(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 103299525 A
(43)申请公布日 2013.09.11

(21)申请号 201180064524.1

(22)申请日 2011.12.13

(30)优先权数据
61/423,988 2010.12.16 US
13/250,783 2011.09.30 US

(85)PCT申请进入国家阶段日
2013.07.09

(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2011/064714 2011.12.13

(87)PCT申请的公布数据
WO2012/082784 EN 2012.06.21

(71)申请人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 威廉·H·范诺瓦克
琳达·S·艾里什

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 宋献涛

(51)Int.Cl.
H02M 3/158(2006.01)
H02J 7/02(2006.01)
H02J 5/00(2006.01)

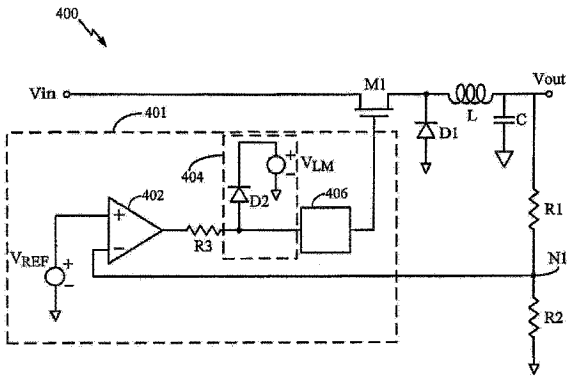
权利要求书4页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

无线电力接收器电路

(57)摘要

示范性实施例是针对无线电力接收器。电力转换装置可包含电力转换器，其经配置以接收输入电压。所述电力转换装置可进一步包含电路，其经配置以限制所述电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以防止所述输入电压下降到低于阈值电压。



CN 103299525 A

1. 一种电力转换装置，其包括：

电力转换器，其经配置以接收输入电压；以及

电路，其经配置以限制所述电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以防止所述输入电压下降到低于阈值电压。

2. 根据权利要求 1 所述的电力转换装置，其中所述电路进一步经配置以限制输出处的电力量以防止所述输入电压下降到低于所述阈值电压。

3. 根据权利要求 1 或 2 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述电路包括：

电阻器，其耦合在用于接收所述输入电压的输入与节点之间；以及

齐纳二极管，其耦合在所述节点与接地电压之间，所述节点耦合到所述电力转换器的输入。

4. 根据权利要求 3 所述的电力转换装置，其中所述电力转换器经配置以在对所述电力转换器的输入处接收可变电流，所述可变电流取决于所述输入电压。

5. 根据权利要求 1 或 2 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述电路包括：

齐纳二极管，其具有耦合到用于接收所述输入电压的输入的第一端；以及

电流镜，其具有耦合到所述齐纳二极管的第二端和接地电压中的每一者的第一晶体管以及耦合到所述电力转换器的经由电阻器的反馈电压和所述接地电压中的每一者的另一晶体管。

6. 根据权利要求 5 所述的电力转换装置，其中通过所述齐纳二极管的电流和通过所述电阻器的电流取决于所述输入电压。

7. 根据权利要求 1 或 2 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述电力转换器包括所述电路。

8. 根据权利要求 7 所述的电力转换装置，其中所述电路包括：

二极管，其具有耦合到误差放大器的输出和脉冲宽度调制产生器的输入的第一端；以及

参考电压，其耦合在所述二极管的第二端与接地电压之间。

9. 根据权利要求 1 或 2 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述电力转换器包括 DC/DC 转换器。

10. 根据权利要求 1 或 2 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述电力转换装置进一步包括经配置以无线地接收电力的接收器电路。

11. 一种电力转换装置，其包括：

电力转换器，其经配置以接收输入电压；以及

电路，其经配置以限制所述电力转换器的输出处的电力量以防止所述输入电压下降到低于阈值。

12. 根据权利要求 11 所述的电力转换装置，其中所述电路包括：

电阻器，其耦合到用于接收所述输入电压的输入；以及

齐纳二极管，其耦合在所述电阻器与接地电压之间，所述电力转换器耦合到所述电阻器与所述齐纳二极管之间的节点且经配置以经由所述节点接收可变电流，所述可变电流取决于所述输入电压。

13. 根据权利要求 11 所述的电力转换装置，其中所述电路包括：

齐纳二极管，其耦合到用于接收所述输入电压的输入；

电流镜，其具有耦合到所述齐纳二极管的一个路径；以及

下拉电阻器，其在所述电流镜的第二路径与所述电力转换器的反馈电压输入之间。

14. 根据权利要求 13 所述的电力转换装置，其中通过所述电流镜的所述第一路径的电流和通过所述电流镜的所述第二路径的电流取决于所述输入电压。

15. 根据权利要求 11 所述的电力转换装置，其中所述电路集成在所述电力转换器内且其中所述电路包括：

二极管，其耦合在误差放大器的输出与脉冲宽度调制产生器的输入之间；以及

参考电压，其耦合在所述二极管与接地电压之间。

16. 根据权利要求 11 所述的电力转换装置，其中所述电力转换装置进一步包括经配置以无线地接收电力的接收器电路。

17. 一种用于电力转换的方法，其包括：

在电力转换器处接收输入电压；以及

限制所述电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以维持所述输入电压高于阈值电压。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其中接收输入电压包括从整流器接收所述输入电压。

19. 根据权利要求 17 所述的方法，其中限制脉冲宽度调制工作循环包括限制提供到所述电力转换器的电流。

20. 根据权利要求 17 所述的方法，其中限制脉冲宽度调制工作循环包括增加所述电力转换器的反馈电压输入处的电压。

21. 根据权利要求 17 所述的方法，其中限制脉冲宽度调制工作循环包括限制传递到脉冲宽度调制产生器的电压。

22. 一种用于电力转换的方法，其包括：

在电力转换器处接收输入电压；以及

减小在所述电力转换器的输出处传递的电力量以防止所述输入电压下降到低于阈值。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其中接收输入电压包括在 DC/DC 转换器处接收从整流器传递的所述输入电压。

24. 根据权利要求 22 所述的方法，其中减小在所述电力转换器的输出处传递的电力量包括限制传递到所述电力转换器的电流。

25. 根据权利要求 22 所述的方法，其中减小在所述电力转换器的输出处传递的电力量包括增加所述电力转换器的反馈电压输入处的电压。

26. 一种电力转换装置，其包括：

用于转换电力的装置，其经配置以接收输入电压；以及

用于调整的装置，其经配置以限制所述用于转换电力的装置的脉冲宽度调制工作循环以维持所述输入电压高于阈值电压。

27. 根据权利要求 26 所述的电力转换装置，其中所述用于调整的装置进一步经配置以限制输出处的电力量以防止所述输入电压下降到低于所述阈值电压。

28. 根据权利要求 26 或 27 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述用于调整的装置包括：

电阻器，其耦合在用于接收所述输入电压的输入与节点之间；以及

齐纳二极管，其耦合在所述节点与接地电压之间，所述节点耦合到所述用于转换电力的装置的输入。

29. 根据权利要求 28 所述的电力转换装置，其中所述用于转换电力的装置经配置以在对所述用于转换电力的装置的输入处接收可变电流，所述可变电流取决于所述输入电压。

30. 根据权利要求 26 或 27 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述用于调整的装置包括：

齐纳二极管，其具有耦合到用于接收所述输入电压的输入的第一端；以及

电流镜，其具有耦合到所述齐纳二极管的第二端和接地电压中的每一者的第一晶体管以及耦合到所述用于转换电力的装置的经由电阻器的反馈电压和所述接地电压中的每一者的另一晶体管。

31. 根据权利要求 30 所述的电力转换装置，其中通过所述齐纳二极管的电流和通过所述电阻器的电流取决于所述输入电压。

32. 根据权利要求 26 或 27 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述用于转换电力的装置包括所述用于调整的装置。

33. 根据权利要求 32 所述的电力转换装置，其中所述用于调整的装置包括：

二极管，其具有耦合到误差放大器的输出和脉冲宽度调制产生器的输入的第一端；以及

参考电压，其耦合在所述二极管的第二端与接地电压之间。

34. 根据权利要求 26 或 27 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述用于转换电力的装置包括 DC/DC 转换器。

35. 根据权利要求 26 或 27 中任一权利要求所述的电力转换装置，其中所述电力转换装置进一步包括经配置以无线地接收电力的接收器电路。

36. 一种电力转换装置，其包括：

用于转换电力的装置，其经配置以接收输入电压；以及

用于调整的装置，其经配置以减小在所述用于转换电力的装置的输出处传递的电力量以防止所述输入电压下降到低于阈值。

37. 根据权利要求 36 所述的电力转换装置，其中所述用于调整的装置包括：

电阻器，其耦合到用于接收所述输入电压的输入；以及

齐纳二极管，其耦合在所述电阻器与接地电压之间，所述用于转换电力的装置耦合到所述电阻器与所述齐纳二极管之间的节点且经配置以经由所述节点接收可变电流，所述可变电流取决于所述输入电压。

38. 根据权利要求 36 所述的电力转换装置，其中所述用于调整的装置包括：

齐纳二极管，其耦合到用于接收所述输入电压的输入；

电流镜，其具有耦合到所述齐纳二极管的一个路径；以及

下拉电阻器，其在所述电流镜的第二路径与所述用于转换电力的装置的反馈电压输入之间。

39. 根据权利要求 38 所述的电力转换装置，其中通过所述电流镜的所述第一路径的电流和通过所述电流镜的所述第二路径的电流取决于所述输入电压。

40. 根据权利要求 36 所述的电力转换装置，其中所述用于调整的装置集成在所述用于转换电力的装置内且其中所述用于调整的装置包括：

二极管，其耦合在误差放大器的输出与脉冲宽度调制产生器的输入之间；以及

参考电压，其耦合在所述二极管与接地电压之间。

41. 根据权利要求 36 所述的电力转换装置，其中所述电力转换装置进一步包括经配置以无线地接收电力的接收器电路。

无线电力接收器电路

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及无线电力。更具体来说，本发明涉及用于限制无线电力接收器内的电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以防止不合意操作的方法和装置。

背景技术

[0002] 正在开发在发射器与待充电装置之间使用空中电力发射的方法。这些方法大体上分为两个类别。一类是基于发射天线与待充电装置上的接收天线之间的平面波辐射（也称为远场辐射）的耦合，所述接收天线收集所辐射的电力且对其进行整流以用于对电池进行充电。天线大体上具有谐振长度，以便改善耦合效率。此方法受到如下事实的影响：电力耦合随着天线之间的距离增加而快速衰落。因此在合理距离（例如，大于 1 到 2 米）上的充电变得困难。另外，由于系统辐射平面波，因此无意中的辐射在未通过滤波来适当控制的情况下可干扰其它系统。

[0003] 其它方法是基于嵌入于例如“充电”垫或表面中的发射天线与嵌入于待充电主机装置中的接收天线加整流电路之间的感应耦合。此方法具有的缺点是发射天线与接收天线之间的间距必须非常近（例如，几毫米）。尽管此方法的确具有对同一区域中的多个装置同时进行充电的能力，但此区域通常较小，因此用户必须将装置定位到特定区域。

[0004] 需要用于增强无线电力发射器与一个或一个以上无线电力接收器之间的电力传送的方法、系统和装置。

发明内容

[0005] 本发明中描述的标的物的一个方面提供一种电力转换装置。所述电力转换装置包含电力转换器，其经配置以接收输入电压。所述电力转换装置进一步包含电路，其经配置以限制所述电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以防止所述输入电压下降到低于阈值电压。

[0006] 本发明中描述的标的物的另一方面提供一种电力转换装置。所述电力转换装置包含电力转换器，其经配置以接收输入电压。所述电力转换装置进一步包含电路，其经配置以限制在所述电力转换器的输出处传递的电力量以防止所述输入电压下降到低于阈值。

[0007] 本发明中描述的标的物的又一方面提供一种用于电力转换的方法。所述方法包含在电力转换器处接收输入电压。所述方法进一步包含限制所述电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以维持所述输入电压高于阈值电压。

[0008] 本发明中描述的标的物的另一方面提供一种用于电力转换的方法。所述方法包含在电力转换器处接收输入电压。所述方法进一步包含减小在所述电力转换器的输出处传递的电力量以防止所述输入电压下降到低于阈值。

[0009] 本发明中描述的标的物的另一方面提供一种电力转换装置。所述电力转换装置包含用于转换电力的装置，其经配置以在电力转换器处接收输入电压。所述电力转换装置进一步包含用于调整的装置，其经配置以限制所述电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以维持所述输入电压高于阈值电压。

附图说明

[0010] 图 1 展示无线电力传送系统的简化框图。

[0011] 图 2 展示无线电力传送系统的简化示意图。

[0012] 图 3 图解说明在根据本发明的示范性实施例中使用的环形天线的示意图。

[0013] 图 4 是根据本发明的示范性实施例的发射器的简化框图。

[0014] 图 5 是根据本发明的示范性实施例的接收器的简化框图。

[0015] 图 6 是图解说明包含 DC/DC 转换器的系统的行为的绘图。

[0016] 图 7 图解说明根据本发明的示范性实施例的接收器电路。

[0017] 图 8 描绘根据本发明的示范性实施例的另一接收器电路。

[0018] 图 9 图解说明根据本发明的另一示范性实施例的又一接收器电路。

[0019] 图 10 是根据本发明的示范性实施例的接收器的一部分的框图。

[0020] 图 11 是图解说明根据本发明的示范性实施例的方法的流程图。

[0021] 图 12 是图解说明根据本发明的示范性实施例的另一方法的流程图。

具体实施方式

[0022] 下文结合附图陈述的详细描述既定作为对本发明的示范性实施例的描述，且既定不表示其中可实践本发明的仅有实施例。在整个本描述中使用的术语“示范性”意味着“充当实例、例子或说明”，且不一定解释为比其它示范性实施例优选或有利。详细描述包含具体细节以用于提供对本发明的示范性实施例的详尽理解。所属领域的技术人员将了解，可在无这些具体细节的情况下实践本发明的示范性实施例。在一些例子中，以框图形式展示众所周知的结构和装置，以免混淆本文呈现的示范性实施例的新颖性。

[0023] 本文使用术语“无线电力”来表示与电场、磁场、电磁场或不使用物理电导体而在发射器与接收器之间发射的其它场相关联的任何形式的能量。下文中，全部这三种场均将一般地称为辐射场，其中应理解纯磁场或纯电场不辐射电力。这些场可耦合到“接收天线”以实现电力传送。

[0024] 图 1 说明根据本发明的各种示范性实施例的无线发射或充电系统 100。将输入电力 102 提供到发射器 104 以用于产生用于提供能量传送的场 106。接收器 108 耦合到场 106，且产生输出电力 110 以用于供耦合到输出电力 110 的装置（未图示）存储或消耗。发射器 104 和接收器 108 分离一距离 112。在一个示范性实施例中，发射器 104 和接收器 108 是根据互谐振关系来配置，且当接收器 108 的谐振频率与发射器 104 的谐振频率非常接近时，在接收器 108 位于场 106 的“近场”中时发射器 104 与接收器 108 之间的发射损失最小。

[0025] 发射器 104 进一步包含用于提供用于能量发射的装置的发射天线 114，且接收器 108 进一步包含用于提供用于能量接收的装置的接收天线 118。发射天线和接收天线是根据将与其相关联的应用和装置来定大小。如所述，通过将发射天线的近场中的能量的较大部分耦合到接收天线而不是在电磁波中将大部分能量传播到远场来进行高效的能量传送。当在此近场中时，可在发射天线 114 与接收天线 118 之间形成耦合模式。在天线 114 和 118 周围可发生此近场耦合的区域在本文称为耦合模式区。

[0026] 图 2 展示无线电力传送系统的简化示意图。发射器 104 包含振荡器 122、功率放

大器 124 以及滤波器与匹配电路 126。所述振荡器经配置以在所要频率下进行产生，例如 468.75KHz、6.78MHz 或 13.56MHz，所述频率可响应于调整信号 123 来调整。振荡器信号可由功率放大器 124 用响应于控制信号 125 的放大量来放大。可包含滤波器与匹配电路 126 以过滤掉谐波或其它不想要的频率，且将发射器 104 的阻抗匹配于发射天线 114。

[0027] 接收器 108 可包含匹配电路 132 以及整流器与切换电路 134 以产生 DC 电力输出，从而对如图 2 所示的电池 136 进行充电或对耦合到接收器的装置（未图示）进行供电。可包含匹配电路 132 以将接收器 108 的阻抗匹配于接收天线 118。接收器 108 和发射器 104 可在单独通信信道 119（例如，蓝牙、紫蜂、蜂窝式等等）上通信。

[0028] 如下文更完整地描述，可初始具有可选择性停用的相关联负载（例如，电池 136）的接收器 108 可经配置以确定由发射器 104 发射且由接收器 108 接收的电力量是否足以用于对电池 136 进行充电。此外，接收器 108 可经配置以在确定所述电力量足够后即刻启用负载（例如，电池 136）。

[0029] 如图 3 中图解说明，在示范性实施例中使用的天线可经配置为“环形”天线 150，其在本文中也可称为“磁性”天线。环形天线可经配置以包含空气芯或例如铁氧体芯等物理芯。空气芯环形天线可较能够容忍外来物理装置放置于所述芯的附近。此外，空气芯环形天线允许将其它组件放置于芯区域内。另外，空气芯环可较容易使得能够将接收天线 118（图 2）放置于发射天线 114（图 2）的平面内，在所述平面中发射天线 114（图 2）的耦合模式区可较为强力。

[0030] 如所述，发射器 104 与接收器 108 之间的高效能量传送在发射器 104 与接收器 108 之间的匹配或近似匹配的谐振期间发生。然而，即使当发射器 104 与接收器 108 之间的谐振不匹配时也可传送能量，但效率可能受影响。通过将来自发射天线的近场的能量耦合到驻留于其中建立此近场的邻域中的接收天线而不是将来自发射天线的能量传播到自由空间中来进行能量传送。

[0031] 环形天线或磁性天线的谐振频率是基于电感和电容。环形天线中的电感通常暗示所述环路产生的电感，而电容通常相加到环形天线的电感而产生所要谐振频率下的谐振结构。作为非限制性实例，电容器 152 和电容器 154 可添加到天线以形成产生谐振信号 156 的谐振电路。因此，对于较大直径的环形天线，引起谐振所需的电容的大小随着环的直径或电感增加而减小。此外，随着环形天线或磁性天线的直径增加，近场的高效能量传送区域增加。当然，其它谐振电路是可能的。作为另一非限制性实例，电容器可并联放置于环形天线的两个端子之间。另外，所属领域的技术人员将认识到，对于发射天线，谐振信号 156 可为对环形天线 150 的输入。

[0032] 图 4 是根据本发明的示范性实施例的发射器 200 的简化框图。发射器 200 包含发射电路 202 和发射天线 204。大体上，发射电路 202 通过提供振荡信号来将 RF 电力提供到发射天线 204，从而导致发射天线 204 周围产生近场能量。应注意，发射器 200 可在任何合适频率下操作。举例来说，发射器 200 可在 13.56MHz ISM 频带下操作。

[0033] 示范性发射电路 202 包含：固定阻抗匹配电路 206，用于将发射电路 202 的阻抗（例如，50 欧姆）匹配于发射天线 204；以及低通滤波器 (LPF)208，其经配置以将谐波发射减少到防止耦合到接收器 108（图 1）的装置的自干扰的水平。其它示范性实施例可包含不同的滤波器拓扑，包含（但不限于）陷波滤波器，所述陷波滤波器使特定频率衰减同时使其

它频率通过且可包含自适应阻抗匹配，所述不同滤波器拓扑可基于可测量的发射量度而变化，例如到天线的输出电力或由功率放大器汲取的 DC 电流。发射电路 202 进一步包含功率放大器 210，其经配置以驱动由振荡器 212 确定的 RF 信号。发射电路可包括离散装置或电路，或者可包括集成组合件。来自发射天线 204 的示范性 RF 电力输出可大约为 2.5 瓦。

[0034] 发射电路 202 进一步包含控制器 214，用于在针对特定接收器的发射相位（或工作循环）期间启用振荡器 212，用于调整振荡器的频率或相位，且用于调整输出电力电平以实施用于通过相邻装置所附接的接收器与相邻装置交互的通信协议。应注意，控制器 214 在本文也可称为处理器 214。如此项技术中众所周知，对振荡器相位和发射路径中的相关电路的调整允许减少带外发射，尤其是当从一个频率转变到另一频率时。

[0035] 发射电路 202 可进一步包含负载感测电路 216，用于检测在由发射天线 204 产生的近场附近存在或不存在作用中的接收器。举例来说，负载感测电路 216 监视流到功率放大器 210 的电流，所述电流受到在由发射天线 204 产生的近场附近存在或不存在作用中的接收器的影响。对功率放大器 210 上的负载改变的检测是由控制器 214 监视以用于确定是否启用振荡器 212 用于发射能量以及与作用中接收器通信。如下文更完整地描述，在功率放大器 210 处测得的电流可用以确定是否一无效装置位于发射器 200 的充电区内。

[0036] 发射天线 204 可用利兹 (Litz) 线实施或实施为天线条，所述天线条的厚度、宽度和金属类型经选择以使电阻性损失保持较低。在常规实施方案中，发射天线 204 可大体上经配置以与例如桌子、垫、灯或其它较不便携的配置等较大结构相关联。因此，发射天线 204 通常可能不需要“匝”来具有实际尺寸。发射天线 204 的示范性实施方案可为“电学上较小”（即，波长的分数），且通过使用电容器来界定谐振频率而经调谐以在较低可用频率下谐振。

[0037] 发射器 200 可搜集和跟踪关于可与发射器 200 相关联的接收器装置的行踪和状态的信息。因此，发射器电路 202 可包含连接到控制器 214（本文中也称为处理器）的存在检测器 280、封闭式检测器 260 或其组合。控制器 214 可响应于来自存在检测器 280 和封闭式检测器 260 的存在信号而调整由放大器 210 递送的电力量。发射器可通过若干电力源接收电力，所述电力源例如用以转换建筑物中存在的常规 AC 电力的 AC/DC 转换器（未图示）、用以将常规 DC 电力源转换为适合于发射器 200 的电压的 DC/DC 转换器（未图示），或直接从常规 DC 电力源（未图示）接收电力。

[0038] 作为非限制性实例，存在检测器 280 可为运动检测器，用以感测插入到发射器的覆盖区域中的待充电装置的初始存在。在检测之后，可接通发射器且可使用由装置接收的 RF 电力来以预定方式双态触发 Rx 装置上的开关，这又导致对发射器的驱动点阻抗的改变。

[0039] 作为另一非限制性实例，存在检测器 280 可为能够例如通过红外检测、运动检测或其它合适手段检测人类的检测器。在一些示范性实施例中，可能存在限制发射天线在特定频率下可发射的电力量的规章。在一些情况下，这些规章有意保护人类免受电磁辐射。然而，可能存在发射天线放置于无人类占用或人类很少占用的区域中的环境，例如车库、工厂地面、商店和类似处。如果这些环境没有人类，那么可准许将发射天线的电力输出增加到高于正常电力限制规章。换句话说，控制器 214 可响应于人类存在而将发射天线 204 的电力输出调整到规章水平或更低，且在人类在距发射天线 204 的电磁场的规章距离之外时将发射天线 204 的电力输出调整到高于规章水平的水平。

[0040] 作为非限制性实例，封闭式检测器 260（本文也可称为封闭式隔间检测器或封闭式空间检测器）可为例如感测开关等装置，用于确定封壳何时处于关闭或打开状态。当发射器处于在封闭状态中的封壳中时，可增加发射器的电力电平。

[0041] 在示范性实施例中，可使用发射器 200 不会不确定地保持接通的方法。在此情况下，发射器 200 可经编程以在用户确定的时间量之后切断。此特征防止发射器 200、尤其是功率放大器 210 在其周边的无线装置被完全充电之后仍长久运行。此情况可能是由于电路未能检测到从中继器或接收线圈发送的装置被完全充电的信号。为了防止发射器 200 在另一装置放置于其周边的情况下自动关闭，可仅在其周边未检测到运动的设定周期之后激活发射器 200 自动切断特征。用户可能够确定不活动时间间隔，且按需要改变所述间隔。作为非限制性实例，所述时间间隔可比对特定类型的无线装置完全充电所需的时间长，假设所述装置初始被完全放电。

[0042] 图 5 是根据本发明的示范性实施例的接收器 300 的简化框图。接收器 300 包含接收电路 302 和接收天线 304。接收器 300 进一步耦合到装置 350 以用于向其提供所接收电力。应注意，将接收器 300 图解说明为在装置 350 外部，但可集成到装置 350 中。通常，能量无线地传播到接收天线 304 且随后通过接收电路 302 耦合到装置 350。

[0043] 接收天线 304 经调谐以在与发射天线 204（图 4）相同的频率下或在指定频率范围内谐振。接收天线 304 可以与发射天线 204 相似地定尺寸，或可基于相关联装置 350 的尺寸而不同地定大小。举例来说，装置 350 可为具有比发射天线 204 的直径或长度小的直径或长度尺寸的便携式电子装置。在此实例中，接收天线 304 可实施为多匝天线，以便减少调谐电容器（未图示）的电容值且增加接收天线的阻抗。举例来说，接收天线 304 可放置于装置 350 的大致圆周周围，以便最大化天线直径且减少接收天线的环形匝（即，绕组）的数目和绕组间电容。

[0044] 接收电路 302 提供与接收天线 304 的阻抗匹配。接收电路 302 包含电力转换电路 306，用于将所接收 RF 能量源转换为供装置 350 使用的充电电力。电力转换电路 306 包含 RF/DC 转换器 308，且也可包含 DC/DC 转换器 310。RF/DC 转换器 308 将在接收天线 304 处接收的 RF 能量信号整流为非交流电力，而 DC/DC 转换器 310 将经整流 RF 能量信号转换为与装置 350 兼容的能量电位（例如，电压）。预期各种 RF/DC 转换器，包含部分和完全整流器、调节器、桥接器、倍增器以及线性和切换转换器。

[0045] 接收电路 302 可进一步包含切换电路 312，用于将接收天线 304 连接到电力转换电路 306 或者用于断开电力转换电路 306。从电力转换电路 306 断开接收天线 304 不仅暂停对装置 350 的充电，而且改变由发射器 200（图 2）“看见”的“负载”。

[0046] 如上文揭示，发射器 200 包含负载感测电路 216，其检测提供到发射器功率放大器 210 的偏置电流的波动。因此，发射器 200 具有用于确定何时接收器存在于发射器的近场中的机制。

[0047] 当多个接收器 300 存在于发射器的近场中时，可能希望对一个或一个以上接收器的加载和卸载进行时间多路复用以使其它接收器能够更有效地耦合到发射器。也可隐匿接收器以便消除到其它附近接收器的耦合或减少附近发射器上的加载。接收器的此“卸载”在本文也称为“隐匿”。此外，由接收器 300 控制且由发射器 200 检测的卸载与加载之间的此切换提供了从接收器 300 到发射器 200 的通信机制，如下文更完整阐释。另外，协议可与所

述切换相关联，所述协议使得能够将消息从接收器 300 发送到发射器 200。举例来说，切换速度可为大约 100 微秒。

[0048] 在示范性实施例中，发射器与接收器之间的通信指代装置感测和充电控制机制，而不是常规的双向通信。换句话说，发射器可使用对所发射信号的开 / 关键控来调整能量是否在近场中可用。接收器将这些能量改变解译为来自发射器的消息。从接收器侧，接收器可使用对接收天线的调谐和解谐来调整正从近场接受多少电力。发射器可检测来自近场的所使用电力的此差异，且将这些改变解译为来自接收器的消息。应注意，可利用对发射电力和负载行为的其它形式的调制。

[0049] 接收电路 302 可进一步包含信令检测器与信标电路 314，用以识别可对应于从发射器到接收器的信息信令的所接收能量波动。此外，信令与信标电路 314 还可用以检测减少的 RF 信号能量（即，信标信号）的发射且将减少的 RF 信号能量整流为标称电力以用于唤醒接收电路 302 内的未被供电或电力耗尽的电路，以便配置接收电路 302 进行无线充电。

[0050] 接收电路 302 进一步包含处理器 316，用于协调本文描述的接收器 300 的过程，所述过程包含对本文描述的切换电路 312 的控制。在包含检测到向装置 350 提供充电电力的外部有线充电源（例如，墙壁 /USB 电力）等其它事件发生后也可即刻进行接收器 300 的隐匿。除了控制接收器的隐匿之外，处理器 316 还可监视信标电路 314 以确定信标状态且提取从发射器发送的消息。处理器 316 还可调整 DC/DC 转换器 310 以得到改善的性能。

[0051] 在 RF 电力传送系统中，当从无线电力发射器向一个或一个以上无线电力接收器传送电力时可存在稳定性问题。尽管从正被充电的装置存在变化的需求，大多数电力传送系统仍尝试维持接收器处的给定输出电压。这可通过切换调节器来实现，所述切换调节器可基于输出电压而增加或减小所传送的电力，因此将输出电压保持在限制内。

[0052] DC/DC 转换器的特性导致负 DC/DC 阻抗。换句话说，当电压增加时，DC/DC 转换器可减小电流以维持输出电压。另外，许多无线电力系统具有驱动 DC/DC 转换器的输入的特性源阻抗。此阻抗可受到若干因素的影响，例如充电垫上的装置数目、从充电垫到接收器的距离以及接收器线圈的大小。

[0053] 当 DC/DC 转换器的负阻抗等于源的正阻抗时可传送最大或近似最大电力。如果负载增加，或源阻抗由于充电器配置的改变（例如，接收器正移动远离发射器垫）而增加，则接收器可遇见快速电压崩溃。在此事件期间，DC/DC 转换器可快速地减少其输入阻抗以尝试维持输出电压，但输入阻抗的持续减少可最终导致电力传送水平减少。换句话说，如果输入阻抗减少超过临界点，则可能发生不需要的准稳态。此状态在下文可称为“暗侧操作”。在暗侧操作中，到 DC/DC 转换器的输入电压显著下降，电力传送大大减少，且所有接收器可经历电力传送性能的降级。

[0054] 参见图 6，将进一步描述暗侧操作。图 6 是图解说明具有驱动 DC/DC 转换器的 15 伏 10 欧姆戴维宁 (Thevenin) 等效源的系统的行为的绘图 350。信号 352 表示 DC/DC 转换器的输出电力，信号 354 表示相关联负载处的电压，且信号 356 表示负载正在汲取的电流。在 DC/DC 转换器感测到负载增加时，所述 DC/DC 转换器可减少其输入阻抗，所述输入阻抗在图 6 中为水平轴线。在负载为 30 欧姆的情况下，输出电力 352 近似为 4.2 瓦且系统稳定。如果负载稍微增加，则 DC/DC 转换器可减少其输入阻抗且因此输出电力 350 可增加。然而，如果负载持续增加，则达到输入阻抗的任何进一步增加都导致输出电力减少的点（例如，

输入阻抗等于10欧姆）。在此点，系统不稳定且负载的任何进一步增加均导致电力的减小。这可能持续直到系统崩溃到低电压、低电力状态（由曲线图的左侧表示）为止。

[0055] 可设计其中没有装置可一直汲取足够电力来接近暗侧操作的系统。这可限制每一装置接收的最大电力，且甚至在低电力使用的时间期间也需要高电力发射。这已被证实为低效的。第二方法涉及使用有源电路来感测负载且在暗侧操作似乎即将来临时增加来自发射器的电力。由于负载可急剧地且很快地改变，因此这需要非常快的检测负载改变且更改电力输出的方法。这在系统级下可为困难的。第三方法涉及严格约束装置数目和耦合模型，使得源阻抗可总是低得足以避免暗侧操作。这可能限制无线产品的应用。举例来说，可能要求所有接收器具有某一大小，且可在给定充电器垫上操作的装置数目可能受限。

[0056] 如本文描述的本发明的各种示范性实施例涉及用于限制且可能防止暗侧操作的装置和方法。举例来说，示范性实施例可包括接收器侧上的有源电路以最小化或防止暗侧操作。应注意，下文描述的示范性实施例可单独实施或以上述系统中的一者来实施以实现高效电力传送。举例来说，本发明的示范性实施例可与负载感测电路组合以改善可靠性。

[0057] 应注意，根据本文描述的各种示范性实施例，接收器可经配置以通过监视电力转换器（例如，DC/DC转换器）的输入电压来检测可能的暗侧操作。此外，如果输入电压下降到低于阈值电压，则可修改电力转换器的操作。修改电力转换器的操作可能减少到达相关联负载的电力，但可避免暗侧操作。更具体来说，根据各种示范性实施例，一旦对电力转换器的输入电压下降到低于某一点，允许从电力转换器（例如，DC/DC电力转换器）的输出汲取的电力量便受到限制。这可增加电力转换器的输入电阻且最小化或防止暗侧操作。

[0058] 此外，各种示范性实施例可包含限制转换器（例如，DC/DC转换器）的脉冲宽度调制工作循环，这又可限制从转换器输出的最大电力。在降压模式DC/DC转换器的情况下，忽略损失，总体传送等式为Vout＝Vin*PWM，其中Vout和Vin分别是输出和输入处的电压，且PWM是从0到100％的脉冲宽度。因此，通过将最大脉冲宽度限制于50％，最小输入电压可保持为经调节输出电压的两倍。举例来说，在5伏输出的情况下，输入电压可不下降到低于10伏。假设5瓦输出（最大5伏1安），这将最小DC/DC输入阻抗限制于20欧姆。

[0059] 应注意，许多DC电力规范可允许在某些条件下减少输出电力，或允许可能间接导致电力需求减少的电压下降。举例来说，USB2.0电力规范允许电压下降到低达4.35伏，同时保持在规范以内。使其输出电压下降到4.35伏的系统可遇见总体电力减小。

[0060] 图7是根据本发明的示范性实施例的接收器电路400的电路图。如图7中图解说明，接收器电路400经配置以接收输入电压Vin和输出电压Vout。接收器电路400包含晶体管M1、二极管D1、电感器L、电容器C以及电阻器R1和R2。此外，接收器电路400包含DC/DC转换器401，包含误差放大器402、工作循环限制器404，以及脉冲宽度调制(PWM)产生器406。仅举例来说，工作循环限制器404可包含耦合到电压源V_{LM}的二极管D2。应注意，电压源V_{LM}可为固定参考电压或可配置的参考电压。而且，误差放大器402的第一输入耦合到参考电压V_{REF}，且第二输入耦合到节点N1处的电压，节点N1在电阻器R1与电阻器R2之间。误差放大器402的输出经由电阻器R3耦合到工作循环限制器404和PWM产生器406中的每一者。此外，PWM产生器406的输出耦合到晶体管M1的栅极。

[0061] 如所属领域的技术人员将了解，如果由误差放大器402产生的误差信号为正的，则PWM产生器406可产生输出信号以使得晶体管M1正导通的时间量能够增加。因此，输出

电压 Vout 可增加。然而，在接收器电路 400 的预期操作期间，工作循环限制器 404 可经配置以限制 PWM 产生器 406 的工作循环，且因此可防止输入电压 Vin 减小到低于某一电压。换句话说，二极管 D2 和电压源 V_{LM} 可经配置以限制可由 PWM 产生器 406 产生的 PWM 工作循环，且因此，误差放大器 402 的最大输出可不上升到高于阈值电压。这可防止 M1 的脉冲宽度且因此 DC/DC 转换器的输出增加。这又可限制到达负载的最大电力，且维持或增加输入阻抗，因此防止 Vin 减小到低于某一电压。

[0062] 仅举例来说，工作循环限制器 404 可经配置以将 PWM 产生器 406 的工作循环限制于 50％，且因此如果在此实例中输出电压 Vout 等于 5 伏，则输入电压 Vin 可不下降到低于 10 伏。应注意，对于图 7 中图解说明的示范性实施例的实施方案，可能需要将工作循环限制器 404 集成到 DC/DC 转换器 401 的相关联集成电路中。

[0063] 图 8 是根据本发明的另一示范性实施例的另一接收器电路 500 的电路图。接收器电路 500 经配置以接收输入电压 Vin 且输出电压 VOUT。类似于接收器电路 400，接收器电路 500 包含晶体管 M1、二极管 D1、电感器 L、电容器 C 以及电阻器 R1 和 R2。接收器电路 500 进一步包含电阻器 R4、齐纳二极管 D3 以及 DC/DC 转换器 502。DC/DC 转换器 502 具有耦合到节点 N2 的第一输入，节点 N2 位于电阻器 R4 与齐纳二极管 D3 之间。DC/DC 转换器 502 的第一输入经配置以接收电压 I_{LIM}，其设定 DC/DC 转换器的最大输出电流。此外，DC/DC 转换器 502 具有经配置以在节点 N3 处接收反馈电压 V_{FB} 的第二输入，节点 N3 位于电阻器 R1 与电阻器 R2 之间。DC/DC 转换器 502 的输出耦合到晶体管 M1 的栅极。

[0064] 如果输入电压 Vin 保持高于齐纳二极管 D3 的传导电压 (V_{LIM})，则接收器电路 500 的输出电流可到达可接受的最大值。此外，如所属领域的技术人员将了解，在输入电压 Vin 减小到低于电压 V_{LIM} 时，齐纳二极管 D3 可停止传导，且 I_{LIM} 下的电压且因此输出电流可减小。因此，在 I_{LIM} 下的电压减小时，DC/DC 转换器 502 的 PWM 工作循环减小。应注意，转换器 500 可在需要大体上稳定的输出电压（即，电压 VOUT）时提供针对暗侧操作的充分解决方案。

[0065] 图 9 是根据本发明的示范性实施例的另一接收器电路 600 的电路图。接收器电路 600 经配置以接收输入电压 Vin 且输出电压 Vo。类似于接收器电路 500，接收器电路 600 包含晶体管 M1、二极管 D1、齐纳二极管 D3、电感器 L、电容器 C1 以及电阻器 R1、R2 和 R4。而且，接收器电路 600 包含电流镜 602，其具有耦合到齐纳二极管 D3 的第一晶体管 M2 以及耦合到电阻器 R5 的第二晶体管 M3。此外，接收器电路 600 包含 DC/DC 转换器 604，其具有经配置以在节点 N4 处接收反馈电压 V_{FB} 的输入以及耦合到晶体管 M1 的栅极的输出。

[0066] 如所属领域的技术人员将了解，在输入电压 Vin 增加到某一电压（即，齐纳电压 V_{LIM}）时，齐纳二极管 D3 可开始传导，通过晶体管 M2 的电流可等于通过晶体管 M3 的电流，且得到可接受的输出电压 Vo。此外，当输入电压 Vin 开始下降到低于齐纳电压 V_{LIM} 时，从电路逐渐移除下拉电阻器（即，电阻器 R5），且因此，在反馈引脚处的电压上升，且因此输出电压 Vo 减小。这往往减小电力，其实现限制 DC/DC 控制器 604 的 PWM 工作循环的目的。应注意，图 9 中图解说明的实施例可与大多数（如果不是全部）DC/DC 转换器兼容，因为大多数（如果不是全部）DC/DC 转换器都具有电压反馈引脚。而且，图 9 中图解说明的电路可控性很好（例如，可设定增益和电压限制），这在某些应用中可为重要的。

[0067] 图 10 是根据本发明的示范性实施例的接收器 704 的一部分的框图。接收器 704

包含耦合到接收器电路 700 的调节器 702，接收器电路 700 可包括上述接收器电路 400、接收器电路 500 或接收器电路 600。接收器电路 700 经配置以接收输入电压 Vin 且传递输出电压 Voutput。根据本发明的各种示范性实施例，接收器电路 700 可经配置以限制其脉冲宽度调制工作循环以防止输入电压 Vin 下降到低于阈值电压。

[0068] 图 11 是图解说明根据一个或一个以上示范性实施例的方法 700 的流程图。方法 700 可包含在电力转换器处接收输入电压（由标号 702 描绘）。此外，方法 700 可包含限制电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以维持输入电压高于阈值电压（由标号 704 描绘）。

[0069] 图 12 是图解说明根据一个或一个以上示范性实施例的另一方法 750 的流程图。方法 750 可包含在电力转换器处接收输入电压（由标号 752 描绘）。此外，方法 750 可包含减小在电力转换器的输出处传递的电力量以防止输入电压下降到低于阈值（由标号 754 描绘）。

[0070] 所属领域的技术人员将了解，可使用多种不同技艺和技术中的任一种来表示信息和信号。举例来说，可通过电压、电流、电磁波、磁场或磁性粒子、光场或光学粒子或者其任何组合来表示整个以上描述中可能参考的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和码片。

[0071] 所属领域的技术人员将进一步了解，结合本文所揭示的示范性实施例描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法步骤可实施为电子硬件、计算机软件或所述两者的组合。为了清楚地说明硬件与软件的这种可交换性，上文已大体上在其功能性方面描述了各种说明性组件、块、模块、电路和步骤。将此类功能性实施为硬件还是软件取决于特定应用和对整个系统施加的设计约束。熟练的技术人员可针对每一特定应用以不同方式实施所描述的功能性，但不应将此类实施方案决策解释为造成与本发明示范性实施例的范围的脱离。

[0072] 结合本文所揭示的示范性实施例描述的各种说明性逻辑块、模块和电路可用经设计以执行本文描述的功能的通用处理器、数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其它可编程逻辑装置、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或其任何组合来实施或执行。通用处理器可以是微处理器，但在替代方案中，所述处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可实施为计算装置的组合，例如 DSP 与微处理器的组合、多个微处理器、结合 DSP 核心的一个或一个以上微处理器或任何其它此类配置。

[0073] 结合本文所揭示的示范性实施例描述的方法或算法的步骤可直接以硬件、以由处理器执行的软件模块或以所述两者的组合来实施。软件模块可驻留在随机存取存储器 (RAM)、快闪存储器、只读存储器 (ROM)、电可编程 ROM(EPROM)、电可擦除可编程 ROM(EEPROM)、寄存器、硬盘、可装卸式盘、CD-ROM 或此项技术中已知的任何其它形式的存储媒体中。示范性存储媒体耦合到处理器，使得处理器可从存储媒体读取信息和向存储媒体写入信息。在替代方案中，存储媒体可与处理器成一体式。处理器和存储媒体可驻留在 ASIC 中。ASIC 可驻留在用户终端中。在替代方案中，处理器和存储媒体可作为离散组件驻留在用户终端中。

[0074] 在一个或一个以上示范性实例中，所描述的功能可以硬件、软件、固件或其任一组合来实施。如果以软件实施，那么功能可作为一个或一个以上指令或代码存储在计算机可读媒体上或经由计算机可读媒体传输。计算机可读媒体包含计算机存储媒体以及包含促进计算机程序从一处传送到另一处的任何媒体的通信媒体。存储媒体可为可由计算机存

取的任何可用媒体。举例来说且并非限制，此类计算机可读媒体可包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储装置、或可用来以指令或数据结构的形式载运或存储所要程序代码且可由计算机存取的任何其它媒体。而且，恰当地将任何连接称作计算机可读媒体。举例来说，如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线 (DSL) 或例如红外线、无线电和微波等无线技术从网站、服务器或其它远程源传输软件，那么同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL 或例如红外线、无线电和微波等无线技术包含在媒体的定义中。如本文中所使用，磁盘及光盘包含压缩光盘 (CD)、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘 (DVD)、软磁盘及蓝光光盘，其中磁盘通常以磁性方式再生数据，而光盘使用激光以光学方式再生数据。上文的组合也应包含在计算机可读媒体的范围内。

[0075] 提供对所揭示示范性实施例的先前描述是为了使得所属领域的技术人员能够制作或使用本发明。所属领域的技术人员将容易了解对这些示范性实施例的各种修改，且在不脱离本发明精神或范围的情况下，本文所界定的一般原理可适用于其它实施例。因此，本发明不希望限于本文展示的示范性实施例，而是应被赋予与本文所揭示的原理和新颖特征一致的最广范围。

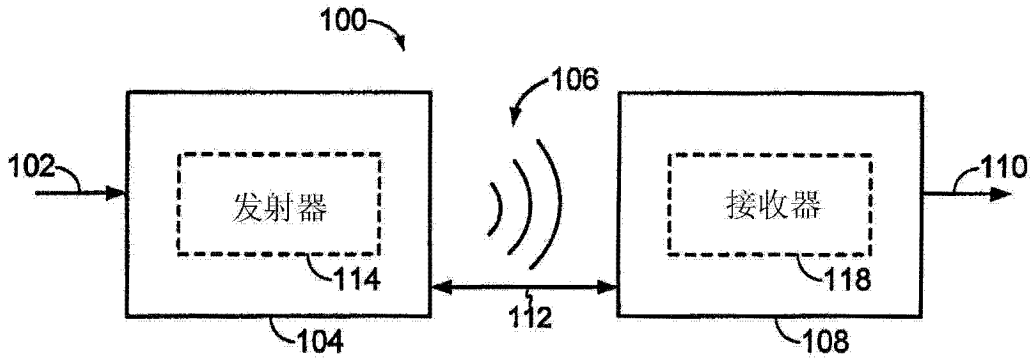

100
106
102
发射器
114
104
112
接收器
118
108
110

图 1

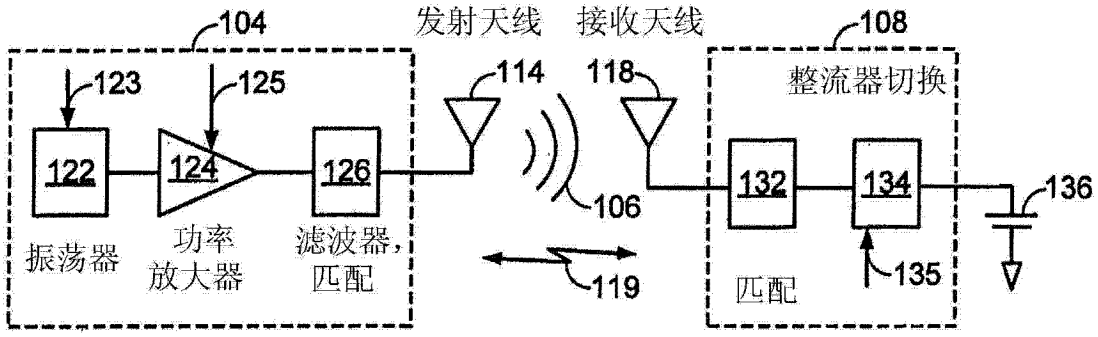

104
发射天线
接收天线
108
123
125
114
118
整流器切换
122
124
126
132
134
136
106
振荡器
功率
放大器
滤波器，
匹配
119
匹配
135

图 2

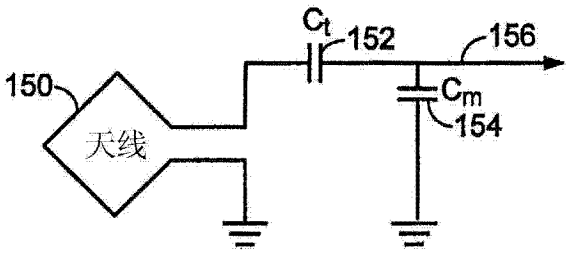

Ct
152
156
150
Cm
154
天线

图 3

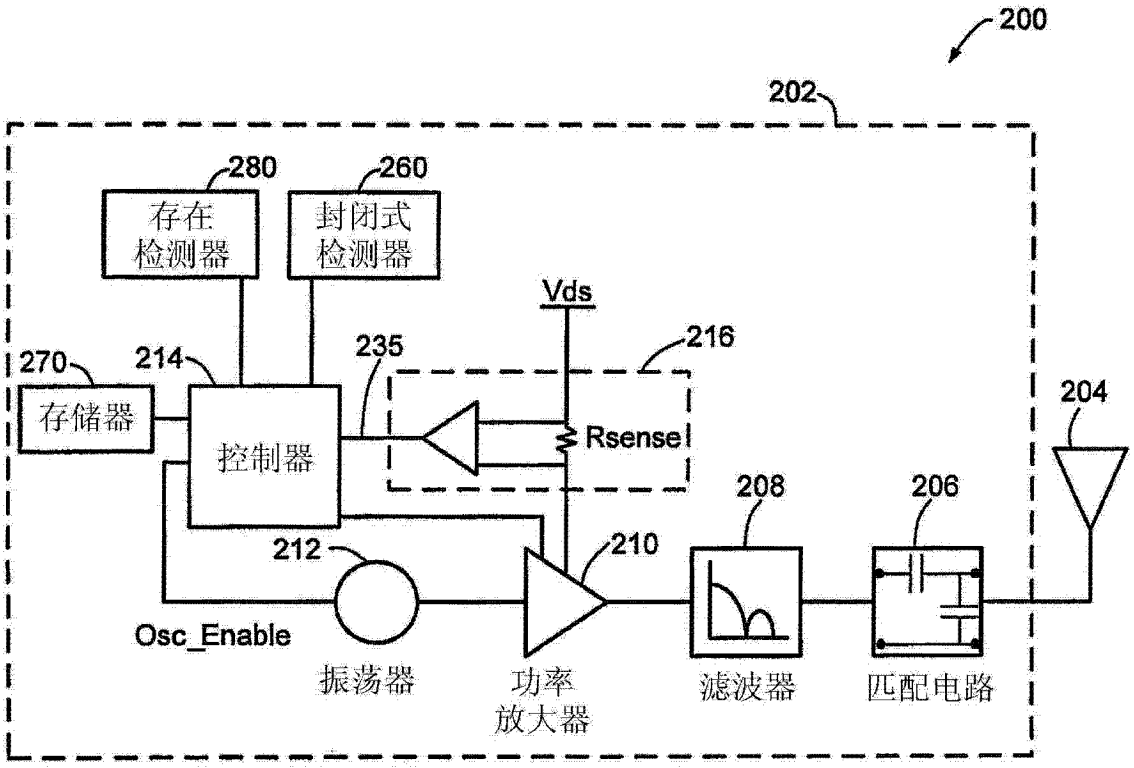

200
202
280
存在检测器
260
封闭式检测器
Vds
216
235
270
存储器
214
控制器
Rsense
204
208
206
212
210
Osc_Enable
振荡器
功率放大器
滤波器
匹配电路

图 4

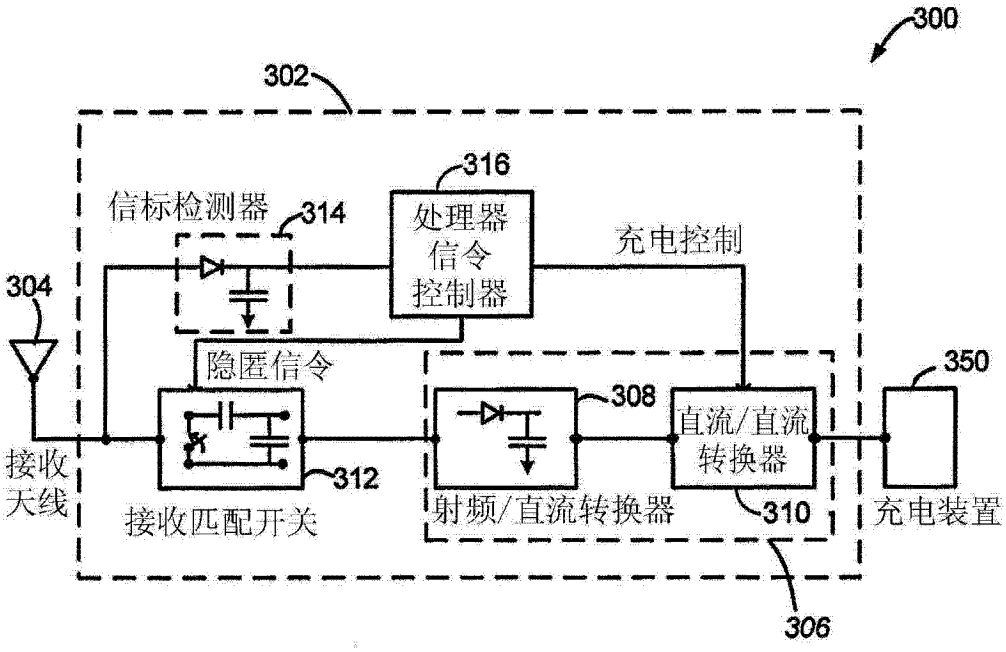

300
302
316
信标检测器
314
处理器信令控制器
充电控制
304
隐匿信令
350
308
直流/直流转换器
接收天线
312
接收匹配开关
射频/直流转换器
310
充电装置
306

图 5

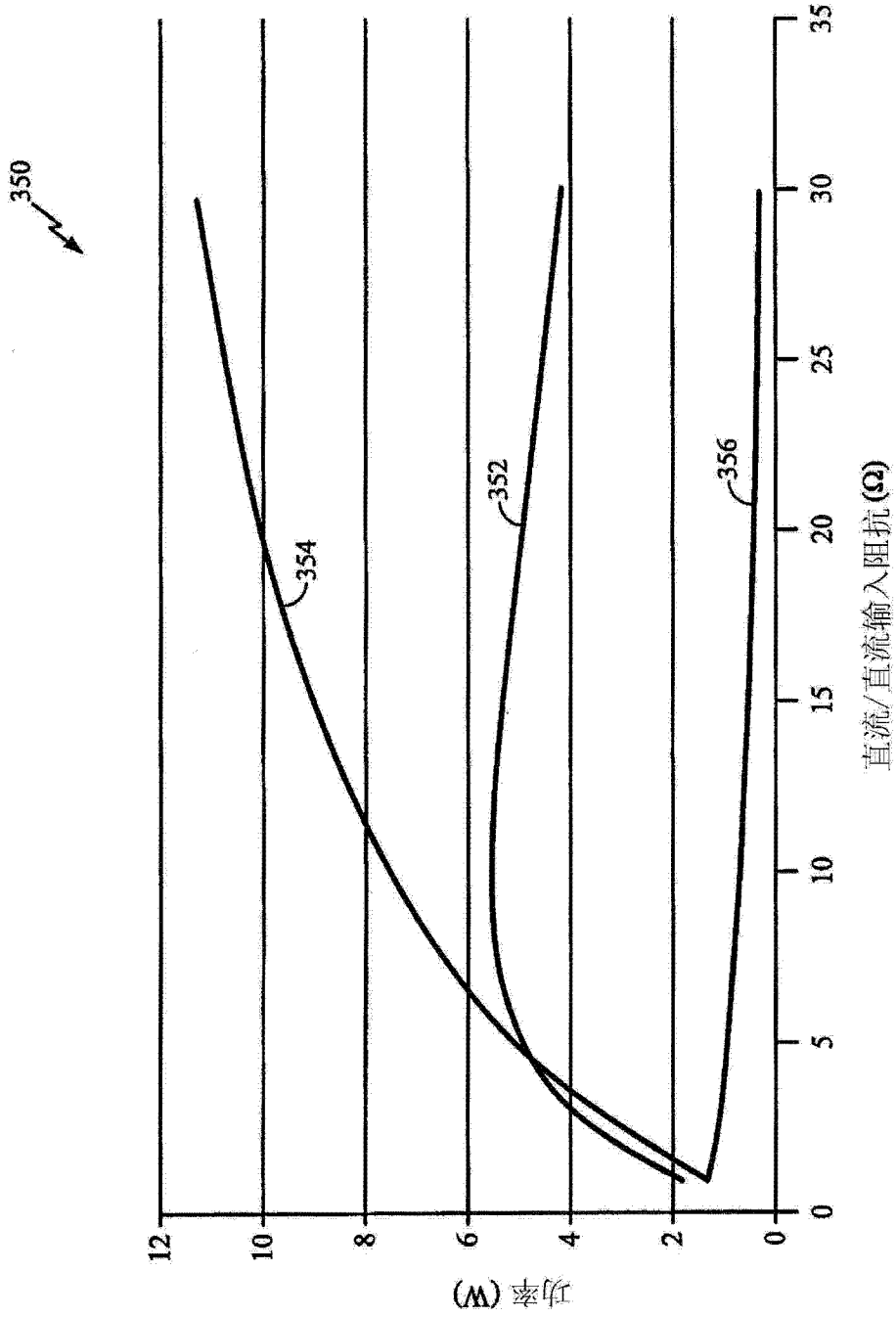


图 6

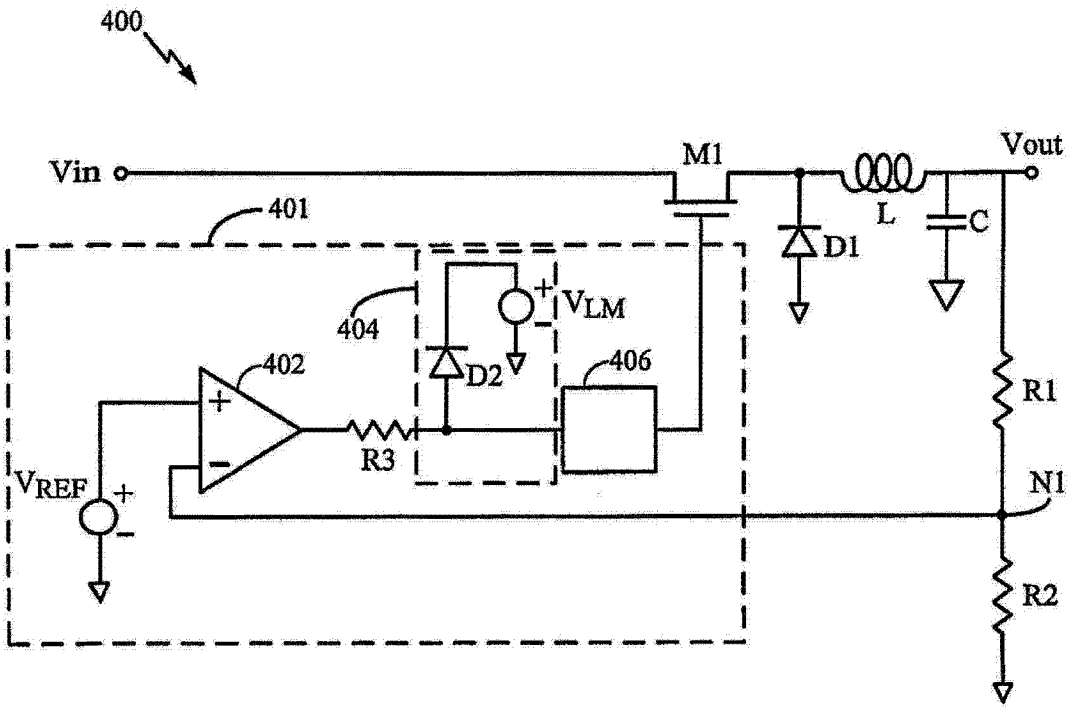

400
Vin
M1
Vout
401
L
C
D1
404
VLM
D2
406
402
R1
R3
VREF
N1
R2

图 7

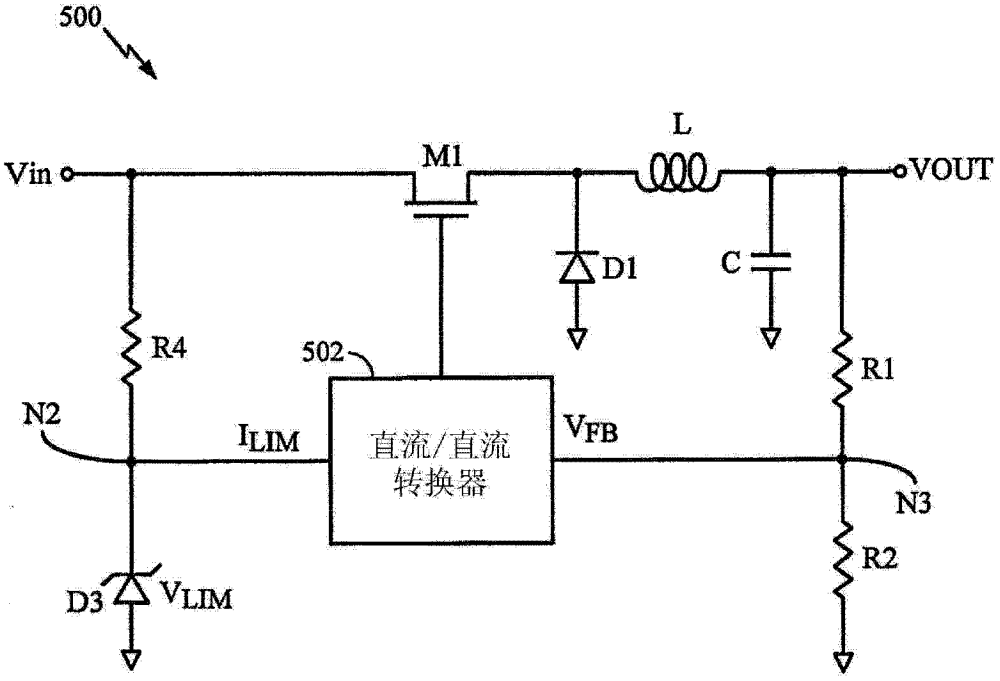

500
L
Vin
M1
VOUT
D1
C
R4
502
R1
N2
ILIM
直流/直流
转换器
VFB
N3
R2
D3
VLIM

图 8

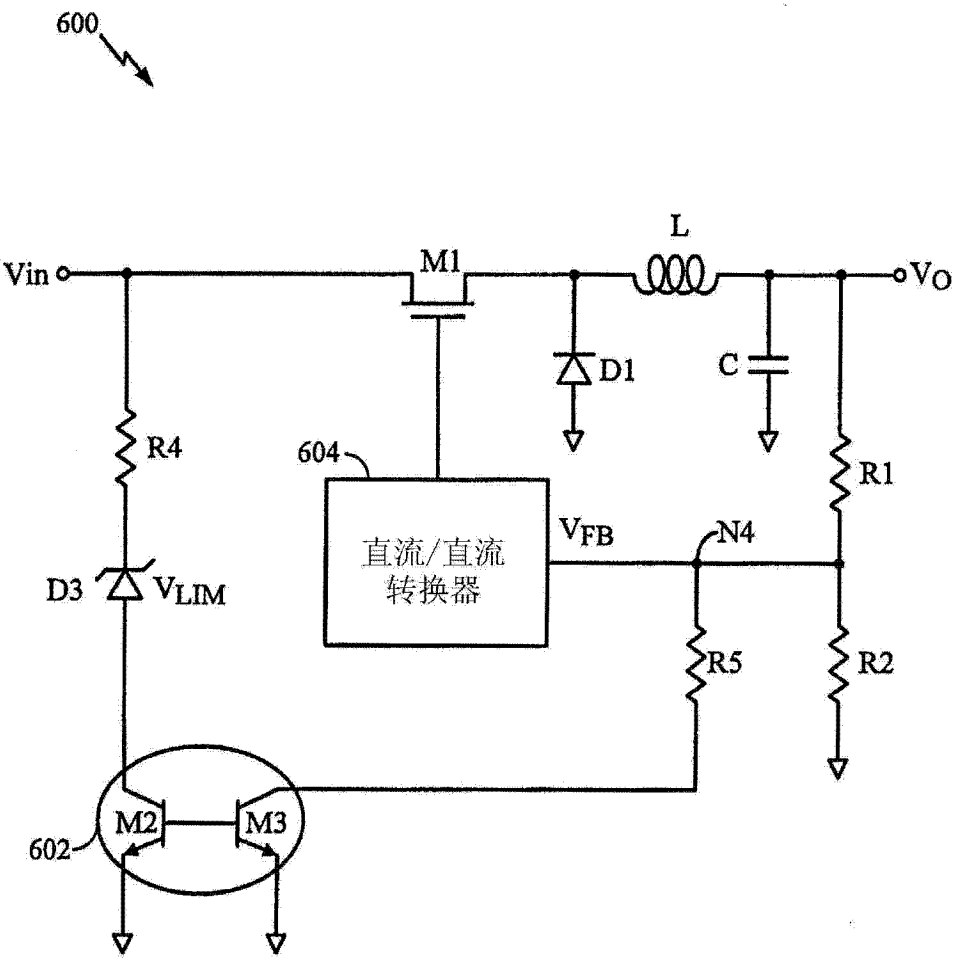

600
Vin
M1
L
VO
D1
C
R4
604
R1
直流/直流
转换器
VFB
N4
D3
VLIM
R5
R2
M2
M3
602

图 9

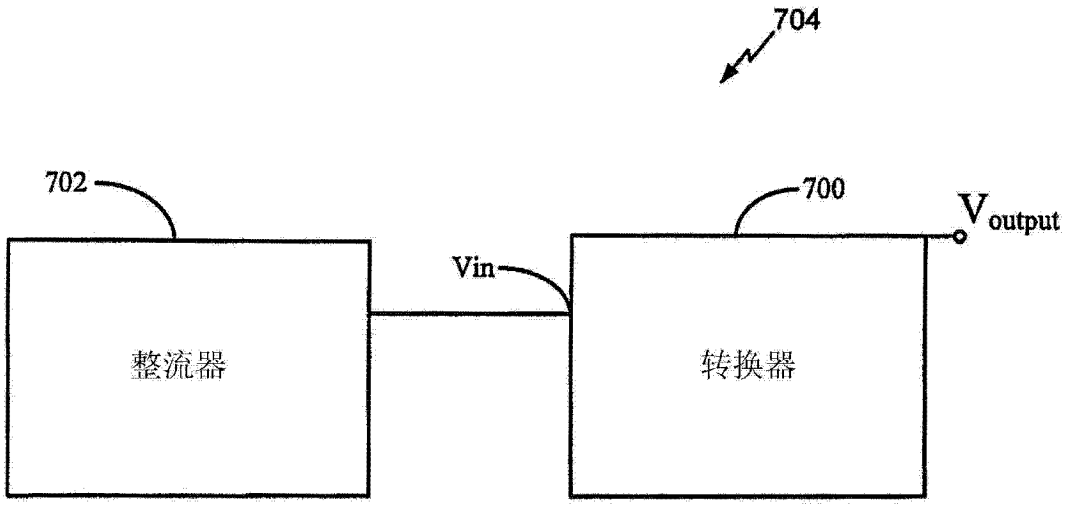

704
702
700
Voutput
Vin
整流器
转换器

图 10

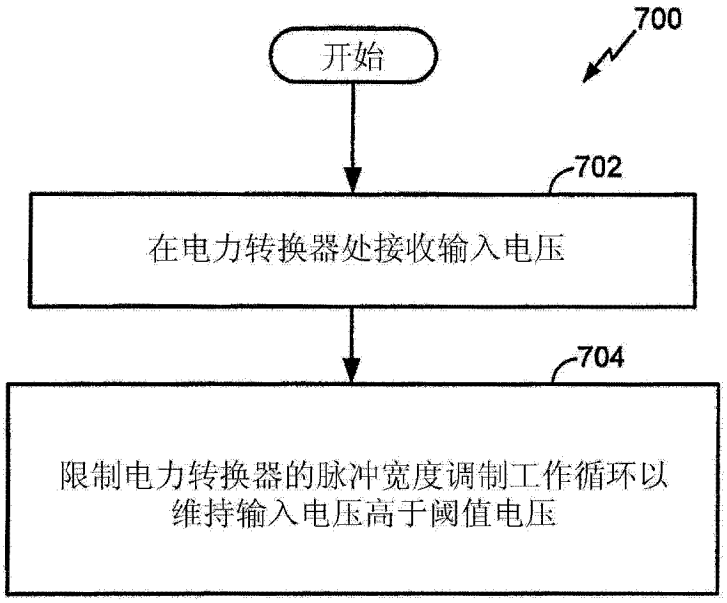

700
开始
702
在电力转换器处接收输入电压
704
限制电力转换器的脉冲宽度调制工作循环以
维持输入电压高于阈值电压

图 11

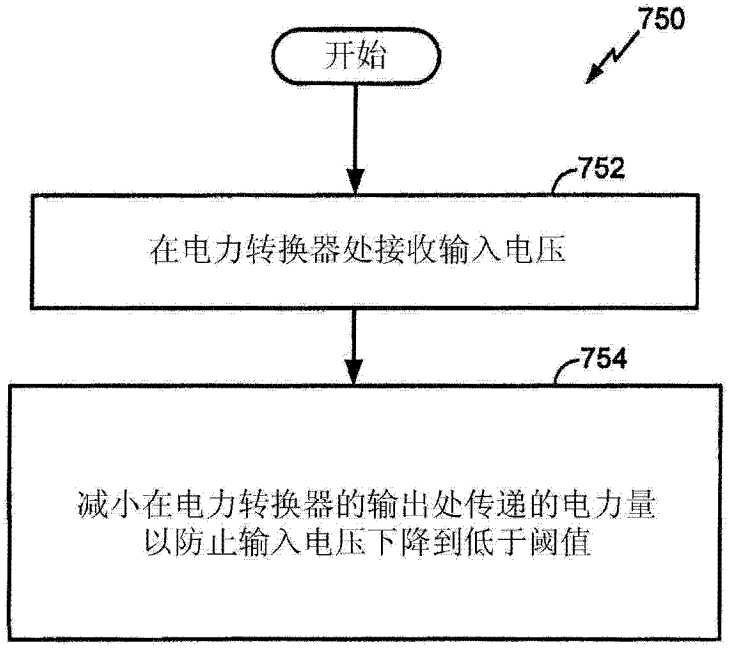

750
开始
752
在电力转换器处接收输入电压
754
减小在电力转换器的输出处传递的电力量
以防止输入电压下降到低于阈值

图 12