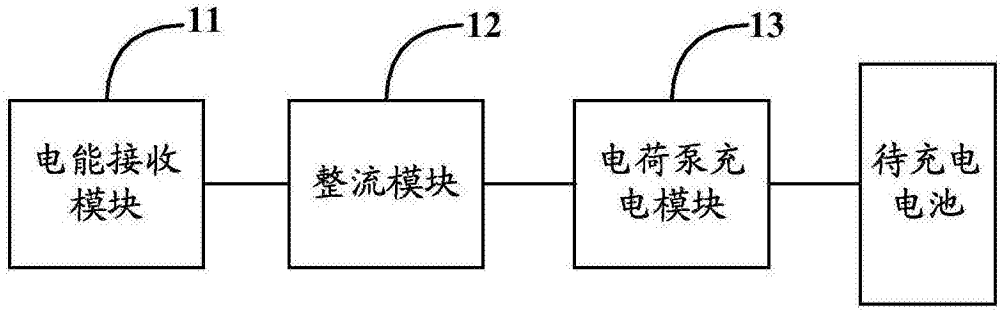

11
12
13
电能接收模块
整流模块
电荷泵充电模块
待充电电池

图1

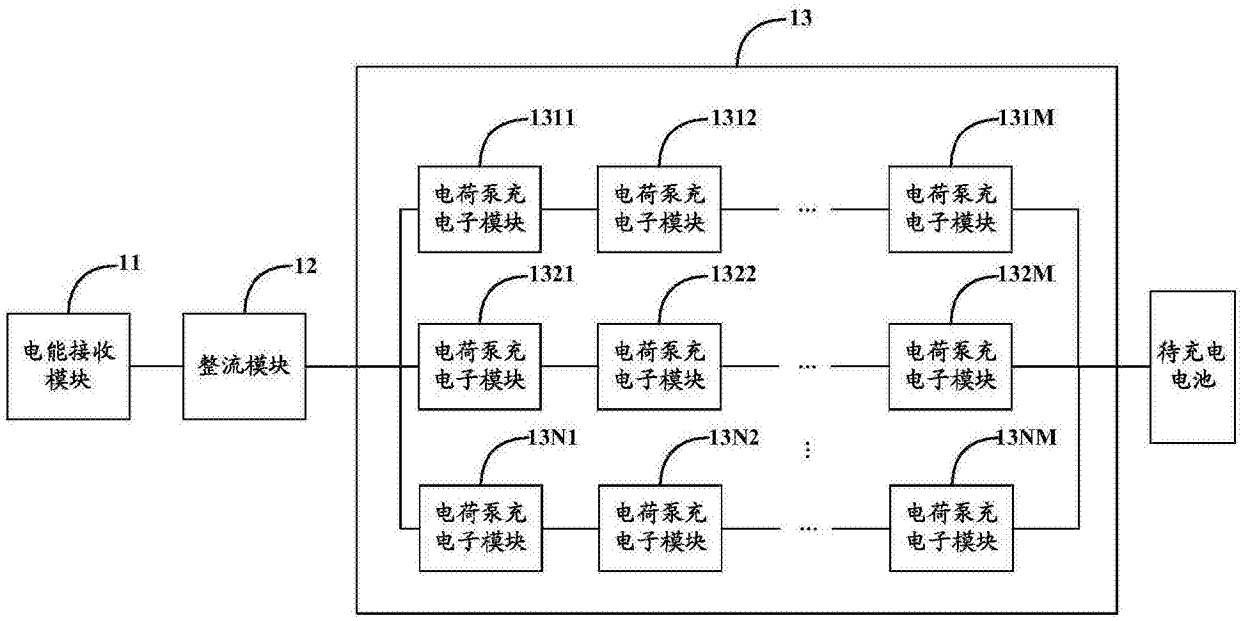

13
1311
1312
131M
电荷泵充电子模块
11
12
1321
1322
132M
电能接收模块
整流模块
待充电电池
13N1
13N2
13NM

图2

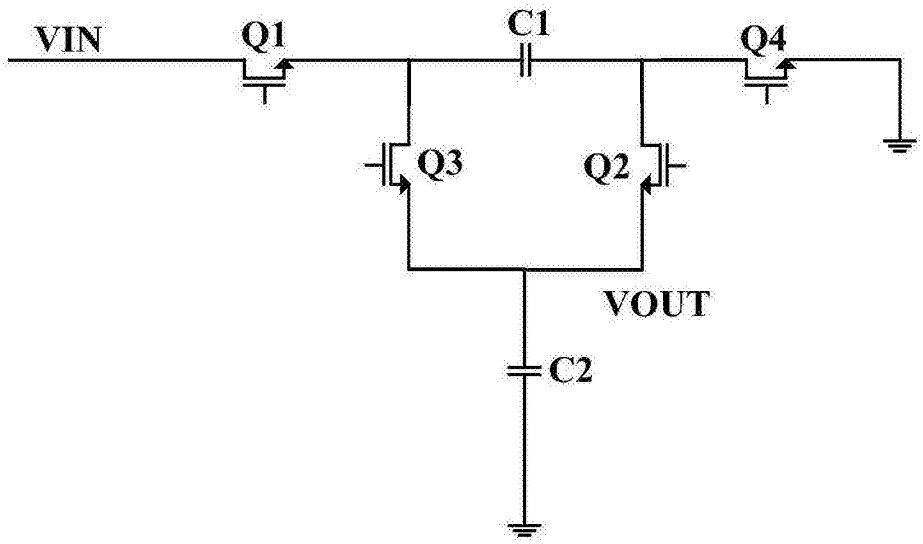


图3

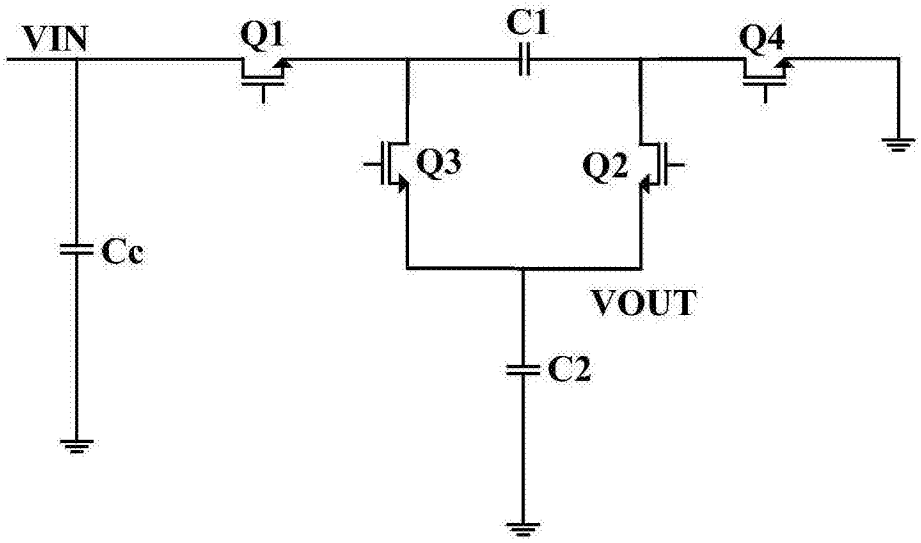


图4

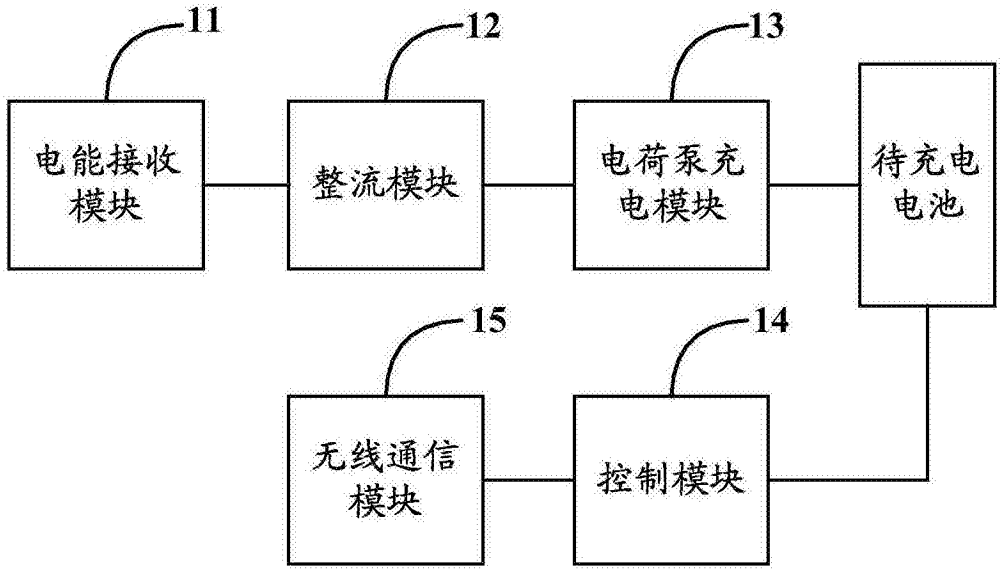

11
12
13
电能接收模块
整流模块
电荷泵充电模块
待充电电池
15
14
无线通信模块
控制模块

图5

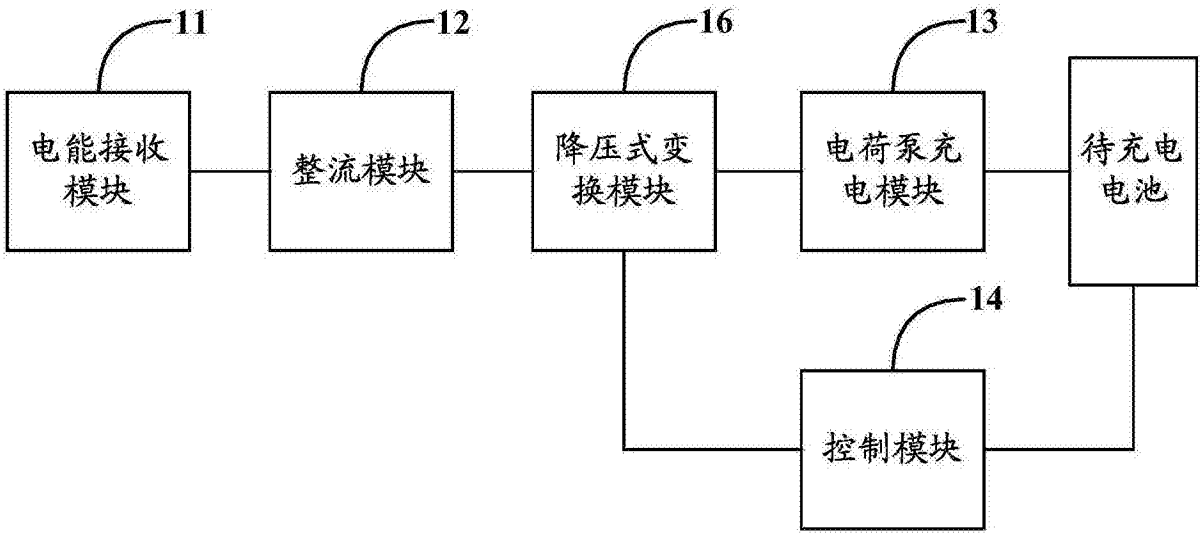

11
12
16
13
电能接收模块
整流模块
降压式变换模块
电荷泵充电模块
待充电电池
14
控制模块

图6

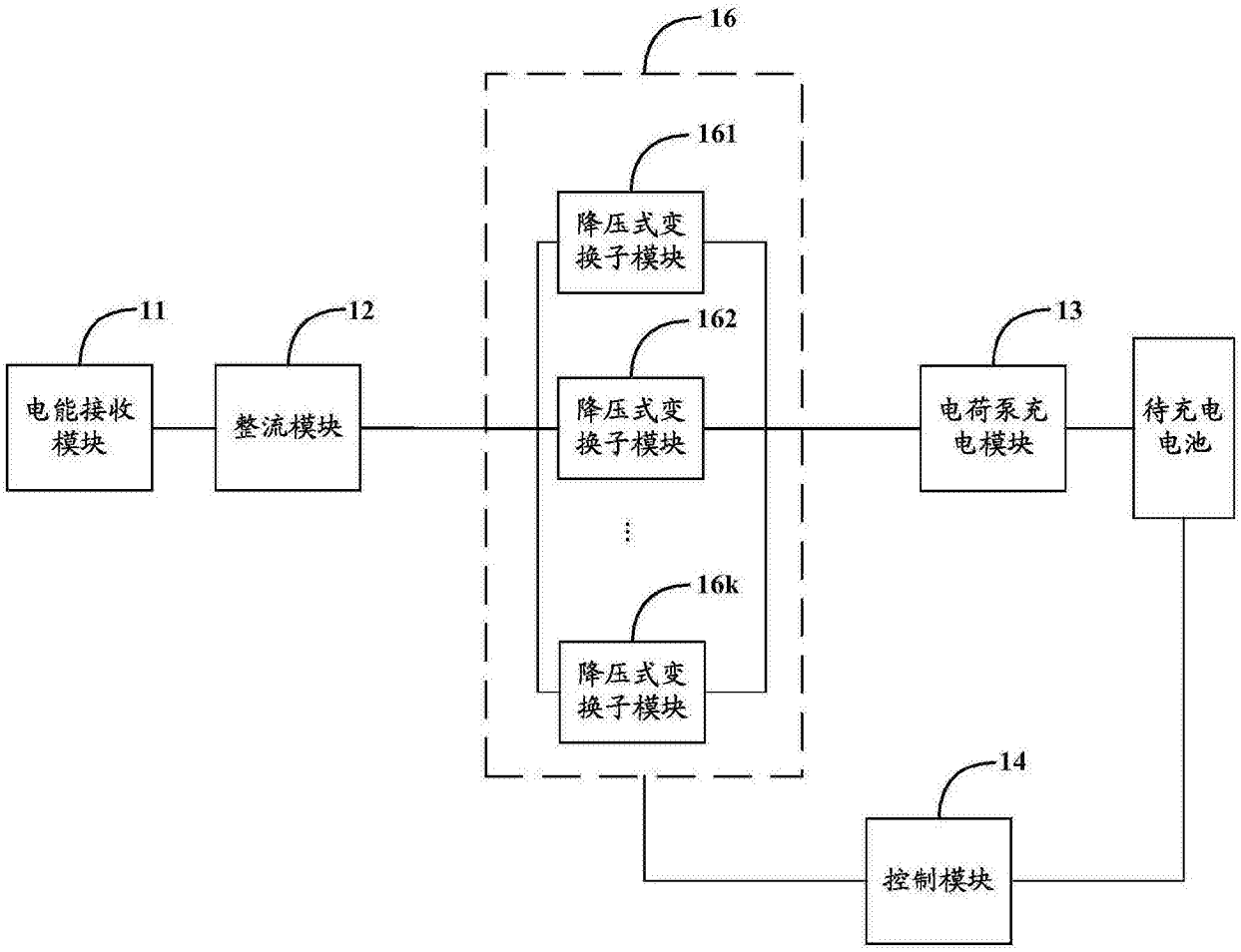

16
161
降压式变换子模块
11
12
电能接收模块
整流模块
162
降压式变换子模块
13
电荷泵充电模块
待充电电池
16k
降压式变换子模块
14
控制模块

图7

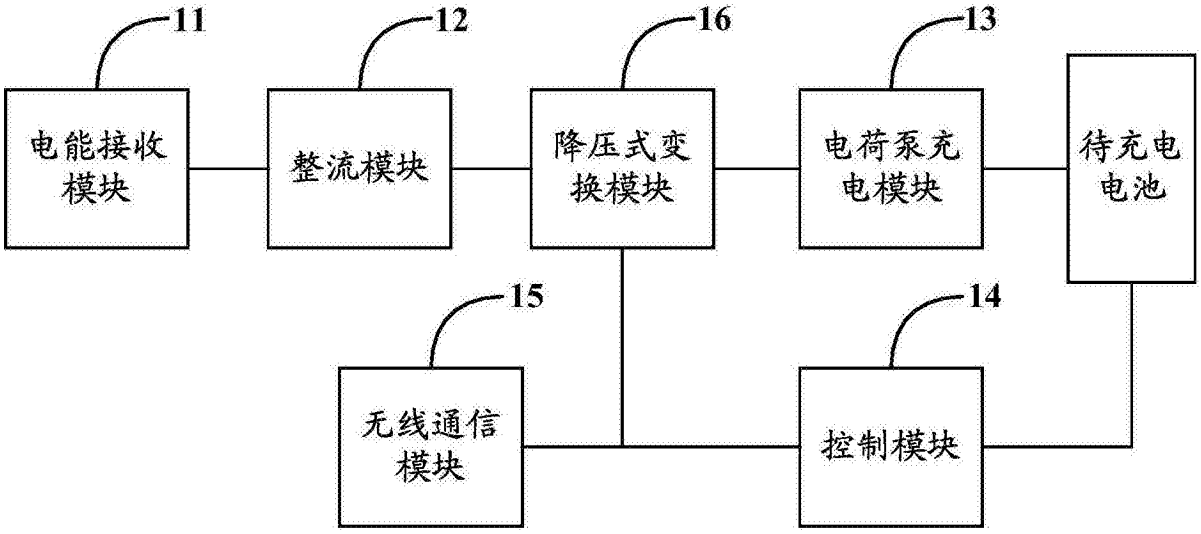

11
电能接收模块
12
整流模块
16
降压式变换模块
13
电荷泵充电模块
待充电电池
15
无线通信模块
14
控制模块

图8

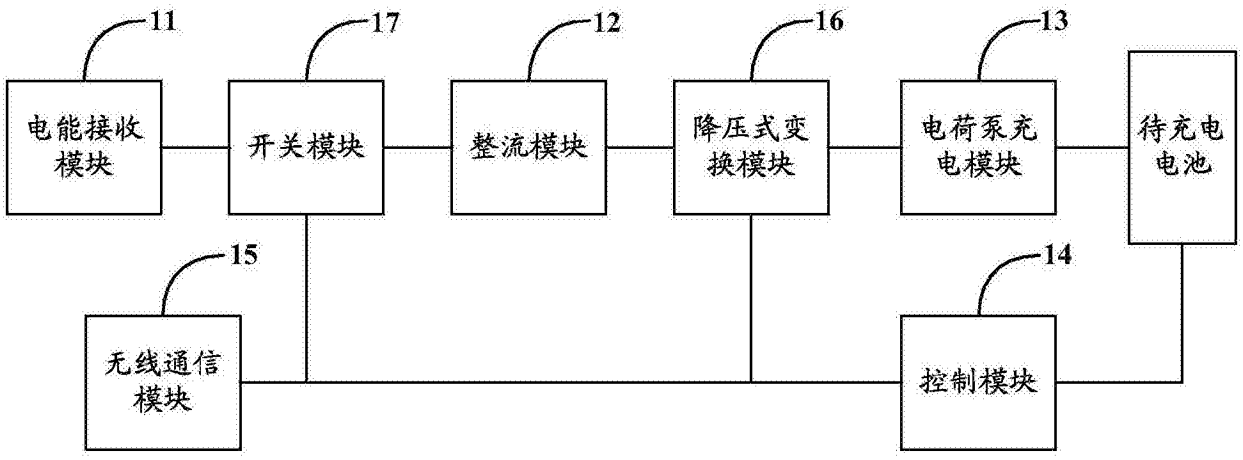

11
17
12
16
13
电能接收模块
开关模块
整流模块
降压式变换模块
电荷泵充电模块
待充电电池
15
14
无线通信模块
控制模块

图9(a)

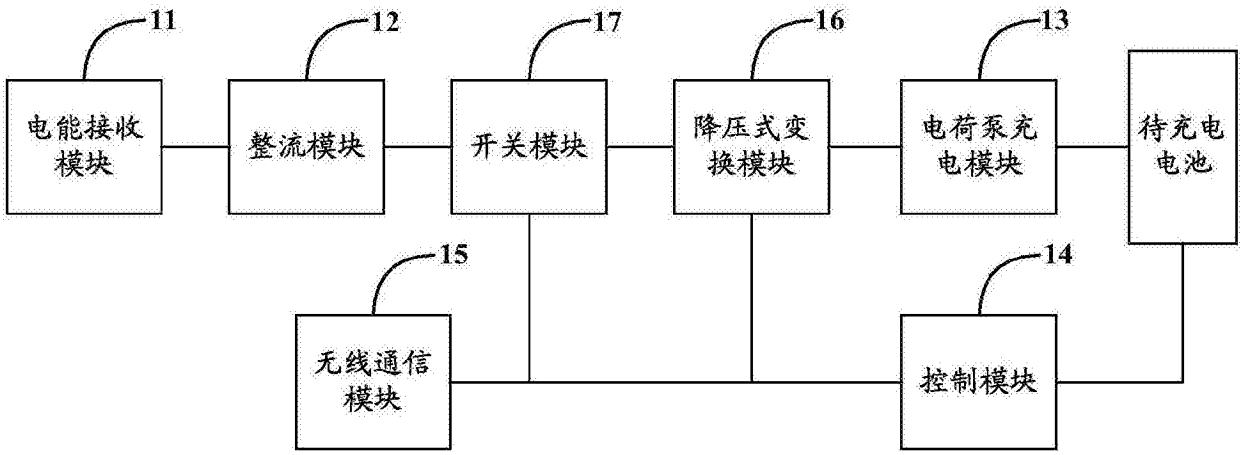

11
12
17
16
13
电能接收模块
整流模块
开关模块
降压式变换模块
电荷泵充电模块
待充电电池
15
14
无线通信模块
控制模块

图9(b)

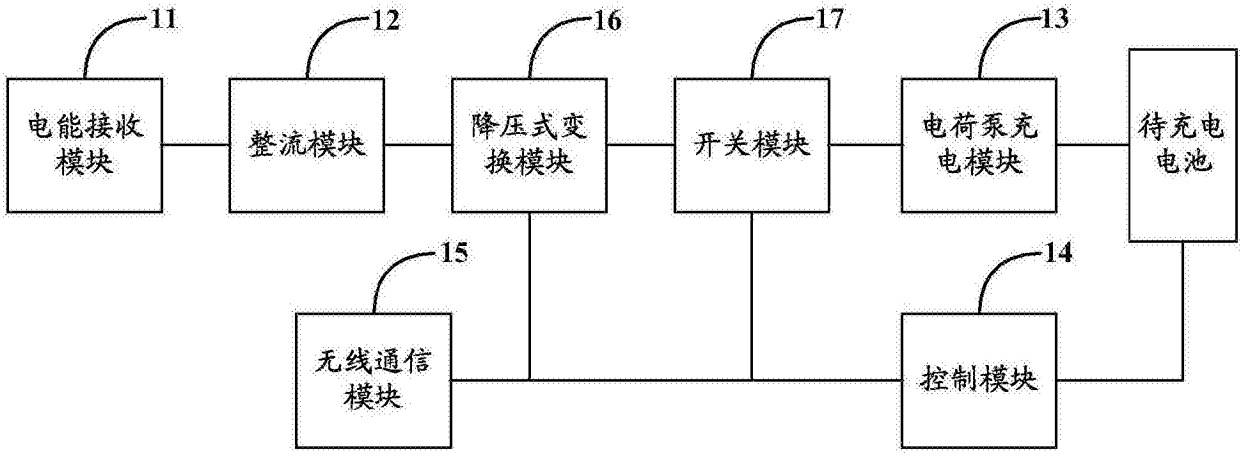

11
12
16
17
13
电能接收模块
整流模块
降压式变换模块
开关模块
电荷泵充电模块
待充电电池
15
14
无线通信模块
控制模块

图9(c)

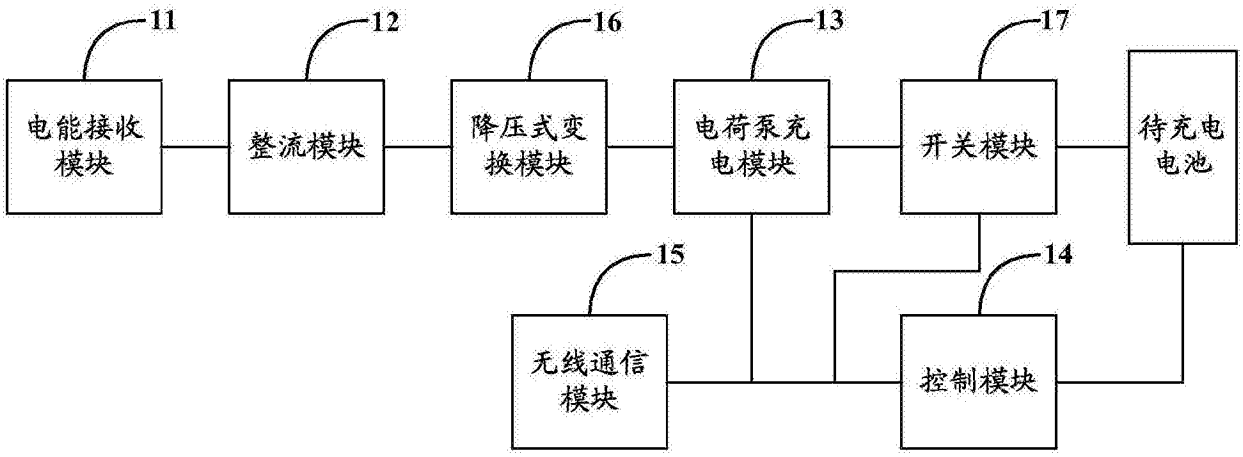

11
12
16
13
17
电能接收模块
整流模块
降压式变换模块
电荷泵充电模块
开关模块
待充电电池
15
14
无线通信模块
控制模块

图9(d)

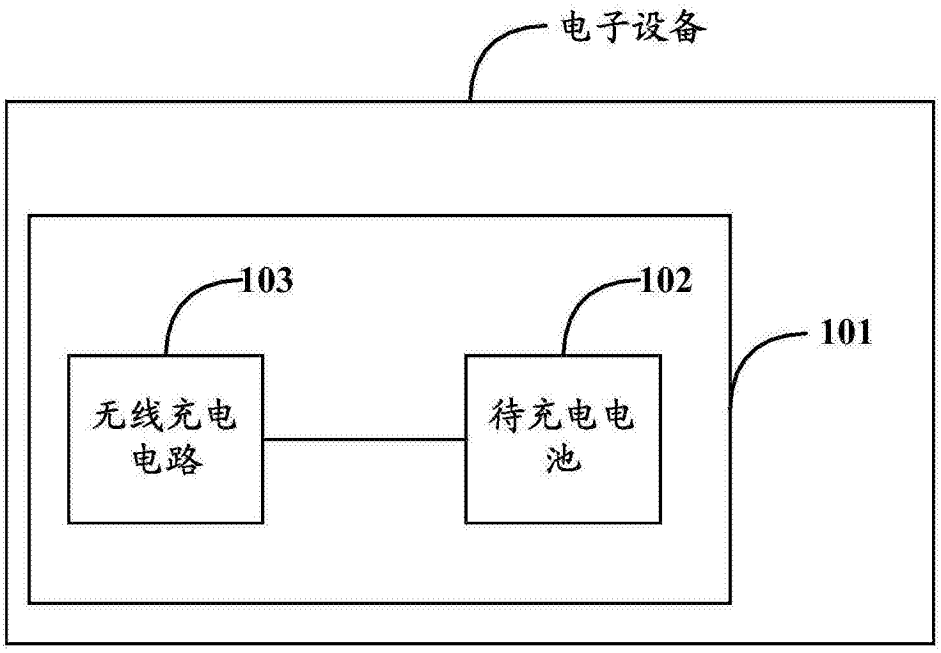

电子设备
103
102
101
无线充电电路
待充电电池

图10

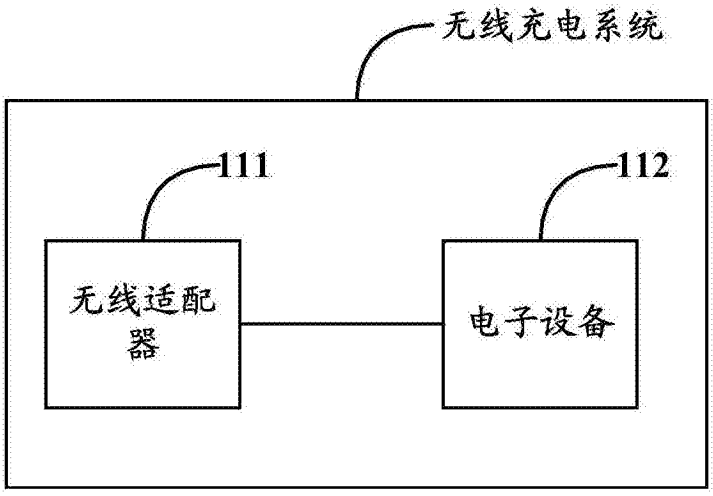

无线充电系统
111
112
无线适配器
电子设备

图11

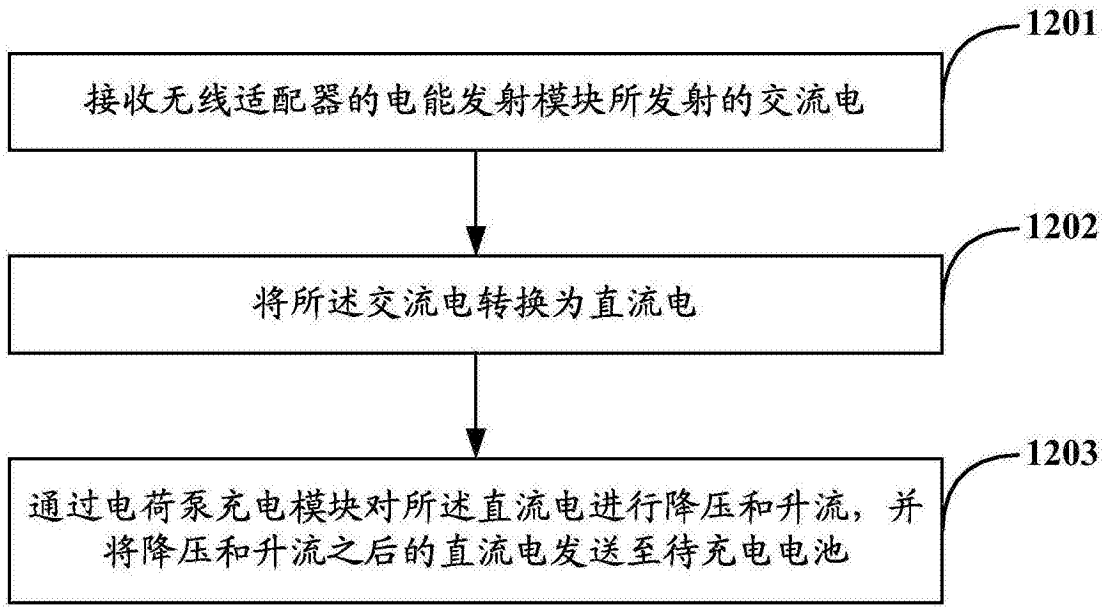

1201
接收无线适配器的电能发射模块所发射的交流电
1202
将所述交流电转换为直流电
1203
通过电荷泵充电模块对所述直流电进行降压和升流，并将降压和升流之后的直流电发送至待充电电池

图12