



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111801873 A

(43) 申请公布日 2020.10.20

(21) 申请号 201980007498.5

(22) 申请日 2019.01.10

(30) 优先权数据

62/615,710 2018.01.10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.07.06

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/013076 2019.01.10

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2019/140107 EN 2019.07.18

(71) 申请人 谷鲁股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 贝赫鲁兹·阿比里

赛义德·阿里·哈吉米里

弗洛里安·博恩

(74) 专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理有限公司 11444

代理人 刘晔 王刚

(51) Int.Cl.

H02J 50/20 (2006.01)

H02J 50/70 (2006.01)

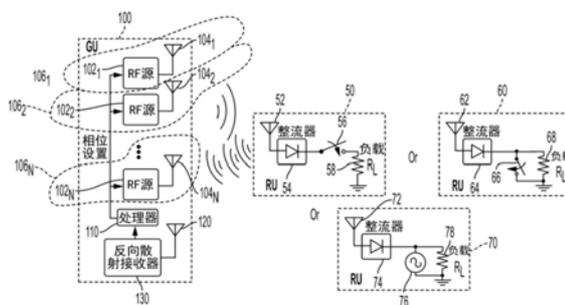
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

用于无线功率传送跟踪的方法和装置

(57) 摘要

一种无线功率生成单元部分地包括:向无线设备发射多个RF信号的多个发射元件;反向散射RF接收器,其被配置为响应于RF信号的发射而从无线设备接收反向散射的RF信号;以及处理器,其适于根据接收的反向散射的信号来改变多个RF信号值的相位。改变相位以使反向散射的信号的强度最大化,该反向散射的信号的强度可以通过改变无线设备处的电阻性负载来调制。调制的反向散射的信号可以被编码以携带信息。调制频率可以表示无线设备的身份。该信息可以定义由无线设备接收的RF功率的量。



1. 一种无线传送功率的方法,所述方法包括:  
从生成单元的多个发射元件向无线设备传送多个RF信号,所述多个RF信号具有第一多个相位值;  
在所述生成单元处接收来自所述无线设备的反向散射的RF信号;和  
根据接收的反向散射的信号的强度,将所述多个RF信号的相位改变为不同于所述第一多个值的第二多个值。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第二多个相位值使所述反向散射的信号的强度最大化。
3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:  
在所述无线设备处调制所述反向散射的RF信号。
4. 根据权利要求3所述的方法,还包括:  
改变所述无线设备处的负载的阻抗以调制所述反向散射的RF信号。
5. 根据权利要求4所述的方法,还包括:  
使所述负载短路到接地端。
6. 根据权利要求4所述的方法,还包括:  
使所述负载处于开路状态。
7. 根据权利要求4所述的方法,还包括:  
对调制后的所述反向散射的RF信号进行编码以携带信息。
8. 根据权利要求4所述的方法,还包括:  
以表示所述无线设备的身份的第一频率来调制所述反向散射的RF信号。
9. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述信息定义由所述无线设备接收的RF功率的量。
10. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述调制是相位调制或幅度调制中的一种。
11. 一种无线功率生成单元,包括:  
多个发射元件,其向无线设备发射具有第一多个相位值的多个RF信号;  
反向散射RF接收器,其被配置为响应于所述多个RF信号的发射而从所述无线设备接收反向散射的RF信号;和  
处理器,其适于根据接收的所述反向散射的信号的强度来将所述多个RF信号的相位改变为与所述第一多个值不同的第二多个值。
12. 根据权利要求11所述的无线功率生成单元,其中,所述第二多个相位值使所述反向散射的信号的强度最大化。
13. 根据权利要求12所述的无线功率生成单元,其中,所述反向散射的信号被调制。
14. 根据权利要求13所述的无线功率生成单元,其中,所述反向散射的信号通过改变所述无线设备处的负载的阻抗而被调制。
15. 根据权利要求14所述的无线功率生成单元,其中,改变所述负载包括使所述负载短路到接地端。
16. 根据权利要求14所述的无线功率生成单元,其中,改变所述负载包括使所述负载处于开路状态。
17. 根据权利要求14所述的无线功率生成单元,其中,所述调制后的所述反向散射的信

号被编码以携带信息。

18. 根据权利要求14所述的无线功率生成单元,其中,所述反向散射的信号以表示所述无线设备的身份的第一频率而被调制。

19. 根据权利要求17所述的无线功率生成单元,其中,所述信息定义由所述无线设备接收的RF功率的量。

20. 根据权利要求13所述的无线功率生成单元,其中,所述调制是相位调制或幅度调制中的一种。

21. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述负载是电阻性负载。

22. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述负载是电容性负载或电感性负载中的一种。

23. 根据权利要求14所述的无线功率生成单元,其中,所述负载是电阻性负载。

24. 根据权利要求14所述的无线功率生成单元,其中,所述负载是电容性负载或电感性负载中的一种。

## 用于无线功率传送跟踪的方法和装置

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请根据35 USC 119(e)要求2018年1月10日提交的申请号为62/615,710的美国申请的权益,其全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及无线功率传送和跟踪。

### 背景技术

[0003] 无线功率传送能够对电子设备进行远程上电或充电。公开号为20140175893的美国专利公开了一种具有可编程相位设置的频率同步RF源阵列,以将能量辐射并传送至目标位置,在该目标位置处具有能量回收单元的设备接收RF功率并将其转换为DC功率。

[0004] 为了将功率传送到期望的位置并在回收单元移动和改变其位置时跟踪回收单元,RF源的相位设置需要动态地变化以保持能量持续聚焦在回收单元上。

[0005] 如在公开号为20120326660的美国专利公开中所公开的一种已知方法是相位共轭,其中回收单元发射导频信号。功率生成单元记录在其每个天线处接收的导频信号的相位,并将共轭相位施加到该RF源。为了实现这一点,回收单元包括信号生成电路,以生成RF导频,其频率必须与生成单元的频率匹配。生成单元类似地要求包括其天线阵列的每个天线的至少一个相干接收器。因此,使用导频信号来生成共轭相位要求功率生成单元以及回收单元中相对较高的复杂性。此外,跟踪RF导频信号的频率消耗大量功率。此外,由于在发射导频信号期间,生成单元没有正在发射功率而是处于监听模式,因此在跟踪期间需要本地能量存储(例如电池)。仍然存在对无线功率传送和跟踪的改进方法的需求。

### 发明内容

[0006] 根据本发明的一个实施例的一种无线传送功率的方法部分地包括:从生成单元的多个发射元件向无线设备传送多个RF信号,在生成单元处接收来自无线设备的反向散射的RF信号,以及根据接收的反向散射信号的强度来改变RF信号的相位。

[0007] 在一个实施例中,改变的相位使反向散射的信号强度最大化。在一个实施例中,该方法还部分地包括:在无线设备处调制反向散射的RF信号。在一个实施例中,该方法还部分地包括改变无线设备处的负载的阻抗以调制反向散射的RF信号。在一个实施例中,该方法还部分地包括使负载短路到接地端。在一个实施例中,该方法还部分地包括使负载处于开路状态。负载可以是电阻性的、电容性的或电感性的。

[0008] 在一个实施例中,该方法还部分地包括对调制的反向散射的RF信号进行编码以携带信息。在一个实施例中,该方法还部分地包括以表示无线设备的身份的第一频率来调制反向散射的RF信号。在一个实施例中,该信息定义了无线设备接收的RF功率的量。在一个实施例中,调制是相位调制或幅度调制中的一种。

[0009] 根据本发明的一个实施例的无线功率生成单元部分地包括:向无线设备发射多个

RF信号的多个发射元件;反向散射RF接收器,其被配置为响应于RF信号的发射而从无线设备接收反向散射的RF信号;以及处理器,其适于根据接收的反向散射的信号来改变多个RF信号值的相位。

[0010] 在一个实施例中,改变的相位使反向散射的信号强度最大化。在一实施例中,反向散射的信号被调制。在一个实施例中,通过改变无线设备上的负载来调制反向散射的信号。在一实施例中,通过使负载短路到接地端来改变负载。在一个实施例中,通过使负载处于开路状态来改变负载。负载可以是电阻性的、电容性的或电感性的。

[0011] 在一个实施例中,调制的反向散射信号被编码以携带信息。在一个实施例中,以表示无线设备的身份的第一频率来调制反向散射的信号。在一个实施例中,该信息定义了无线设备接收的RF功率的量。在一实施例中,调制是相位调制或幅度调制中的一种。

### 附图说明

[0012] 图1示出了根据本发明的一个实施例的接收RF功率的无线设备的多个部件。

[0013] 图2示出了根据本发明的一个实施例的接收RF功率的无线设备的多个部件。

[0014] 图3示出了根据本发明的一个实施例的为多个移动设备无线供电的RF信号生成单元。

[0015] 图4是根据本发明的一个实施例的用于使用反向散射信号来最大化传送到移动设备的RF功率的流程图。

[0016] 图5示出了根据本发明的一个示例性实施例的测量的反向散射信号的频谱。

### 具体实施方式

[0017] 根据本发明的一个实施例,对传送RF功率的生成单元中RF源的相位的动态调整是使用设置在用RF功率充电的移动设备中的低功率、低开销的电路来实现的。这样的电路将表示由移动设备回收的功率的信息发回到功率生成单元,从而允许无电池的跟踪操作。

[0018] 因此,本发明的实施例免除了对模数转换器(ADC)(用于感测接收到的功率)和无线收发器的需要,本来需要模数转换器和无线收发器这两者来将关于从移动设备中获取的回收功率的信息发回到生成单元以使得能够进行动态相位调整。众所周知,ADC、收发器及其相关联的电路消耗额外的功率,因此有必要在移动设备中包括诸如电池之类的能量存储设备,其导致设置在移动设备中的RF功率回收单元的整体性能下降。

[0019] 如果连接到匹配负载的天线以RF波辐射,则捕获的RF能量被天线吸收,从而导致微不足道的来自天线的反向散射信号的量。但是,如果天线负载与天线阻抗不匹配,则一些入射RF波将反向散射。反向散射的信号强度与负载和天线阻抗之间的失配量以及入射RF信号的功率上的量成正比。反向散射信号的相位取决于失配的类型(例如,短路或开路具有与反向散射相位相反的180度)以及相对于天线的失配位置。

[0020] 根据本发明的一个实施例,由移动设备反向散射的信号用于改变RF发射器阵列的各个发射元件的相位,从而使被传送给移动设备充电的RF信号最大化。在一个实施例中,为了区分由目标移动设备反向散射的RF信号与由所有其他的潜在物体反向散射的RF信号,目标移动设备调制其反向散射的RF信号。在一个实施例中,通过调制由布置在目标移动设备中的天线所观察到的负载来实现这种调制。

[0021] 调制天线的负载引起对由天线反向散射的RF信号的幅度和相位的调制。图1示出了根据本发明的一个实施例的通过RF功率充电的无线设备55的多个部件。应当理解,为简单起见,其可以是蜂窝电话或其他无线设备55包括许多未在图1中示出的其他部件。无线设备55被示出为部分地包括天线20、传输线25、开关30和匹配的电阻性负载35。天线20被示出为接收沿方向10入射的RF信号。开关30被配置为周期性地闭合和断开。当开关30闭合时,天线30接收负载35的电阻。当开关30断开时,天线30接收通过断开开关而形成的开路的较大电阻性负载。通过响应于周期性信号而闭合断开的开关30,由天线反向散射的RF信号的幅度和相位(显示为沿方向12辐射)由此被调制。

[0022] 图2示出了根据本发明的另一实施例的通过RF功率充电的无线设备75的多个部件。天线20被示出为接收沿方向10入射的RF信号。使开关30以周期性的方式闭合和断开。当开关30断开时,天线20接收电阻性负载35的电阻。当开关30闭合时,节点A接地短路。通过响应于周期性信号而闭合断开的开关30,由天线反向散射的RF信号的幅度和相位(显示为沿方向12辐射)由此被调制。

[0023] 应当理解,可以改变天线所见的电阻性负载的任何其他电路都可以用于调制反向散射信号。在一些实施例中,设置在目标移动设备中的编码器可以用于使用诸如设备标识号之类的消息来对由负载35调制的信号进行编码。调制负载所需的功率相对较小。

[0024] 反向散射功率的量取决于负载失配的量以及入射RF信号的功率。天线接收的RF信号越强,反向散射信号就越强。根据本发明的一个实施例,调节向目标移动设备传送RF功率的生成单元的发射元件的相位,以使得由目标移动设备反向散射并由生成单元接收的RF信号最大化。因此,根据本发明的一方面,通过在生成单元处测量反向散射的RF信号的强度并相应地改变其发射元件的相位,反向散射的信号强度被最大化并且因此传送给目标移动设备的RF功率被最大化。

[0025] 图3示出了根据本发明的一个实施例的为多个移动设备50、60和70无线供电的RF信号生成单元100。RF信号生成单元100被示出为包括RF信号发射元件 $106_1$ 、 $106_2$ ... $106_N$ 的阵列N,其中N是大于1的整数。每个发射元件被示出为部分地包括RF信号源 $102_i$ 和天线 $104_i$ ,该RF信号源 $102_i$ 的相位可以由处理器/控制器110改变。例如,发射元件 $106_1$ 被示为部分地包括RF源 $102_1$ 和天线 $104_1$ 。类似地,发射元件 $106_N$ 被示出为部分地包括RF源 $102_N$ 和天线 $104_N$ 。由每个RF源 $102_i$ (其中i是从1到N的整数)生成的RF信号的相位可以在由RF源的相关联的天线 $104_i$ 发射RF信号之前由处理器/控制器110改变。

[0026] 生成单元100还被示为包括:接收天线120,其接收由移动设备反向散射的RF信号;以及反向散射接收器130,其还确定由天线120接收的反向散射的RF信号的强烈度或强度。

[0027] 每个移动设备(例如智能电话等)(在本文中可选地称为回收单元)被示出为部分地包括天线、整流器、负载调制电路。例如,移动设备50被示出为部分地包括天线52、适于将RF信号转换为基本为DC信号的整流器54以及包括如以上参考图1所述的那样操作的电阻性负载58和开关56的负载调制电路。类似地,移动设备60被示为部分地包括天线62、适于将RF信号转换为基本为DC信号的整流器64,以及包括如上参考图2所述的那样操作的电阻性负载68和开关66的负载调制电路。应该理解,为简单起见,每个移动设备包括许多未在图3中示出的其他部件。

[0028] 如上所述,由移动设备从生成单元100接收的RF信号的一部分被移动设备反向散

射。还如上所述,每个移动设备都配置为调制其整流器(或天线)的输出负载,以调制连接到其关联的天线的电阻(阻抗),从而调制该移动设备反向散射的RF信号。例如,移动设备50或60通过断开和闭合它们相应的开关56、66来调制它们反向散射的RF信号,开关56、66分别改变由它们相应的整流器54、64所见的阻抗。调制负载阻抗将改变整流器的输出上的电压和电流(例如,开路负载将导致零电流和最大电压,而短路负载将导致零电压和最大电流)。交流源、例如移动设备70中所示的交流源76也调制整流器输出的电压(和电流),从而有效地改变负载阻抗。如所示的,由于移动设备50、60和70使用的调制方案不同,因此,每个移动设备反向散射的信号具有唯一的签名,生成单元100使用该唯一的签名来从其他移动设备中标识该移动设备。

[0029] 由移动设备反向散射的信号由生成单元100的天线120接收。生成单元100的反向散射接收器130和/或处理器110确定接收的反向散射信号的强度和签名,以唯一地标识从其接收反向散射信号的移动设备。此后,在一个实施例中,处理器110改变天线104<sub>1</sub>-104<sub>N</sub>发射的RF信号的相位,直到从如此标识的目标移动设备接收的反向散射信号的强度达到近乎最大值。当达到例如最大值时,RF源106<sub>1</sub>-106<sub>N</sub>的相位被认为已经被设置为最佳值。

[0030] 应当理解,整流器/天线负载的调制不限于连接或断开负载,并且负载调制可以通过任何其他当前已知或未来的技术来实现。

[0031] 当使用单频开关调制时,生成单元可以通过调制的频率来标识移动设备所使用的调制签名或方案。替代地,移动设备可以经由调制的反向散射RF信号发送唯一密钥,该唯一密钥随后被生成单元100的反向散射接收器130解码以唯一地标识该移动设备。应当理解,各种开关和解调方案可以用作标识:(i) 各种设备;和/或(ii) 布置在给定设备内的各种天线等的一种方式,特别是例如在使用分时复用来为多个移动设备供电时。

[0032] 图4是根据本发明的实施例的用于使用反向散射信号来跟踪移动设备的位置并使传送到移动设备的RF功率最大化的流程图。在202处开始之后,设置在诸如图3所示的RF源102<sub>i</sub>之类的发射元件中的放大器在204处被打开,以使得从生成单元的多个天线发射多个RF信号。接下来,激活布置在生成单元中的解调器(和/或任何解码器),以解调(和/或解码)目标移动设备反向散射的信号。接下来,在208处,对由生成单元接收的反向散射的信号进行解调(和/或解码),并随后对其进行测量以确定其强度。此后,在210处,使用优化算法,改变每个发射元件及其相关联的天线发射的RF信号的相位和/或幅度,以使生成单元接收的反向散射信号达到最大值。

[0033] 为了证明调制移动设备中的整流器/天线的负载引起由移动设备反向散射的信号中的调制,在一个实验中,整流器的DC输出以40MHz的速率与地面连接和与地面断开。通过模仿以9.9GHz运行的生成单元(例如,图3中所示的生成单元100)的发射器,移动设备以单频音调进行辐射。图5示出了测量的反向散射的(反射的)信号的频谱。从图5可以看出,反向散射的信号包含以从辐射的9.9GHz的音调偏移±40MHz的清晰可辨的音调(即以9.86GHz和9.94GHz)。仅在调制整流器的负载时才会出现这两个音调。这两个音调还表示由移动设备反向散射并随后在生成单元处接收的功率量。因此,通过使用反向散射的信号,本发明的实施例(i)消除了对从移动设备到生成单元的单独的通信信道的需要,原本需要该单独的通信信道来建立用于优化和跟踪的反馈链路,并且(ii)进一步减少了对相对复杂且高耗电的电路的需要,移动设备原本在能量有限的地方需要该电路。

[0034] 在一个实施例中,可以使用查找表来初始设置生成单元的各个发射元件的相位/幅度。有多种方法可以在生成单元的不同相位/幅度设置下得到由移动设备接收的功率的准确读数。在一个示例性实施例中,可以通过从发射元件的已知相位设置(例如,发射的随机相位设置)开始来获取这种信息以生成定义明确的能量方向图,从而更准确地评估由移动设备接收的功率电平。使用随机相位组合会产生相对较宽的辐射方向图,但是由于功率是分散的而不是集中的,因此移动设备接收到相对少量的功率。这项技术使整个RF发射/接收系统对方向变化和其他环境变化不敏感,因此使其更加稳健。

[0035] 在另一个实施例中,一组(部分地)预编程的聚焦波束最初被用于向移动设备发送功率,该功率可以被用于给例如移动设备的调制电路供电。最初向移动设备发射相对较大的功率可以是有利的,因为其会得到较大的反向散射功率,从而使其更易于检测。同样,更大的功率使移动设备能够回收一些辐射信号,以为负载调制电路供电,从而消除了设备携带其自己的能量存储器的需求。为了最初发送更多功率,能量波束需要部分聚焦在设备上。由于设备的位置最初是未知的,因此可以首先测试一组焦点以检测设备。一旦移动设备开始接收功率,移动设备就启动反向散射电路以发射反向散射信号。

[0036] 如上所述,关于由移动设备接收的功率的信息隐含地存在于由移动设备反向散射并由生成单元接收的信号的幅度中。在一个实施例中,使调制的反向散射信号包含关于由移动设备明确接收的功率的信息。这样的信息可以被包括在应用于反向散射的信号的任何调制方案中,诸如频率调制、相位调制以及ASK、PSK等。在这样的实施例中,移动设备的身份以及移动设备试图向生成单元传输的任何其他信息可以利用数据,该数据表示移动设备使用相同调制方案或不同调制方案(其不干扰所报告的数据)来从生成单元接收并回报告给生成单元的功率量。

[0037] 本发明的上述实施例是示例性的而非限制性的。本发明的实施例不受可以无线充电的设备的类型的限制。本发明的实施例不受调制、编码等的类型的限制。在本公开的基础上,其他增加、减少或修改是显而易见的,并且旨在落入所附权利要求的范围内。

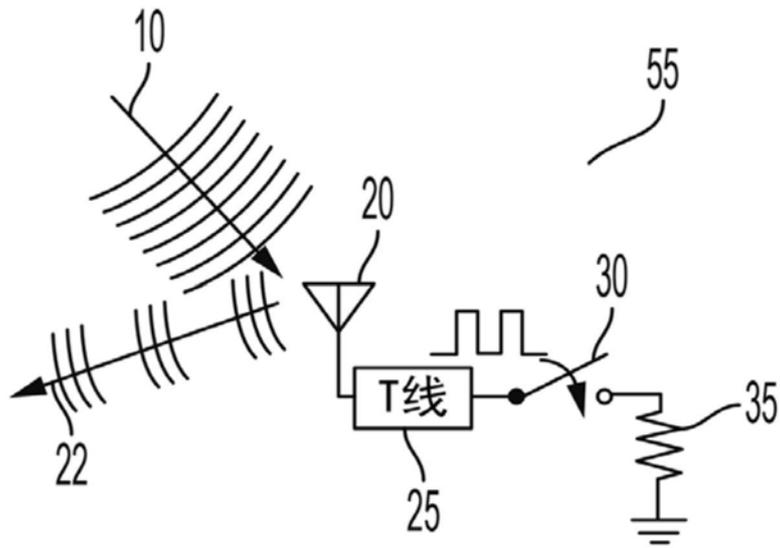


图1

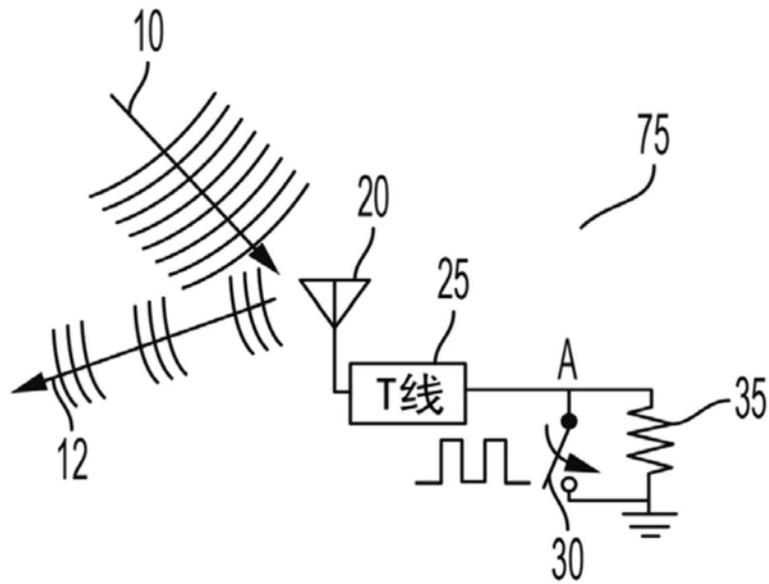


图2

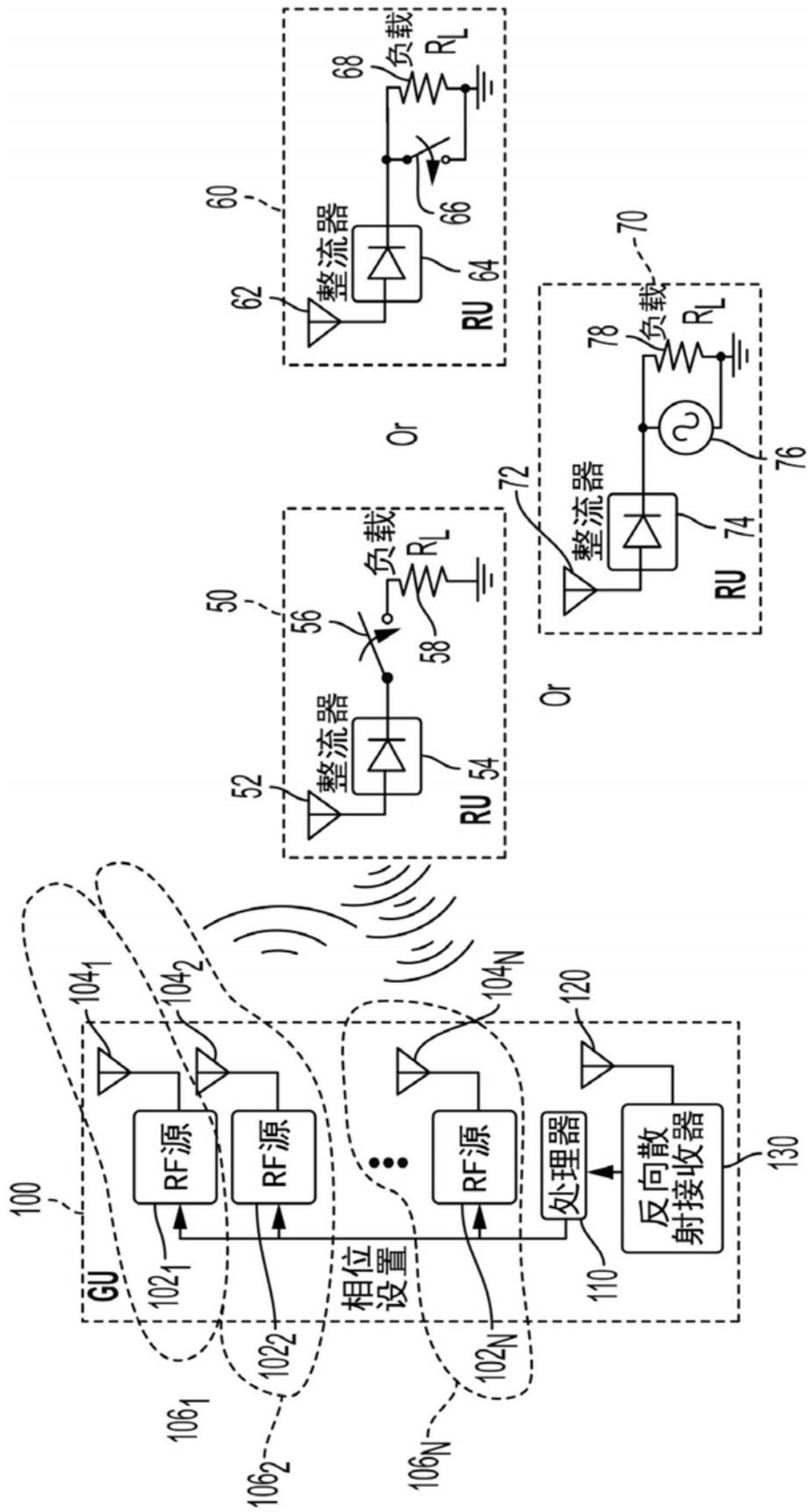


图3

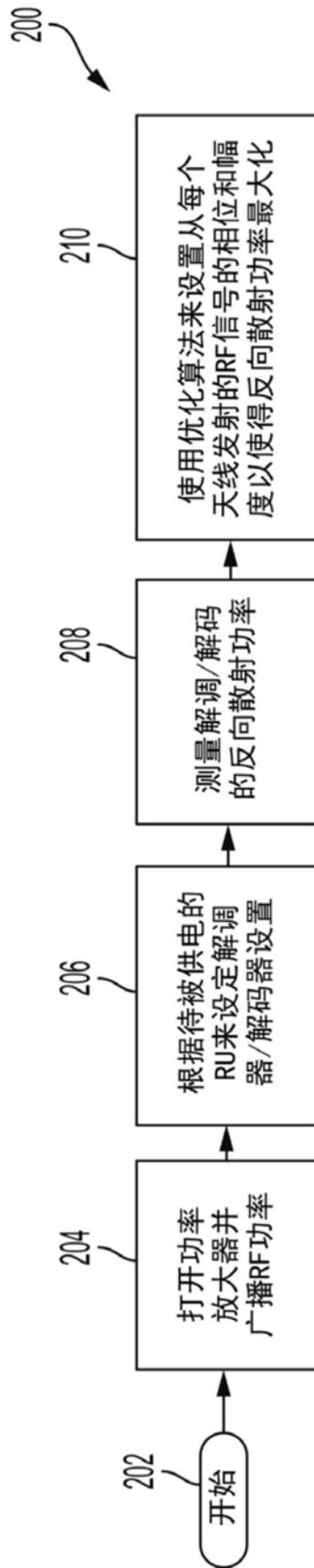


图4

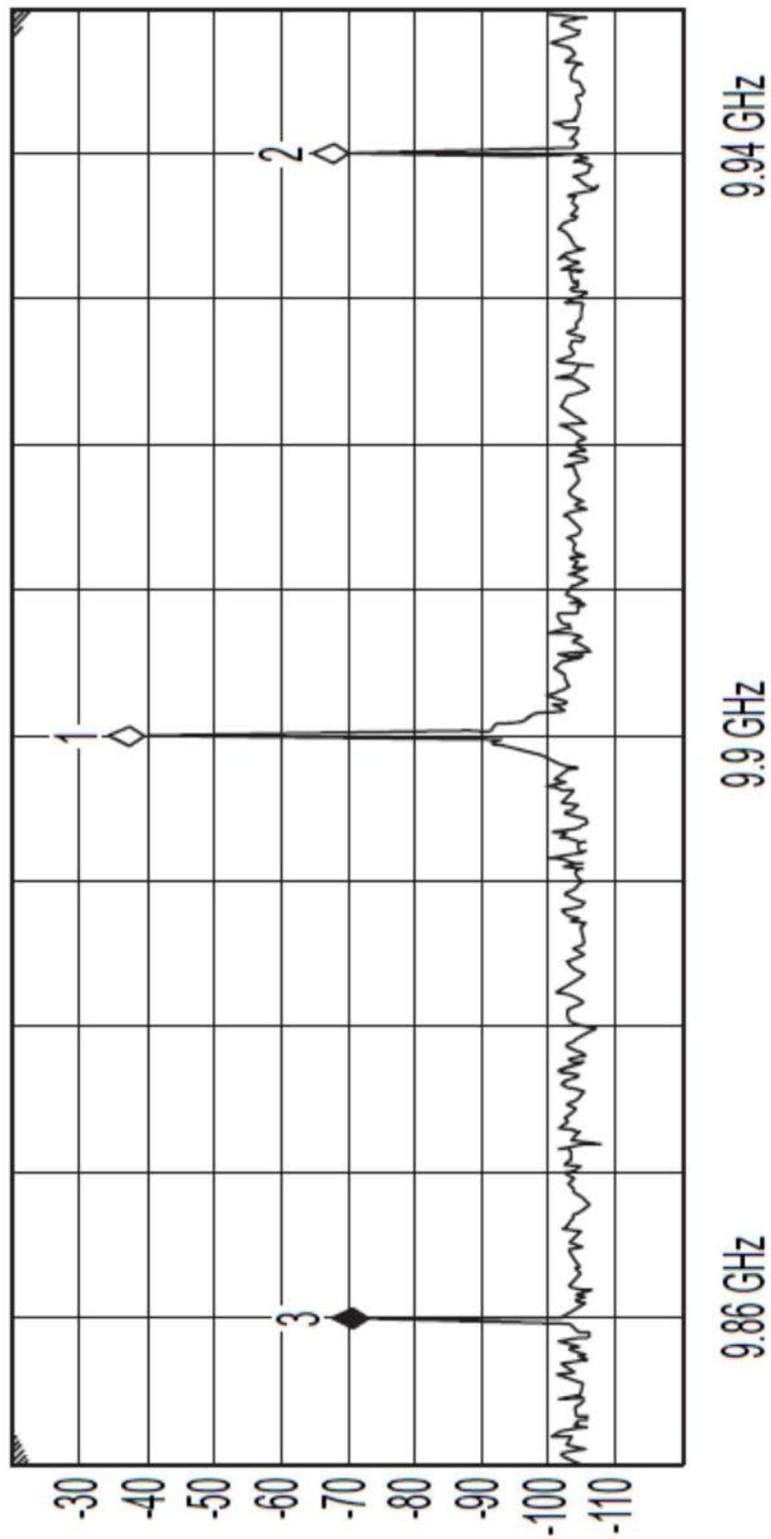


图5