



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109086852 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 02

(21) 申请号 201810612605.4

(22) 申请日 2018.06.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109086852 A

(43) 申请公布日 2018.12.25

(30) 优先权数据
15/622839 2017.06.14 US

(73) 专利权人 英特美克公司
地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 P.尼基丁 S.J.凯莉 R.马丁内斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 周学斌 蒋骏

(51) Int.Cl.

G06K 19/07(2006.01)

(56) 对比文件

US 2013241779 A1, 2013.09.19

US 2009309706 A1, 2009.12.17

KR 20080040914 A, 2008.05.09

CN 105765783 A, 2016.07.13

US 2012166741 A1, 2012.06.28

US 7232069 B1, 2007.06.19

US 2011084814 A1, 2011.04.14

US 2012083205 A1, 2012.04.05

US 2009094410 A1, 2009.04.09

审查员 王金铭

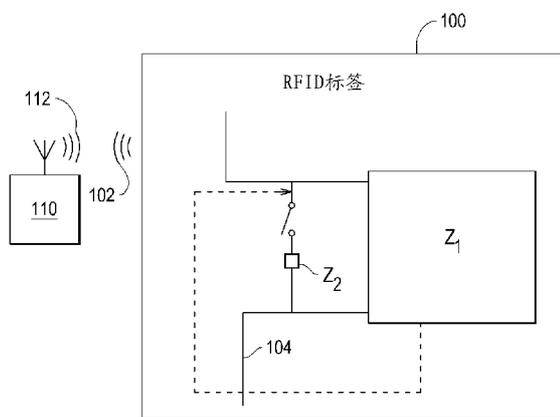
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

增加RFID标签灵敏度的方法

(57) 摘要

本发明涉及增加RFID标签灵敏度的方法。一种具有改善的灵敏度的射频识别(RFID)标签,其包括:天线,其接收来自RFID读取器的射频(RF)信号和无线功率。RFID标签进一步包括:电路,其改变天线的反射系数来向读取器传输被反射的信号,该被反射的信号具有当反射RF信号的相对高的量时的高反射比时段以及当反射RF信号的相对低的量时的低反射比时段。天线的反射比在高反射比时段期间是足够低的,以使得能够在高反射比时段期间进行无线功率接收。



1. 一种射频识别RFID标签,其包括:

主天线,其接收来自RFID读取器的射频RF信号并且无线地采集来自所述RF信号的功率;以及

电路,其被配置成改变所述主天线的反射系数来将被反射的信号传输到所述RFID读取器,所述被反射的信号具有当所述RF信号被所述主天线反射的量大于预定量时的高反射比时段以及当所述RF信号被所述主天线反射的量低于所述预定量时的低反射比时段,

其中,在所述高反射比时段期间,所述主天线的反射比被减小到预定义的量以下而不使所述主天线短路,以使得所述主天线能够在将所述被反射的信号传输到所述RFID读取器的同时进行持续无线功率采集,其中,在所述高反射比时段期间,所述主天线的反射比基于所述主天线的共振频率上的改变而被减少,

其中所述电路增加所述低反射比时段的占空比并且减少所述高反射比时段的占空比以增加无线功率传输的时间段。

2. 根据权利要求1所述的RFID标签,其中所述预定量是0到0.5的反射系数值。

3. 根据权利要求1所述的RFID标签,其中所述电路将所述低反射比时段的占空比增加到大于50%。

4. 根据权利要求1所述的RFID标签,其中所述电路是专用集成电路ASIC。

5. 根据权利要求1所述的RFID标签,其中所述主天线是线性极化天线。

6. 一种射频识别RFID标签,其包括:

主天线,其接收来自RFID读取器的射频RF信号并且无线地采集来自所述RF信号的功率;以及

电路,其被配置成改变所述主天线的反射系数来将被反射的信号传输到所述RFID读取器,所述被反射的信号具有第一反射比时段以及当所述RF信号被所述主天线反射的量与在所述第一反射比时段期间不同时的第二反射比时段,

其中,在所述第一反射比时段期间,所述主天线的反射比被减小到预定义的量以下而不使所述主天线短路,以使得所述主天线能够在将所述被反射的信号传输到所述RFID读取器的同时持续采集功率,其中,所述主天线的反射比基于所述主天线的共振频率上的改变而被减少。

7. 根据权利要求6所述的RFID标签,

其中所述电路改变所述主天线的共振频率来生成第一和第二反射比时段。

8. 根据权利要求7所述的RFID标签,

其中所述电路在所述第一反射比时段期间向所述主天线添加单独的天线长度。

9. 根据权利要求8所述的RFID标签,进一步包括:

开关,其在所述第一反射比时段期间通过将所述单独的天线长度连接到所述主天线来添加所述单独的天线长度,所述开关位于所述主天线的第一部分上以及所述电路位于所述主天线的第二部分上,其中所述主天线的第一部分不同于所述主天线的第二部分。

10. 根据权利要求6所述的RFID标签,

其中所述主天线包括:用于接收所述RF信号的第一天线,以及用于接收功率的第二天线,以及

所述第二天线在所述第一反射比时段和所述第二反射比时段期间继续吸收所述RF信

号的一部分来生成低反射比,以使得能够在所述第一反射比时段和所述第二反射比时段二者期间进行无线功率采集。

增加RFID标签灵敏度的方法

背景技术

[0001] 无源射频识别 (RFID) 标签通常由连接到天线的集成电路 (IC) 组成。IC 常常是低功率设备, 纯粹由从读取器信号采集 (harvest) 的 RF 能量来供电。标签通过改变其输入阻抗 (和反射比) 以及由此调制后向散射信号来对读取器进行响应。

[0002] 在 RFID 系统中, 正向 (读取器到标签) 链路和反向 (标签到读取器) 链路二者都是重要的。当前的无源 CMOS RFID IC 正在接近它们的开启灵敏度的基本限制, 该基本限制取决于 RF 到 DC 功率转换的基于二极管的电压倍增器限制。当前最好的 IC 具有约 -20 dBm 的灵敏度, 该灵敏度已经被达到若干年并且并未预计进一步的灵敏度改善。

[0003] 通常, 总体系统性能受限于标签灵敏度; 换言之, 标签是通信系统中最薄弱的环节。对于许多应用而言, 诸如对于室内多标签多路径场景或者 AVI 通行收费 (tolling) 应用中的标签读取而言, 期望更好的无源标签灵敏度。标签灵敏度上每 dB 的改善例如在标签的可使用范围内导致可测量的系统性能改善。

[0004] 在过去, 已经尝试了对标签灵敏度和范围的改善。一个这样的解决方案提出了一种标签, 其可以将来自正交偶极天线的两个端口的电压进行组合来获得更多标签灵敏度, 但是该解决方案需要大的交叉偶极标签以及需要存在圆极化的读取器信号以便从两种极化提取功率。另一个解决方案是为了供电标签设计而避开无源标签设计, 或者牺牲带宽。这些解决方案增加了标签的大小和/或需要电池更换, 从而常常致使它们不适于它们的目标应用。在许多应用中, 牺牲带宽也是不可接受的。

[0005] 传统上, 已经将标签传输性能视为是最重要的。盛行的理念是标签传输性能上的缩减将缩减标签的范围。因此, 尚未探索出通过牺牲标签传输性能来改善标签范围的解决方案。

发明内容

[0006] 一种射频识别 (RFID) 标签包括: 主天线, 其接收来自 RFID 读取器的射频 (RF) 信号并且无线地采集来自 RF 信号的功率。该标签进一步包括: 开关, 其连接到主天线和单独的天线长度。该标签进一步包括: 电路, 其连接到主天线的与开关不同的部分。该电路被配置成改变主天线的反射系数来将被反射的信号传输到 RFID 读取器, 该被反射的信号具有当 RF 信号被主天线反射的量大于预定量时的高反射比时段以及当 RF 信号被主天线反射的量低于预定量时的低反射比时段。该电路被进一步配置成通过改变主天线的共振频率来生成高反射比时段和低反射比时段, 在高反射比时段期间将主天线的反射比减少到预定义的量以下, 以使得能够在高反射比时段期间进行无线功率接收。该电路进一步被配置成通过控制开关间歇性地将单独的天线长度连接到主天线来改变共振频率。

[0007] 一种射频识别 (RFID) 标签包括: 主天线, 其接收来自 RFID 读取器的射频 (RF) 信号并且无线地采集来自 RF 信号的功率。该标签进一步包括电路, 该电路被配置成改变主天线的反射系数来将被反射的信号传输到 RFID 读取器, 该被反射的信号具有当 RF 信号被主天线反射的量大于预定量时的高反射比时段以及当 RF 信号被主天线反射的量低于预定量时的

低反射比时段。该电路增加低反射比时段的占空比并且减少高反射比时段的占空比以增加无线功率传输的时间段。

[0008] 一种射频识别 (RFID) 标签包括: 主天线, 其接收来自 RFID 读取器的射频 (RF) 信号并且无线地采集来自 RF 信号的功率。该标签进一步包括电路, 其被配置成改变主天线的反射系数来将被反射的信号传输到 RFID 读取器, 该被反射的信号具有第一反射比时段以及当 RF 信号被主天线反射的量与在第一反射比时段期间不同时的第二反射比时段。主天线在将被反射的信号传输到 RFID 读取器的同时持续采集功率。

[0009] 在一些实施例中, 电路改变天线的共振频率来生成高反射比时段和低反射比时段。在一些实施例中, 电路改变天线的共振频率来生成第一反射比时段和第二反射比时段。在一些实施例中, 电路在高反射比时段期间向天线添加单独的天线长度。在一些实施例中, 电路在第一反射比时段期间向天线添加单独的天线长度。在一些实施例中, RFID 标签进一步包括开关, 该开关在高反射比时段期间通过将天线长度连接到天线来添加天线长度, 该开关位于天线的与电路不同的部分上。在一些实施例中, RFID 标签进一步包括开关, 该开关在第一反射比时段期间通过将天线长度连接到天线来添加天线长度, 该开关位于天线的与电路不同的部分上。在一些实施例中, 天线包括用于接收 RF 信号的第一天线, 以及用于接收功率的第二天线, 以及第二天线在高反射比时段期间继续吸收 RF 信号的一部分来生成足够低的反射比, 以使得能够在高反射比时段期间进行无线功率采集。在一些实施例中, 天线包括用于接收 RF 信号的第一天线, 以及用于接收功率的第二天线, 以及第二天线在第一和第二反射比时段期间继续吸收 RF 信号的一部分来生成足够低的反射比, 以使得能够在第一和第二反射比时段二者期间进行无线功率采集。在一些实施例中, RFID 标签进一步包括: 由电路控制的开关, 其高反射比时段期间将 RF 阻抗连接到天线。在一些实施例中, RFID 标签进一步包括: 由电路控制的开关, 其第一反射比时段期间将 RF 阻抗连接到天线。在一些实施例中, 天线在高反射比时段期间具有 0.5 的反射系数值, 以及在低反射比时段期间具有零反射系数。在一些实施例中, 该预定量是在 0 与 0.5 之间的反射系数值。在一些实施例中, 在第一反射比时段期间 RF 信号被主天线反射的量大于预定量, 在第二反射比时段期间 RF 信号被主天线反射的量低于预定量, 以及在第一反射比时段期间, 电路将主天线的反射比减少到预定义的量以下, 以使得能够在第一反射比时段期间进行无线功率接收。在一些实施例中, 在第一反射比时段期间 RF 信号被主天线反射的量与在第二反射比时段期间 RF 信号被主天线反射的量具有相等的量值但相反的极性。在一些实施例中, 电路是专用集成电路 (ASIC)。在一些实施例中, 天线是线性极化天线。在一些实施例中, 电路将低反射比时段的占空比增加到大于 50%。

附图说明

[0010] 图1是根据一个实施例的并且与 RFID 读取器进行通信的 RFID 标签的示意图。

[0011] 图2是从根据一个实施例的 RFID 标签传输到读取器的信号的波形。

[0012] 图3是从根据一个实施例的 RFID 标签传输到读取器的信号的波形。

[0013] 图4是根据一个实施例的 RFID 标签的示意图。

[0014] 图5是根据一个实施例的 RFID 标签的示意图。

[0015] 图6是根据一个实施例的 RFID 标签的示意图。

[0016] 图7是根据一个实施例的RFID标签的示意图。

具体实施方式

[0017] 根据一些实施例的RFID标签100通过使用其天线104将读取器信号112进行后向散射以产生被反射的信号102(从RFID标签100传输到读取器110的信号)来与读取器110进行通信。RFID标签100同时地与读取器110进行通信以及接收来自读取器信号112的功率传输。当RFID标签100进行后向散射(与读取器110通话(talk))时,其在两个反射比状态之间进行切换。一个反射比状态是功率采集。另一个反射比状态接近于短路,以便向读取器110提供最大后向散射信号。在该实施例中, z_1 是集成电路,其控制开关来将阻抗 z_2 选择性地连接到天线104,并且改变天线阻抗来生成被反射的信号102。如在背景技术中所讨论的,该信号被设计成具有最大强度,以将标签100的范围最大化。

[0018] 因而,标签将其天线端口(以及因此其RF电源)短路(或近似短路)近似50%的时间(典型标签到读取器数据信号的占空比),由此损失了达到3 dB的传入RF功率(当输入端子被短路时,标签IC不能采集RF功率)。图2示出了读取器信号112和后向散射信号102的波形。如在图2中示出的,后向散射信号102的占空比近似为50%。换言之 $t_1 = t_2$,其中 t_1 是针对信号的每个时段的关断时间(低反射比时段)的长度以及 t_2 是针对每个时段的接通时间(高反射比时段)的长度。在一些实施例中,通过更改占空比,可以缩短 t_2 的长度以及可以加长 t_1 的长度。这通过增加接收功率时的通信时间部分来增加RFID标签的功率接收。

[0019] 虽然现代RFID读取器比它们过去曾经灵敏得多并且可以成功地检测和解码微弱的标签信号,但是现代RFID标签仍遵循这种后向散射方案。结果是,在标签范围的边缘处,标签将在尝试与读取器进行通信的同时间歇性地损失功率。这导致与读取器的通信失败,并且缩小了标签传输的可用范围。

[0020] 发明人已经确定了若干实施例,这些实施例反对本领域中的基本假设并且牺牲标签传输性能以便增加其范围。因此,本文中所描述的若干实施例牺牲后向散射信号强度,以便向标签100提供附加的接收功率。图3示出了振幅 a_1 或后向散射的深度102如何被减少到 a_2 以便增加RFID标签100的充电。这允许(变弱的)信号102'在标签范围边缘处的稳定传输,现代读取器能够读取该稳定传输。并非是天线104在不同的传输时段期间基本上反射全部信号以及基本上不反射信号,而是天线104具有相对高反射比的时段和相对低反射比的时段。换言之,在高反射比的时段中,天线具有高于预定量的反射比,以及在低反射比的时段中,天线具有低于预定量的反射比。在若干实施例中,预定量是0到0.5的反射系数值。这是由于信号102中的一些在当基本上全部信号102将被垂直反射时的(相对高反射比)时段期间被吸收所导致的。相对低反射比时段具有比高反射比时段更低的反射比,以及在这两个不同时段之间的交替生成信号102'。在其他实施例中,存在具有等量反射比和相反极性的第一和第二反射比时段。在那些实施例中,仍在两个时段期间都采集功率。

[0021] 这通过允许天线在传输被反射的信号102'的同时持续采集功率来扩展标签的可用范围。若干实施例使用现有的CMOS集成电路,并且可以仍然具有显著的灵敏度改善(例如,3 dB)。标签灵敏度上3 dB的改善与自由空间中多出40%的标签范围相对应。根据标签的若干实施例,牺牲了后向散射信号强度,以便在标签调制期间获得更大功率效率,以及因此获得更大标签灵敏度和更大标签范围。

[0022] 因此,当这样的标签100进行后向散射时,其将不会使其接收天线端口完全短路,以及因此将具有可用的附加接收RF功率(例如,多出3 dB)。例如,当在某些实施例中,信号强度被牺牲达6 dB的情况下,获得了2.43 dB的标签灵敏度,如在以下公式(1)-(4)和表格1中所解释的。根据公式(1)来描述反射系数 ρ 。

$$[0023] \quad (1) \quad \rho_i = (z_i - z_a^*) / (z_i + z_a^*),$$

[0024] 其中 z_a 是天线阻抗。

[0025] 每个状态还具有功率系数 τ_i ,其由下式定义:

$$[0026] \quad (2) \quad \tau_i = 1 - |\rho_i|^2$$

[0027] 可以由下式来描述标签的功率效率:

$$[0028] \quad (3) \quad P_e = \frac{1}{2} \tau_1 + \frac{1}{2} \tau_2,$$

[0029] 其中信号占空比是50%。

[0030] 可以由下式来描述后向散射信号的调制深度:

$$[0031] \quad (4) \quad K = \frac{1}{4} |\rho_1 - \rho_2|^2$$

[0032] 公式5定义了 α ,其在0与1之间

$$[0033] \quad (5) \quad \alpha = |\rho_2|$$

| α | K | τ | P_e |
|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 1 | 1 (0 dB) |
| $\frac{1}{2}$ | 1/16 (-12 dB) | $\frac{3}{4}$ | 0.875 (-0.56 dB) |
| 1 | $\frac{1}{4}$ | 0 | $\frac{1}{2}$ (-3 dB) |

[0035] 在表格1中,具有 $\alpha = 0$ 的天线是不切实际的,因为其具有零后向散射。具有 $\alpha = 1$ 的天线是常规天线。具有 $\alpha = \frac{1}{2}$ 的天线是根据一个实施例的天线。在这种天线中, P_e 被改善了2.33 dB并且具有在范围上30%的增加。K减少了6 dB。

[0036] 本文中所描述的标签可以采用无源RFID标签的灵敏度,其超越了当前CMOS集成电路所能够达到的灵敏度,并且因此对于诸如机动车辆识别和通行收费应用之类的许多实际RFID应用而言是重要的。若干实施例的显著优点之一是:它们与RFID市场上盛行的线性极化读取器信号和线性极化标签一起工作。

[0037] 可以以若干不同的方式来实现RFID标签100,包括:

[0038] 1. 物理的——经由使用控制线406将标签天线上的接收904端口/点和后向散射900端口/点进行空间分离来实现缩减的后向散射信号强度和增加的标签功率效率。共享天线104可以具有仅(通过接合/去接合额外的天线长度104')轻微改变天线共振频率的调制器A,从而允许天线在标签调制周期期间维持高接收功率效率,但仍向读取器提供可检测的差分后向散射信号,如在图4中图示的。本方法的另一实现方式可以是用于接收功率和后向散射的两个单独的天线104、504,如在图5中示出的。

[0039] 2. 电气的——经由在标签电路内选择不同的调制阻抗来实现和控制缩减的后向散射信号强度和增加的标签功率效率。在图6和图7中示出这些实施例。在这些实施例中,ASIC或处理器600控制一个或多个开关610向天线104添加或从天线104减去一个或多个阻抗620。这在不使天线104短路的情况下改变了共振频率和反射比属性。因而,将可测量信号

102'从标签100发送到读取器110,并且贯穿传输维持了功率接收。

[0040] 根据图4和图6中示出的实施例,天线104是线性极化的。天线104在这些实施例中具有单独的接收端口904和后向散射端口900。RFID集成电路(IC;在一些实施例中是ASIC或处理器)A、600连接到接收端口904,以及开关B、610(在一些实施例中是MOSFET)附连到后向散射端口900。RFID集成电路A、600控制开关B、610添加或减去天线104的一部分104',以便生成缩减的后向散射信号102'。通过添加和减去部分104',并不太剧烈地改变天线104的共振频率,并且天线104在占空比的接通部分和关断部分(即,高反射比时段和地反射比时段,或反之亦然)二者中都接收功率。在本实施例中,RFID集成电路A、600和开关B、610共享同一天线104,并且具有公共电接地(天线在ASIC与调制器之间的部分)。在一些实施例中,使用PIN二极管来实现开关B、610。更多的频率可重配置天线(诸如缝隙天线)可以被用来实现类似的效应。

[0041] 虽然已经参照本文中的实施例描述了本发明,但是那些实施例并不限制本发明的范围。对那些实施例的修改或不同的实施例可以落入本发明的范围。

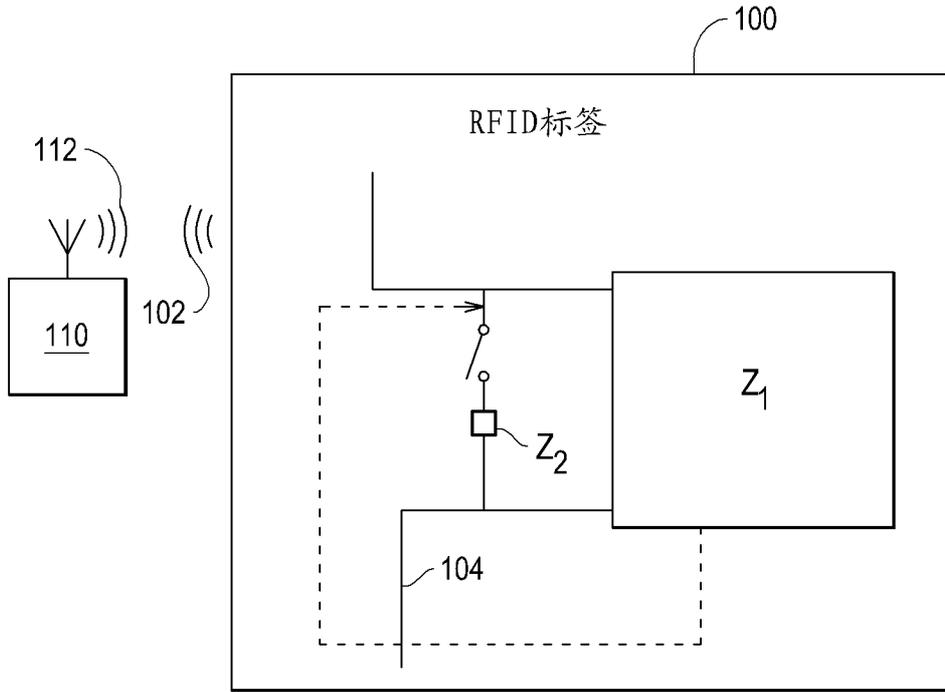


图 1

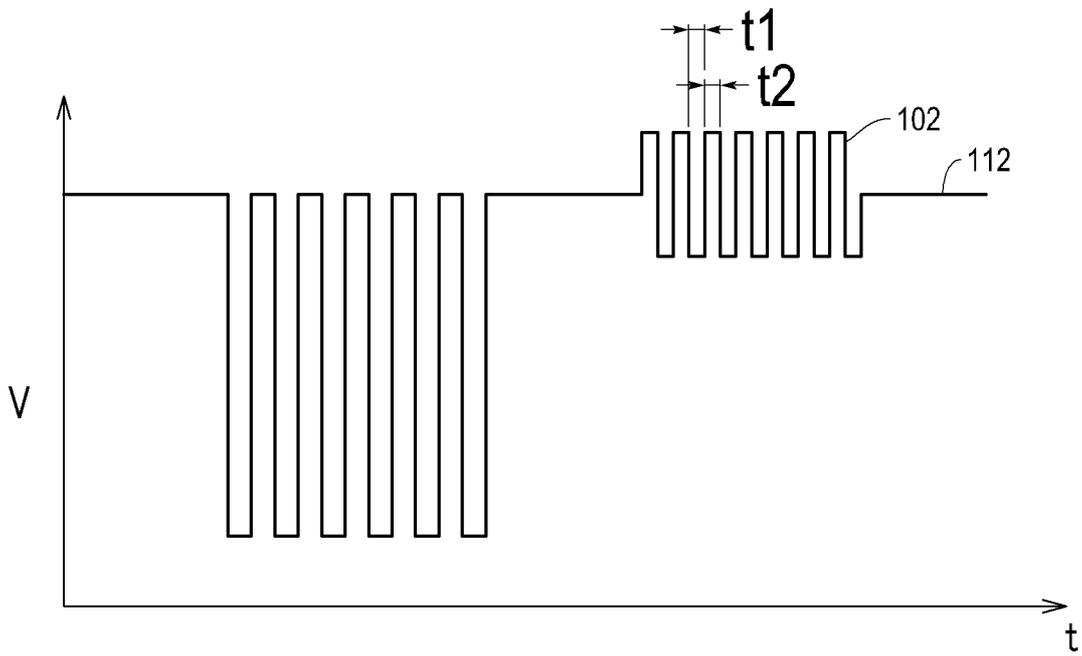


图 2

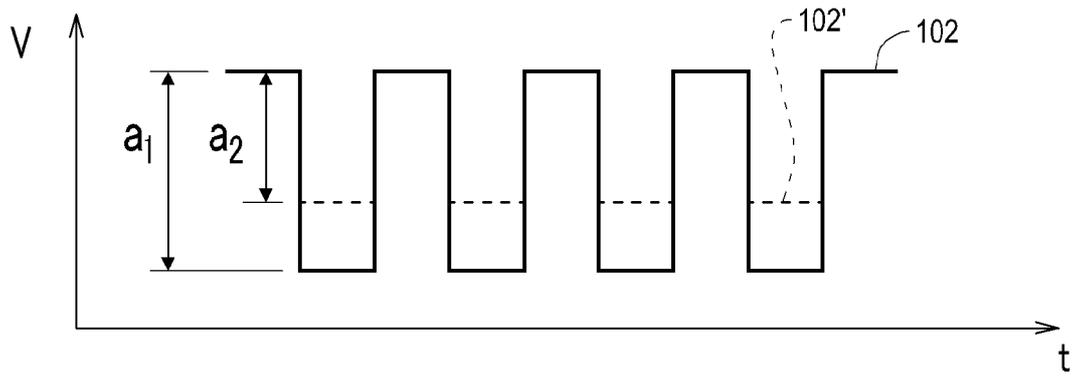


图 3

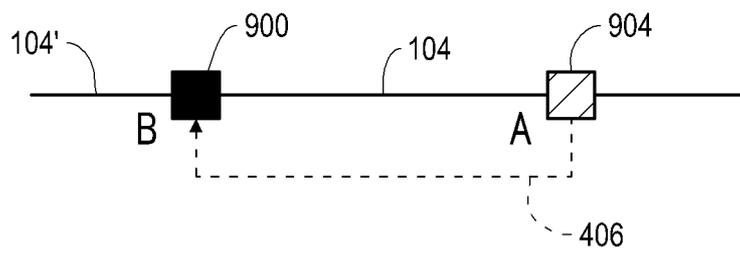


图 4

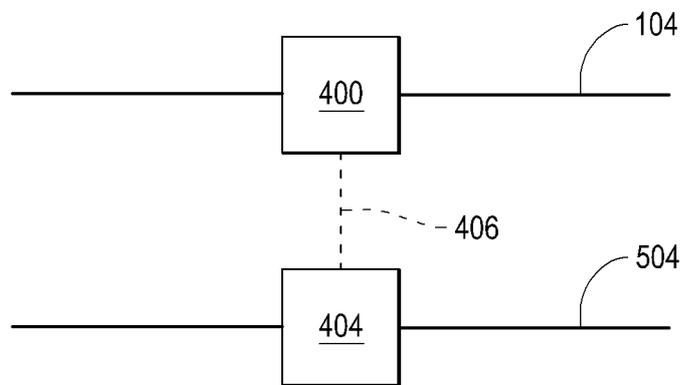


图 5

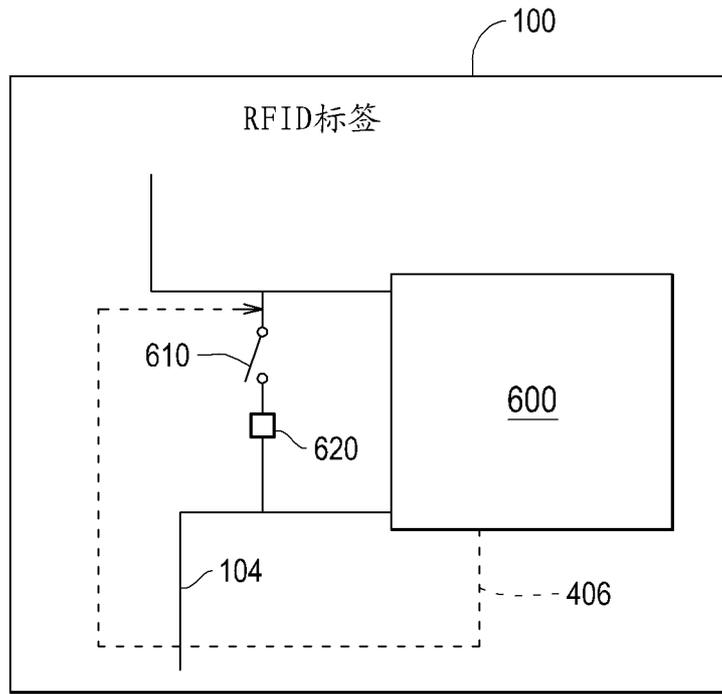


图 6

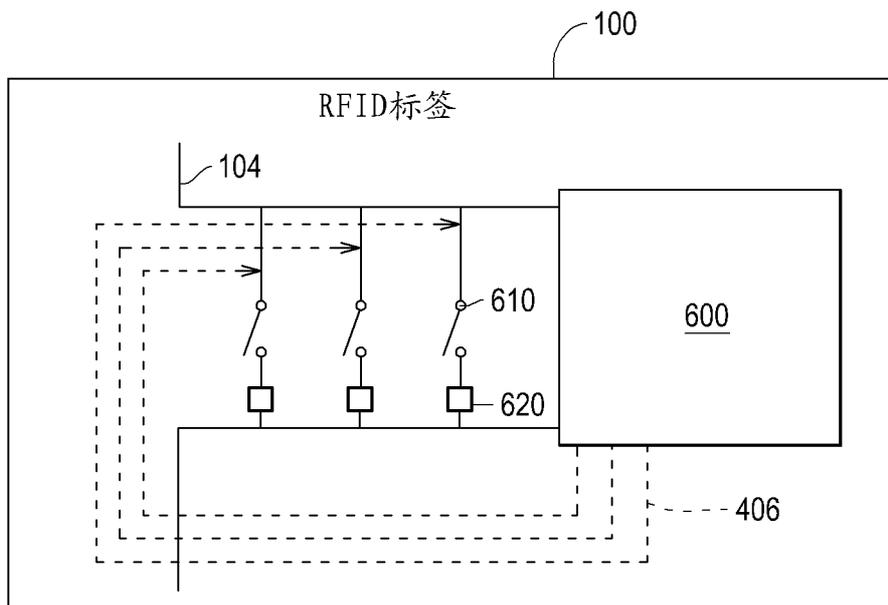


图 7