

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年10月5日 (05.10.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/166364 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 5/02 (2006.01) H02J 50/20 (2016.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/080851
- (22) 国际申请日: 2016年5月2日 (02.05.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610202364.7 2016年4月1日 (01.04.2016) CN
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人: 王清斌 (WANG, Qingbin) [CN/CN]; 中国北京市上地东路1号院1号楼401-B017, Beijing 100085 (CN).
- (74) 代理人: 北京中济纬天专利代理有限公司等 (BEIJING ZHONGJI WITAL INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD. et al.) 等; 中国北京市朝阳区东三环北路甲2号京信大厦0549, Beijing 100027 (CN).

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: NFC READER-WRITER INTERFACE FOR OPTIMIZING ENERGY ACQUISITION AND SMALL-SIZE ANTENNA

(54) 发明名称: 一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口

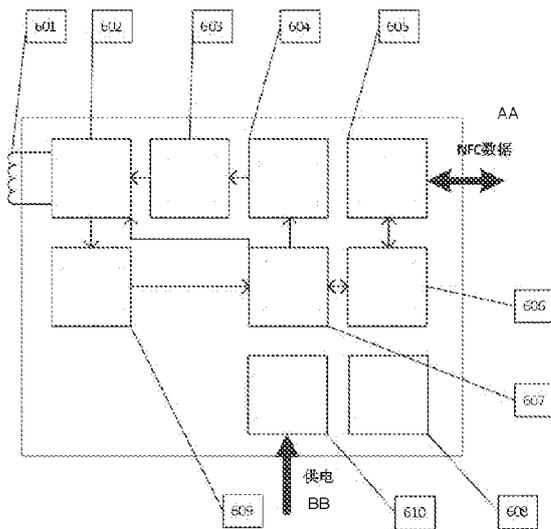


图 6

AA NFC DATA BB POWER SUPPLY

(57) Abstract: The present invention falls within the technical field of wireless communications, and particularly relates to an NFC reader-writer interface for optimizing energy acquisition and a small-size antenna. The NFC reader-writer interface comprises an antenna, an adjustable matching circuit, an antenna driving unit, a modulator, a demodulator and an MCU core, wherein the antenna, the adjustable matching circuit and the antenna driving unit constitute an antenna resonance loop. The beneficial effects of the present invention are that the present invention can greatly improve the wireless energy transmission efficiency of an NFC communication interface, and can provide a large amount of electric energy for an apparatus with an NFC tag interface. This extra electric energy will allow an apparatus to provide more functions, a higher performance and a better user experience. At the same time, the present invention allows the NFC communication interface to use a small-size antenna without affecting the NFC communication performance. The small-size antenna makes device development become more flexible, thereby greatly lowering the development difficulty of an NFC system. The present invention will greatly expand the application range of an NFC communication interface in the current and next several years.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/166364 A1

本发明属于无线通信技术领域，具体涉及一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口，所述 NFC 读写器接口包括天线、可调匹配电路、天线驱动单元、调制器、解调器及 MCU 内核；所述天线、可调匹配电路和天线驱动单元构成天线谐振环路，本发明的有益效果：本发明可大大提高 NFC 通信接口的无线能量传输效率，为带有 NFC 标签接口的装置提供大量电能。这些额外的电能将允许装置提供更多的功能，更高的性能，更好的用户体验。同时，本发明允许 NFC 通信接口使用小型天线而不会影响到 NFC 通信性能。小型天线使设备开发变得非常灵活，大大降低了 NFC 系统的开发难度。本发明大大扩展了 NFC 通信接口在当前及未来数年内的应用范围。

一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口

技术领域

本发明属于无线通信技术领域，具体涉及一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口。

背景技术

NFC(近场通信)技术是近几年新兴的短距离安全通信技术。其使用了在空间衰减速度很快的磁场作为传递信息的媒介，实现了只有数个厘米的通信距离，具有安全性高、使用方便等优点。

如图 1 所示，常见的 NFC 通信接口分为两种，分别是 NFC 读写器接口 (Reader) 101 和 NFC 标签接口 (Tag) 102。典型的 NFC 通信发生于这两个接口之间。NFC 是半双工双向通信，包含两个链路，分别为读写器至标签链路 103，和标签至读写器链路 105，两个链路各负责一个通信方向。

读写器至标签链路 103: NFC 读写器接口负责产生一个中心频率在 13.56Mhz 的交变磁场 104，并在此磁场上调至需发送的信息。当 NFC 标签接口位于这个交变磁场 104 内时，它就接收这个磁场携带的能量，并将这个磁场携带的信息进行解调并取得 NFC 读写器接口产生的信息。

标签至读写器链路 105: 传统的 NFC 标签接口均为被动接口，不主动发射能量。它使用负载调制来发送信息。具体来讲，传统的 NFC 标签接口通过改变接收天线的负载以控制接收自交变磁场的能量大小，来达到调制和发送信息的目的。NFC 读写器接口 101 可以通过测量发送天线上的电流强度变化感知 NFC 标签接口 102 的负载变化，并解调该信息。为了满足一定的通信带宽，NFC 标签接口接收天线的 Q 值不能太高 (小于 50)。

由于 NFC 读写器接口需要自身产生能量，一般应用于拥有较多能量的设备，如智能手机、平板电脑、POS 终端。而 NFC 标签接口则被广泛使用在低功耗低能量设备上，如智能卡、智能标签等设备。

NFC 标签接口 102 接收下来的交变磁场 104 的能量经整流稳压后可为自身和其他设备提供工作的能量。NFC 能量采集在智能卡和智能标签上有着极为广泛的应用。

图 2 为传统被动 NFC 标签接口的大致结构图。天线 201 一般由一圈或数圈线圈组成，负责接收交变磁场的能量与调制的信息；匹配 202 将天线 201 的阻抗调节至合适值；解调器 203 将接收到的信号解调，恢复为原始信息；负载调制 205 根据待发送的信息，改变天线 201 的负载来实现对交变磁场的调制；数据接口 204 通过数据总线与外围器件通信，配置该被动 NFC 标签接口，以及交换接收到的和待发送的 NFC 原始信息；整流稳压 206 将接收到的交变磁场的能量整流和稳压后，通过能量采集接口发送给外围器件。

图 3 为传统 NFC 读写器接口的大致结构图。天线 301 一般由数圈线圈组成，负责产生交变磁场以及发送和接收 NFC 信号；匹配 302 将天线 301 的阻抗调节至合适值，以改善能量传输效率和调节传输功率；调制器 304 把待发送的 NFC 数据根据 NFC 协议调制为 NFC 信号，通过天线驱动 303 调制到天线 301 上；其中天线驱动 303 一般为低输出阻抗射频放大器，以提高效率；解调器 309 通过天线 301 的电流强度感知被动 NFC 接口由负载调制产生的信号，并将该信号解调；MCU 内核 307 控制整个 NFC 读写器接口的工作，其任务包括根据 NFC 协议组织 NFC 数据、数据校验、与片外设备的通信、片上组件的管理与控制等等；数据接口 305 为该 NFC 读写器与片外设备通信的接口，一般为通用串行数据接口，如 SPI, I2C 等；FIFO306 为数据接口 305 与 MCU 内核 307 之间的桥梁，作为双向通信的数据暂存器；时钟系统 308 产生该 NFC 读写器接口所需的所有时钟，包括 13.56Mhz 载波频率；片上电源管理产生片上组件所需的所有电源。

传统 NFC 系统具有两个主要缺点。第一，被动 NFC 接口必须使用尺寸较大的天线来实现合理的通信距离和通信角度。这是由于 NFC 读写器需要感知 NFC 标签接口的负载调制来进行标签至读写器链路的通信。天线较小时由于与 NFC 读写器天线之间耦合系数较低，再加上自身 Q 值较低导致效率不高，造成负载调制的信号很弱无法被 NFC 读写器可靠地接收。第二，由于传统 NFC 系统中的被动 NFC 标签接口与 NFC 读写器接口的设计由于直接继承自 RFID，其能量传输效率很低。被动 NFC 标签接口仅能从 NFC 读写器接口取得很少的能量（大约 10mW 至 20mW），因此只能维持无源装置的简单操作，如读写内部内存等。

新一代小型化设备如穿戴式设备、异型银行卡、物联网设备以及个人移动设备的外形小巧，无法安装尺寸较大的天线。这极大地制约着传统被动 NFC 标签接口的性能，造成通信性能不稳定、通信距离很近或完全无法通信，用户使用有着极大的不便。同时，对于目前以及未来几年内针对 NFC 的大量应用，如银行双界面卡、新型可视银行卡、智能穿戴式设备、传感网络等来说，传统被动 NFC 标签接口较低的能量接收效率极大地限制了这些新应用可以提供的功能及性能。

为解决使用小天线负载调制信号很弱的问题，现有主流解决方案主要使用主动调制代替被动负载调制。由于使用主动调制的 NFC 标签接口主动发射信号，不依赖接收的交变磁场能量，故使用小天线也可以让 NFC 读写器接口很好的接收到 NFC 标签接口发送的信息。使用这个方案的产品主要是 AMS 和 ST 的 NFC boosted frontend 产品系列。然而主动调制技术的缺点也很突出。首先，由于需要主动发射能量，NFC 标签接口发射的信号必须和 NFC 读写器接口发射的交变磁场频率和相位锁定来避免信号不稳定，这种方案需要复杂的锁相环和相位保持电路。这造成了 NFC 标签接口设计复杂，成本上升。第二，主动调制技术需要为 NFC 标签接口提供能量用以发射，这种技术无法在无源设备，如无源智能卡和标签上使用。第三，由于主动调制技术对 NFC 标签接口增加的复杂性，采用这个技术的 NFC 标签接口很难实现 NFC 能量采集。现有采用主动调制技术的产品无一支持 NFC 能量采集。

为了缓解 NFC 标签接口能量接收能量少的问题，现有解决方案主要是从降低器件功耗入手，使得这少量的能量也可以维持装置的正常工作。这些方案包含使用更新的制造技术降低功耗（如从 130nm 制程升级到 90nm 制程）、增加装置休眠时间、降低装置工作频率等等。然而，这些手段要么提高了装置成本，要么限制了装置的性能。

发明内容

为了有效解决上述问题，本发明提供一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口。

一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口，所述 NFC 读写器接口包括天线、可调匹配电路、天线驱动单元、调制器、解调器及 MCU 内核；

所述天线、可调匹配电路和天线驱动单元构成天线谐振环路。

进一步地，所述天线、可调匹配电路、天线驱动单元、调制器及 MCU 内核依次连接，同时所述可调匹配电路还连接解调器的输入端，所述解调器的输出端连接 MCU 内核，所述 MCU 内核的输出端还连接可调匹配电路。

进一步地，所述 NFC 读写器接口还包括电源管理单元、时钟系统及数据接口单元，所述数据接口单元通过 FIFO 单元连接到 MCU 内核上，所述数据接口单元用于接收 NFC 数据；

所述电源管理单元对所述 NFC 读写器接口上的元件进行供电；

所述时钟系统用于产生 NFC 读写器接口上需要的所有时钟。

进一步地，所述可调匹配电路用于调节天线的阻抗，所述天线驱动单元对调制器产生的信号进行功率放大，并将放大过的信号通过可调匹配电路传送给天线。

进一步地，所述天线谐振环路还包括 Q 值调节电路及 Q 值调节开关。

进一步地，所述 Q 值调节开关与 Q 值调节电阻串联后与天线并联。

进一步地,所述天线谐振环路包括两种工作模式,分别为高 Q 值模式及低 Q 值模式,两种模式可通过 Q 值调节开关实时切换控制。

进一步地,所述 Q 值调节开关由一电信号实时控制开关的断开和闭合。

进一步地,所述可调匹配电路包括 T 型、PI 型、L 型或单一电容,并具有小于 1db 的低插入损耗,所述天线驱动单元具有小于 5 欧姆的输出阻抗。

进一步地,所述天线电感值在 1uH 到 10uH 之间,天线面积在 100mm²至 5000mm²之间,高 Q 值模式时天线谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值在 50 以上,低 Q 值模式时天线谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值在 25 以下。

本发明的有益效果:本发明可大大提高 NFC 通信接口的无线能量传输效率,为带有 NFC 标签接口的装置提供大量电能。这些额外的电能将允许装置提供更多的功能,更高的性能,更好的用户体验。同时,本发明允许 NFC 通信接口使用小型天线而不会影响到 NFC 通信性能。小型天线使设备开发变得非常灵活,大大降低了 NFC 系统的开发难度。本发明大大扩展了 NFC 通信接口在当前及未来数年内的应用范围。

附图说明

图 1 为典型 NFC 通信示意图。

图 2 为典型 NFC 标签接口结构示意图。

图 3 为典型 NFC 读写器接口结构示意图。

图 4 为耦合系数示意图。

图 5 为 NFC 系统等效电路图。

图 6 为一种为小尺寸天线和能量采集优化的 NFC 读写器接口的结构示意图。

图 7 为一种为小尺寸天线和能量采集优化 NFC 读写器接口谐振环路与附属电路的简化电路图。

图 8 为一种为小尺寸天线和能量采集优化的 NFC 读写器接口的模式控制状态机示意图。

图 9 为第一种为小尺寸天线和能量采集优化的 NFC 标签接口的结构示意图。

图 10 为第一种为小尺寸天线和能量采集优化 NFC 标签接口谐振环路与附属电路的简化电路图。

图 11 为第一种为小尺寸天线和能量采集优化的 NFC 标签接口的模式控制状态机示意图。

图 12 为第二种为小尺寸天线和能量采集优化的 NFC 标签接口的结构示意图。

图 13 为第二种为小尺寸天线和能量采集优化 NFC 标签接口谐振环路与附属电路的简化电路图。

图 14 为第二种为小尺寸天线和能量采集优化的 NFC 标签接口的状态机示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细描述。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

相反,本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步,为了使公众对本实用新型有更好的了解,在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

本发明着重解决 NFC 标签接口如何有效地使用小尺寸天线,和 NFC 系统如何高效地传输能量这两个主要问题。下面先分析 NFC 标签接口天线与 NFC 读写器接口之间的无线能量传输问题。对于 NFC 系统的能量传输来说,系统能达到的最高效率 η_{max} 可以用以下公式来描述:

$$\eta_{max} = \frac{U^2}{(1+\sqrt{U^2+1})^2} \quad (1)$$

其中

$$U = k\sqrt{Q_1Q_2} \quad (2)$$

k 为 NFC 标签接口天线与 NFC 读写器接口天线的耦合系数, Q_1 为 NFC 读写器接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值, Q_2 为 NFC 标签接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值。耦合系数指的是一个天线产生的磁感线可以穿过另一个天线的比例。一般而言, 天线间距离越远, 它们之间的耦合系数就越小。如图 4 所示, 天线 402 产生了一个磁场, 天线 405 到天线 402 的距离较天线 404 到天线 402 的距离近。因此穿过天线 405 的磁感线较穿过天线 404 的磁感线多, 故天线 405 与天线 402 间的耦合系数比天线 404 与天线 402 间的耦合系数高。同时, 耦合系数也与两个天线的相对大小有关。天线尺寸差别越大, 在相同距离上天线之间的耦合系数也越小。如图 4 所示, 在距离 NFC 读写器接口天线 402 距离相同时, 穿过小尺寸天线 401 的磁感线比穿过大尺寸天线 404 的磁感线少, 故天线 401 与天线 402 间的耦合系数比天线 404 与天线 402 间的耦合系数低。Q 值为表征一个电路频率选择性及在该频率能量损耗的参数, 可用以下公式计算:

$$Q = \frac{X}{R} \quad (3)$$

其中 X 为该电路的感抗或容抗, R 为该电路的等效串行电阻值。Q 值越高, 电路选择性越高, 损耗越小, 反之亦然。具体到天线谐振电路, Q 值越高, 该电路的等效串行电阻值相比于该电路的感抗或容抗就越低, 震荡过程中的损耗越小。

需要指出的是, 给定系统的 k 和 Q 值, 系统负载需要与系统能量源的阻抗匹配, 才可以达到当前系统的最高效率。

从以上分析可知, 有四个因素决定了最终无线能量传输的效率: NFC 标签接口天线与 NFC 读写器接口天线的耦合系数、NFC 读写器接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值、NFC 标签接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值、NFC 标签接口负载阻抗匹配程度。

耦合系数: 由公式 (1) 和 (2) 可知, NFC 标签接口天线与 NFC 读写器接口天线的耦合系数越高, 传输效率越高。耦合系数与两个天线间的相对位置, 以及两个天线的相对大小有关。天线间距越近、两个天线的垂直轴向对齐程度越高、两个天线大小越接近, 耦合系数越高。这些需要在天线设计阶段和最终产品工业设计阶段加以考虑。

NFC 读写器接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值 Q_1 : 由以上分析可知, Q_1 越高, 能量传输效率越高。需要注意的是, Q_1 是整个谐振环路的 Q 值, 由 NFC 读写器接口天线的 Q 值、天线驱动的等效串行内阻以及匹配电路的损耗共同决定。为了达到较高的 Q_1 , 需要较高的 NFC 读写器接口天线 Q 值, 和很低的天线驱动等效串行内阻以及匹配电路损耗。

NFC 标签接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值 Q_2 : 由以上分析可知, Q_2 越高, 能量传输效率越高。需要注意的是, Q_2 是 NFC 标签接口不接负载时整个谐振环路的 Q 值, 由 NFC 标签接口天线的 Q 值以及匹配电路的损耗共同决定。为了达到较高的 Q_2 , 需要较高的 NFC 标签接口天线 Q 值, 和很低的匹配电路损耗。

NFC 标签接口负载阻抗匹配程度: k 和 Q 决定了系统所能达到的最高效率 η_{max} , 而负载阻抗匹配则决定了系统的实际效率 (永远小于最高效率 η_{max})。精确的负载阻抗与系统源阻抗的匹配可以让系统工作在最高效率附近。

接下来再分析小尺寸天线问题。对于绝大多数 NFC 标签接口来说, 影响通信性能的瓶颈是标签至读写器链路的性能。为了便于分析, 现介绍标签至读写器链路的通信原理。图 5 为一个典型 NFC 通信系统的示意图, 其左半部份为 NFC 读写器接口, 右半部分为 NFC 标签接口。为了简化分析, 两个接口的匹配电路均为单一的串行电容, 但分析结论适用于所有形式

的匹配电路。天线驱动 511 为低输出阻抗的 RF 放大器，电阻 501 为其等效输出阻抗；电容 502 为匹配电容，天线 504 为 NFC 读写器接口的天线，两者在 13.56Mhz 谐振；电阻 503 为电容 502 与天线 504 在 13.56Mhz 下的合并等效串行电阻；天线 505 为 NFC 标签接口的天线，电容 507 为其匹配电容，电阻 506 为两者的合并等效串行电阻；开关 508 与电阻 509 构成负载调制电路。当 NFC 标签接口位于 NFC 读写器接口所发射的交变磁场内时，NFC 标签接口可视为 NFC 读写器接口的负载。具体而言，NFC 标签接口可等效为串联于 NFC 读写器接口天线谐振环路上的一个电阻。该电阻叫做 NFC 标签接口的反射电阻。电阻 510 为 NFC 标签接口的反射电阻。该电阻的阻值受两天线间耦合系数、天线 Q 值、NFC 标签接口的天线负载共同影响。在 NFC 通信中，当两个特定 NFC 读写器接口与 NFC 标签接口距离一定时（即耦合系数固定），该反射电阻阻值的变化只能由 NFC 标签接口的天线负载变化引起。负载的变化将引起 NFC 读写器接口天线的电流的变化。NFC 标签接口发送的信息可通过对其天线电流变化的测量来解码。

显然，电阻 510 在负载调制时变化越大，流过 NFC 读写器接口天线电流的变化也越大，产生的信号也就越强。反射电阻 Z_r 的值，在电路谐振时可表示为：

$$Z_r = \frac{\omega^2 M^2}{R_2 + R_L}$$

其中 ω 为信号频率， M 为两天线间互感， R_2 和 R_L 分别是谐振环路的等效串行电阻和负载调制的电阻。由于 ω ， M ，和 R_2 在 NFC 通信时均可视为恒定值， Z_r 的变化只由 R_L 控制。显然，当 R_L 在 0 和正无穷变化时， Z_r 变化最大。 Z_r 的最大和最小值可表示为：

$$\begin{aligned} \text{Max}(Z_r) &= \frac{\omega^2 M^2}{R_2}, \text{ 当 } R_L = 0 \\ \text{Min}(Z_r) &= \frac{\omega^2 M^2}{R_2 + \infty} = 0, \text{ 当 } R_L \rightarrow +\infty \end{aligned}$$

标签至读写器链路的信号强度 H 可表示为表示为 NFC 读写器谐振环路上阻抗变化范围与最大阻抗的比值：

$$H = \frac{\text{Max}(Z_r) - \text{Min}(Z_r)}{R_1 + \text{Max}(Z_r)} = \frac{\frac{\omega^2 M^2}{R_2 R_1}}{1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2 R_1}} = \frac{k^2 Q_1 Q_2}{4\pi^2 + k^2 Q_1 Q_2} \quad (4)$$

其中 R_1 为 NFC 读写器接口谐振环路的等效串行电阻，即电阻 503 与电阻 501 之和； Q_1 和 Q_2 分别是 NFC 读写器接口谐振环路和 NFC 标签谐振环路的 Q 值；当 H 为 1 时信号强度最大，当 H 为 0 时信号强度最小。

天线尺寸对 NFC 系统的最主要影响是对 NFC 标签接口天线与 NFC 读写器接口天线之间的耦合系数 k 。天线尺寸越小，在相同距离上天线之间的耦合系数也越小。根据公式 (4)，小型天线与 NFC 读写器接口天线之间的低耦合系数将直接导致负载调制产生的信号强度 H 太小，NFC 读写器接口无法解码该信息。

根据以上分析，当使用小天线导致很低的耦合系数 k 时，有以下几个方法提高信号强度。

NFC 读写器接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值 Q_1 ：由以上分析可知， Q_1 越高，标签至读写器链路的信号强度 H 越高。需要注意的是， Q_1 是整个谐振环路的 Q 值，由 NFC 读写器接口天线的 Q 值、天线驱动的等效串行内阻以及匹配电路的损耗共同决定。为了达到较高的 Q_1 ，需要较高的 NFC 读写器接口天线 Q 值，和很低的的天线驱动等效串行内阻以及匹配电路损耗。

NFC 标签接口谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值 Q_2 ：由以上分析可知， Q_2 越高，标签至读写器链路的信号强度 H 越高。需要注意的是， Q_2 是 NFC 标签接口不接负载时整个谐振环路的 Q

值，由 NFC 标签接口天线的 Q 值以及匹配电路的损耗共同决定。为了达到较高的 Q_2 ，需要较高的 NFC 标签接口天线 Q 值，和很低的匹配电路损耗。

负载调制的电阻 R_L 的变化范围：由以上分析可知，电阻 R_L 的变化越大，标签至读写器链路的信号强度 H 越高。在大部分情况下，电阻 R_L 的最大值与最小值由负载调制的 RF 开关决定。这要求该 RF 开关有着很小的寄生电容，很高的隔离度，以及很低的插入损耗。

可以看出，标签接口如何有效地使用小尺寸天线，和 NFC 系统如何高效地传输能量这两个问题的共同点都在于 NFC 读写器接口和 NFC 标签接口谐振电路的 Q 值。然而一个值得注意的问题是，使用高 Q 值谐振环路将直接降低读写器至标签链路带宽。低带宽将造成 NFC 信号发射强度和接收幅度过低，严重影响通信性能。为解决这个问题，NFC 读写器接口和 NFC 标签接口应分别采用两套谐振环路分别对应不同 Q 值需求。

在 NFC 读写器接口和 NFC 标签接口距离较远时，为避免 NFC 标签接口的负载对通信性能的影响（降低环路 Q 值），能量传输需要被禁用。这可以通过在 NFC 标签接口上检测磁场强度来实现。只有当信号强度达到一定值时，负载才会被接入电路。

NFC 读写器接口设计：

现介绍 NFC 读写器接口设计。图 6 为该 NFC 读写器接口一种实现方式的结构图。

天线 601 是高 Q 值线圈 ($Q > 100$)，负责产生交变磁场以及发送和接收 NFC 信号；可调匹配电路 602 将天线 601 的阻抗调节至合适值，以改善能量传输效率和调节传输功率；其具有两种模式，高 Q 模式和低 Q 模式，可分别将天线谐振环路调谐至高 Q 值 ($Q > 50$) 和低 Q 值 ($Q < 25$) 以优化性能；调制器 604 把待发送的 NFC 数据根据 NFC 协议调制为 NFC 信号，通过天线驱动 603 传送到天线 601 上；其中天线驱动 603 为射频放大器，具有很低的输出阻抗，以提高能量传输效率；解调器 609 通过天线 601 的电流强度感知被动 NFC 接口由负载调制产生的信号，并将该信号解调；MCU 内核 607 控制整个 NFC 读写器接口的工作，其任务包括根据 NFC 协议组织 NFC 数据、数据校验、与片外设备的通信、片上组件的管理与控制等等；数据接口 605 为该 NFC 读写器与片外设备通信的接口，一般为通用串行数据接口，如 SPI, I2C 等；FIFO 606 为数据接口 605 与 MCU 内核 607 之间的桥梁，作为双向通信的数据暂存器；时钟系统 608 产生该 NFC 读写器接口所需的所有时钟，包括 13.56Mhz 载波频率；片上电源管理产生片上组件所需的所有电源。

该 NFC 读写器接口设计相对于传统 NFC 读写器接口最主要的区别是天线谐振环路。该天线谐振环路可在两种模式下工作，即高 Q 值模式和低 Q 值模式。在即高 Q 值模式下，天线谐振环路具有高 Q 值低带宽，13.56Mhz 的无线信号可以以极低的损耗被天线辐射出去。在低 Q 值模式下，天线谐振环路具有低 Q 值高带宽，适合 NFC 信号的发射。这两个模式可以被实时切换，切换由 NFC 读写器接口的 MCU 控制。由于该 NFC 读写器接口设计没有变动通信协议，故其完全兼容现有 NFC 标准，可以与任何标准 NFC 标签通信。

下面介绍该天线谐振环路的一种实现方案。图 7 为该方案的简化电路图。天线驱动 701 为低输出阻抗射频功率放大器，输出阻抗应小于 5 欧姆；天线匹配电路 702 变换天线 705 的阻抗，以控制输出功率；由于天线匹配电路 702 内的元件会带来能量损耗，该电路应采取尽量简单的形式；图 7 上所示天线匹配电路 702 为 PI 型匹配电路，但实际上任何形式的变换电路均可工作，包含 L 型以及单一电容元件的匹配电路；Q 调节电阻 703 配合射频开关 704 控制该天线谐振环路的工作模式，开关断开时电路具有高 Q 值，开关闭合时具有低 Q 值；Q 调节电阻的具体值需在具体天线的阻抗匹配电路的参数下计算。

天线 705 需满足三个条件以达到理想的能量传输效率和通信性能。一，天线 705 连接匹配 702 后在 13.56Mhz 谐振。考虑到天线 705 内部谐振电容受实际值的限制、寄生电容的影响以及与接收天线的互感，天线 705 的电感值不能太大，否则无法在 13.56Mhz 谐振。然而，过低的电感值会导致低的 Q 值，故电感值一般在 1uH 到 10uH 之间比较合适。二，天线

705 有尽可能高的 Q 值。提高 Q 值的方法包括使用具有较大截面积的天线，降低天线的寄生电容，使用阻抗较低的天线材料等等。三，天线 705 需要有合适的面积以提供与发射天线足够的耦合。针对典型 NFC 应用，天线 705 的面积须在 100mm^2 至 5000mm^2 之间。

该 NFC 读写器接口需要实时切换工作模式以配合当前工作状态。该接口绝大多数时间工作于高 Q 值模式以实现高效率能量传输。图 8 为该 NFC 读写器接口的模式控制状态机。该接口在上电复位后的初始模式是高 Q 值模式。复位 t_1 秒后，射频接口开启，未调制的 13.56Mhz 载波被天线功率放大后通过匹配电路经天线发送出去。该信号在 NFC 读写器接口附近产生了一个 13.56Mhz 的交变磁场。NFC 标签接口可接收磁场的能量为自身充电。在开始发送载波后，NFC 读写器接口需等待 t_2 秒，待 NFC 标签接收到足够能量维持自身操作后，才可以发送数据包。 t_3 秒后，NFC 读写器接口切换至低 Q 值模式，并通过天线发送调制好的信号。在信号发送完毕后，NFC 读写器切换回高 Q 值模式并等待至少 t_3 秒，以便接收 NFC 标签信号。NFC 标签必须 t_3 秒内回应。若有标签回应，则 NFC 读写器接口接收信号，并可在接收完成 t_6 秒后发送下个数据包。若 NFC 读写器在 t_3 秒内没有收到 NFC 标签信号，NFC 读写器需切换到另外一种调制方式在 t_5 后再次发送。这样做的目的是为了支持多种不同协议的标签。若 NFC 读写器试过所有的调制方式仍没有标签回应，则认为附近没有标签。此时 NFC 读写器停止载波发送并关闭射频接口以节省能量。NFC 读写器在 t_4 秒后重新开启射频接口并发送载波，重复以上所述步骤。以上 t_1 至 t_6 的设置应参照 NFC 协议标准设定。

NFC 标签接口设计：

现介绍 NFC 标签接口的设计。图 9 为该 NFC 标签接口的第一种实现方案。

天线 901 为高 Q 值线圈天线，负责接收交变磁场的能量和 NFC 读写器接口发来的调制的信号，其最小尺寸为 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ ；可调匹配电路 902 将天线 901 的阻抗调节至合适值；其具有两种模式，高 Q 模式和低 Q 模式，可分别将天线谐振环路调谐至高 Q 值 ($Q > 50$) 和低 Q 值 ($Q < 25$) 以优化性能；解调器 903 将接收到的信号解调，恢复为原始信息；负载调制电路 905 根据待发送的信息，改变天线 901 的负载来实现对交变磁场的调制；数据接口 904 通过数据总线与外围器件通信，配置该被动 NFC 标签接口，以及交换接收到的和待发送的 NFC 原始信息；整流稳压电路 906 将接收到的交变磁场的能量整流和稳压后，通过能量采集接口 907 发送给外围器件；整流稳压电路 906 具有一个开关可以控制负载的接入与断开。

该 NFC 标签接口设计相对于传统 NFC 标签接口最主要的区别是天线谐振环路。该天线谐振环路可在两种模式下工作，即高 Q 模式和低 Q 模式。在高 Q 模式下，天线谐振环路具有高 Q 值低带宽，13.56Mhz 的无线信号可以以极低的损耗被天线接收。在低 Q 模式下，天线谐振环路具有低 Q 值高带宽，适合 NFC 信号的接收。这两个模式可以根据 NFC 标签接口工作状态被实时切换。由于该 NFC 标签接口设计没有变动通信协议，故其完全兼容现有 NFC 标准，可以与任何标准 NFC 读写器通信。

下面介绍该天线谐振环路及附属电路的一种实现方案。图 10 为该方案的简化电路图。天线 1005 与匹配电路 1004 组成天线谐振环路；为降低匹配电路的损耗，匹配电路 1004 可由 T 型、PI 型、L 型电路，甚至单一电容构成，图 10 上所示匹配 1004 为单一并联的电容；电阻 1006 与开关 1007 构成 Q 值调节电路，其中电阻 1006 为固定阻值电容，开关 1007 为 RF 开关；电阻 1006 的阻值应根据天线 1005 与匹配电路 1004 的参数计算，使开关 1007 闭合后，该谐振环路的 Q 值控制在 25 以内；开关 1007 的开启和闭合分别对应该天线谐振环路的高 Q 模式和低 Q 模式；电阻 1003 为调制负载，和开关 1002 一起构成负载调制电路；整流电路 1001 将谐振环路的能量整流后通过开关 908 送至稳压电路；整流电路 1001 即可使用二极管桥式整流，也可使用同步整流电路；开关 1008 控制负载与谐振环路的连接；整流电路 1001 的输入同时连接到解码器输入电路上。

天线 1005 需满足三个条件以达到理想的能量传输效率和通信性能。一，天线 1005 连接匹配 1004 后在 13.56MHz 谐振。考虑到天线 905 内部谐振电容受实际值的限制、寄生电容的影响以及与接收天线的互感，天线 1005 的电感值不能太大，否则无法在 13.56MHz 谐振。然而，过低的电感值会导致低的接收功率，故电感值一般在 1 μ H 到 10 μ H 之间比较合适。二，天线 1005 有尽可能高的 Q 值。提高 Q 值的方法包括使用具有较大截面积的天线，降低天线的寄生电容，使用阻抗较低的天线材料等等。三，天线 1005 需要有合适的面积以提供与发射天线足够的耦合。针对典型 NFC 读写器接口的天线尺寸，天线 1005 的面积须在 100mm² 至 5000mm² 之间。

负载调制电路需最大化负载变化范围来提高使用小天线时的通信性能。开关 1002 需具有隔离度高、插入损耗小的特点。电阻 1003 用来限制通过开关 1002 的电流，以防止其超过最大功率而损坏。电阻 1003 的选择应根据开关 1002 的最大允许功耗与内阻、NFC 标签接口的最大接收功率计算选择。

天线谐振环路的工作模式需根据工作状态实时选择。能量采集和负载调制需要工作在天线谐振环路处于高 Q 值时，而 NFC 信号接收需要工作在谐振环路处于低 Q 值时。图 11 为该 NFC 标签接口的模式控制状态机。该接口在上电复位后的初始模式是低 Q 模式。复位后，该接口反复探测 NFC 载波。若探测到 NFC 载波，则检测载波强度是否大于 A_{c1} 。若大于则切换至高 Q 模式并将负载接入谐振环路采集能量，否则则继续在低 Q 模式并断开负载。这是为了防止磁场强度过低时强行接入负载降低通信性能。然后该接口检测是否有 NFC 读写器接口发送的调制信号。若未检测到则保持在当前模式下，并返回检测载波步骤。若检测到，则立即切换到低 Q 值模式，并接收该 NFC 信号。接收完成后，立即切换至高 Q 模式下，并在 t_1 秒后通过负载调制发送响应信号。负载调制完成后，在高 Q 模式下检测载波是否存在，若不存在则切换到低 Q 模式下继续检测，否则继续在高 Q 模式下工作并重复以上步骤。

A_{c1} 与 A_{c2} 需根据该 NFC 标签接口与 NFC 读写器接口在对其且较近距离时的实际值设定，但 A_{c1} 需大于 A_{c2} ，以防止 NFC 标签接口在两个模式间震荡。 t_1 应根据 NFC 接口协议的标准值设定。

由于这种方案当能量采集进行时检测 NFC 读写器接口信号是在接收性能较差的高 Q 模式下，而实际的信号接收是在低 Q 模式下，若信号调制速率较高时模式转换完成后可能已错过几个调制符号，故此方案在能量采集时只能使用 NFC 低速率协议 (≤ 106 Kbps)。

图 12 为该 NFC 标签接口的第二种实现方案。

该方案包含两个天线，第一天线 1201 和第二天线 1205，及两个天线谐振环路，第一谐振环路和第二谐振环路。第一天线 1201 与第一匹配电路 1202 构成第一天线谐振环路，负责读写器至标签链路的信号接收；第二天线 1205 与第二匹配电路 1206 构成第二天线谐振环路，负责能量接收和负载调制。其中第一谐振环路在 13.56MHz 具有低 Q 值 ($Q < 25$)，第二谐振环路在 13.56MHz 具有高 Q 值 ($Q > 50$)。接收器 1203 将第一谐振环路接收的信号解调，并发送到数据接口 1204；负载调制电路 1208 按照数据接口从外部总线上取得的待发送数据对第二天线 1205 的负载进行调制；数据接口 1204 作为接收器 1203 与负载调制电路 1208 与外围器件交换数据的通道，通过外部总线与外围器件连接获取和传送数据，以及配置该被动 NFC 标签接口；整流稳压电路 1207 将接收到的交变磁场的能量整流和稳压后，通过能量采集接口 1209 发送给外围器件；整流稳压电路 1207 具有一个开关可以控制负载的接入与断开。

该 NFC 标签接口设计相对于传统 NFC 标签接口以及第一种实现方案的最主要区别是包含第一谐振环路和第二谐振环路两个分别具有低 Q 值和高 Q 值的天线谐振环路。第一谐振环路的低 Q 值可以提供很宽的接收带宽，而第二谐振环路的高 Q 值可以提供很高的能量传输效率。这两个谐振环路可以同时工作，故可省去第一种实现方案中复杂的切换电路与控制逻辑。

由于无需切换，第二种实现方案可以支持现有 NFC 的全部传输速率。由于该 NFC 标签接口设计没有变动通信协议，故其完全兼容现有 NFC 标准，可以与任何标准 NFC 读写器通信。

下面介绍该天线谐振环路及附属电路的一种实现方案。图 13 为该方案的简化电路图。天线 1310 与电容 1311 以及电阻 1309 组成第一谐振环路；电阻 1309 的作用是当天线 1310 值太高时用来降低第一谐振环路的 Q 值；第一谐振环路的 Q 值应控制在 25 以下；第一谐振环路的输出接 NFC 接收器；天线 1306 与匹配电路 1304 组成第二谐振环路；为降低匹配电路的损耗，匹配电路 1304 可由 T 型、PI 型、L 型电路，甚至单一电容构成，图 13 上所示匹配电路 1304 为单一并联的电容；第二谐振环路的 Q 值应控制在 50 以上；电阻 1303 为调制负载，和开关 1302 一起构成负载调制电路；整流电路 1301 将谐振环路的能量整流后通过开关 1308 送至稳压电路；整流电路 1301 即可使用二极管桥式整流，也可使用同步整流电路；开关 1308 控制负载与谐振环路的连接；整流电路 1301 的输入同时连接到解码器输入电路上。

在该 NFC 标签接口设计方案中，由于只有第二谐振环路接收的能量才可以被收集和利用（第一谐振环路接收的能量最终将转化为热能而损耗），为了提高能量接收功率，第一谐振环路需尽可能的减少接收的能量（只需满足接收器灵敏度即可）。具体来讲，需要尽可能降低第一谐振环路在接受 13.56Mhz 信号时的电压。第一谐振环路必须至少具有以下性质之一以降低接收的能量。第一，在 13.56Mhz 具有低 Q 值（ <25 ）。这可通过调节电阻 1309 实现，或调节电容 1311 的值使第一谐振电路的谐振频率脱离 13.56Mhz。第二，低天线电感值（ $<4 \mu\text{H}$ ）。低天线电感值可降低与 NFC 读写器接口天线的互感值，从而降低第一谐振环路的震荡电压值。这可通过使用圈数很少的天线，减小天线面积等实现。第三，与 NFC 读写器接口天线低耦合。低耦合也可降低与 NFC 读写器接口天线的互感值，从而降低第一谐振环路的震荡电压值。这可通过减小天线面积，调节天线位置，增大与发射天线的距离实现。

负载调制电路需最大化负载变化范围来提高使用小天线时的通信性能。开关 1302 需具有隔离度高、插入损耗小的特点。电阻 1303 用来限制通过开关 1302 的电流，以防止其超过最大功率而损坏。电阻 1303 的选择应根据开关 1302 的最大允许功耗与内阻、NFC 标签接口的最大接收功率计算选择。

对于第二谐振电路，为了使其可以尽可能多的接收能量，天线 1306 与匹配 1304 需满足四个条件。一，天线 1306 连接匹配 1304 后在 13.56Mhz 谐振。考虑到匹配 1304 内部谐振电容和电感受实际值的限制、寄生电容的影响以及与 NFC 读写器接口天线的互感，天线 1306 的电感值不能太大，否则无法在 13.56Mhz 谐振。然而，过低的电感值会导致低的接收电压，降低总体效率。故电感值一般在 $1\mu\text{H}$ 到 $10\mu\text{H}$ 之间比较合适。二，第二谐振电路有尽可能高的 Q 值。这既要求天线 1306 有尽可能高的 Q 值，又要求匹配 1304 有尽可能低的损耗。提高天线 Q 值的方法包括使用具有较大截面积的天线，降低天线的寄生电容，使用阻抗较低的天线材料等等。降低匹配 1304 损耗的方法主要是使用尽可能简单的匹配电路，因为匹配越复杂，产生损耗的途径越多。三，天线 1306 连接匹配 1304 后的输出阻抗需与负载阻抗匹配，保证最大功率传输。这可以通过调节匹配 1304 的参数实现。四，天线 1306 需要有合适的面积以提供与 NFC 读写器接口天线足够的耦合。针对典型 NFC 读写器接口的天线尺寸，天线 1306 的面积须在 100mm^2 至 5000mm^2 之间。

图 14 为该 NFC 标签接口的控制状态机。该接口在上电复位后处于低功耗状态等待 NFC 载波。若探测到 NFC 载波，则检测载波强度是否大于 A_t 。若大于则将负载接入谐振环路采集能量，否则则断开负载。这是为了防止磁场强度过低时强行接入负载降低通信性能。然后该接口检测是否有 NFC 读写器接口发送的调制信号。若未检测到则返回检测载波步骤。若检测到，则接收该 NFC 信号。接收完成后，在 t_1 秒后通过负载调制发送响应信号。负载调制完成后，返回检测载波步骤并重复以上步骤。 A_t 需根据该 NFC 标签接口与 NFC 读写器接口

在对其且较近距离时的实际值设定，保证负载接入后不会影响到通信稳定性。 t_1 应根据 NFC 接口协议的标准值设定。

1、一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口，其特征在于，所述 NFC 读写器接口包括天线、可调匹配电路、天线驱动单元、调制器、解调器及 MCU 内核；

所述天线、可调匹配电路和天线驱动单元构成可实时切换高/低 Q 值工作模式的天线谐振环路。

2、根据权利要求 1 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口，其特征在于，所述天线、可调匹配电路、天线驱动单元、调制器及 MCU 内核依次连接，同时所述可调匹配电路还连接解调器的输入端，所述解调器的输出端连接 MCU 内核，所述 MCU 内核的输出端还连接可调匹配电路。

3、根据权利要求 2 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口，其特征在于，所述 NFC 读写器接口还包括电源管理单元、时钟系统及数据接口单元，所述数据接口单元通过 FIFO 单元连接到 MCU 内核上，所述数据接口单元用于接收 NFC 数据；

所述电源管理单元对所述 NFC 读写器接口上的元件进行供电；

所述时钟系统用于产生 NFC 读写器接口上需要的所有时钟。

4、根据权利要求 2 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口天线谐振环路，其特征在于，所述可调匹配电路用于调节天线的阻抗，所述天线驱动单元对调制器产生的信号进行功率放大，并将放大过的信号通过可调匹配电路传送给天线。

5、根据权利要求 4 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口天线谐振环路，其特征在于，所述天线谐振环路还包

括 Q 值调节电路及 Q 值调节开关。

6、根据权利要求 5 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口天线谐振环路，其特征在于，所述 Q 值调节开关与 Q 值调节电阻串联后与天线并联。

7、根据权利要求 5 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口天线谐振环路，其特征在于，所述天线谐振环路包括两种工作模式，分别为高 Q 值模式及低 Q 值模式，两种模式可通过 Q 值调节开关实时切换控制。

8、根据权利要求 5 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口天线谐振环路，其特征在于，所述 Q 值调节开关由一电信号实时控制开关的断开和闭合。

9、根据权利要求 5 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口，其特征在于，所述可调匹配电路包括 T 型、PI 型、L 型或单一电容，并具有小于 1db 的低插入损耗，所述天线驱动单元具有小于 5 欧姆的输出阻抗。

10、根据权利要求 7 所述的一种为能量采集和小尺寸天线优化的 NFC 读写器接口天线谐振环路，其特征在于，所述天线电感值在 1uH 到 10uH 之间，天线面积在 100mm²至 5000mm²之间，高 Q 值模式时天线谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值在 50 以上，低 Q 值模式时天线谐振环路在 13.56Mhz 的 Q 值在 25 以下。

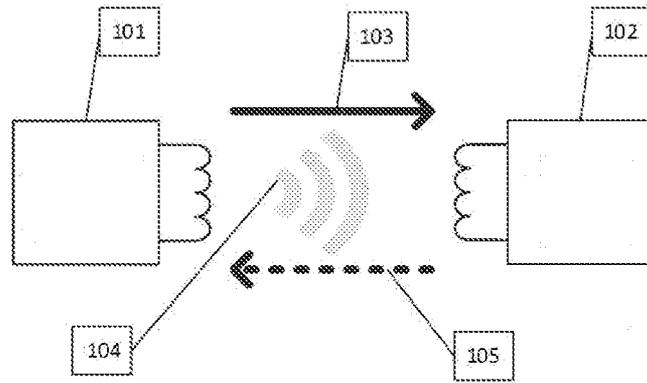


图 1

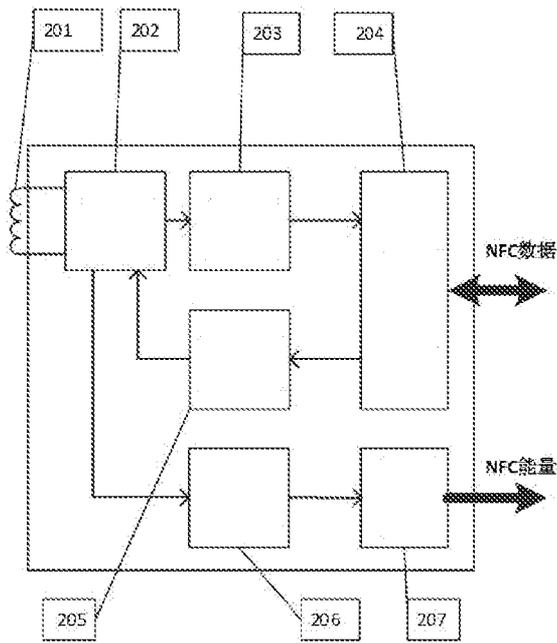


图 2

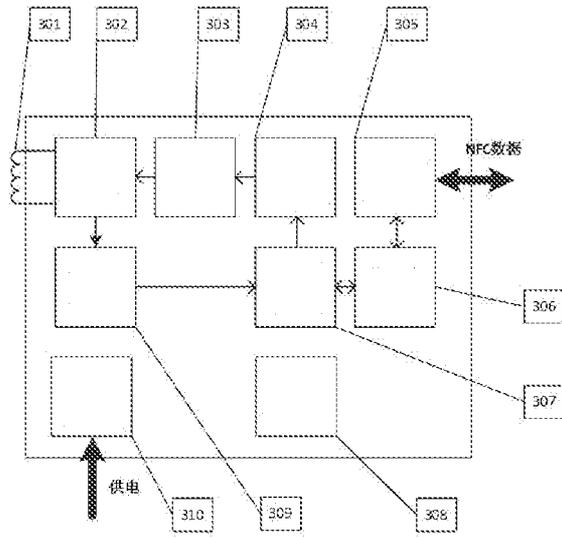


图 3

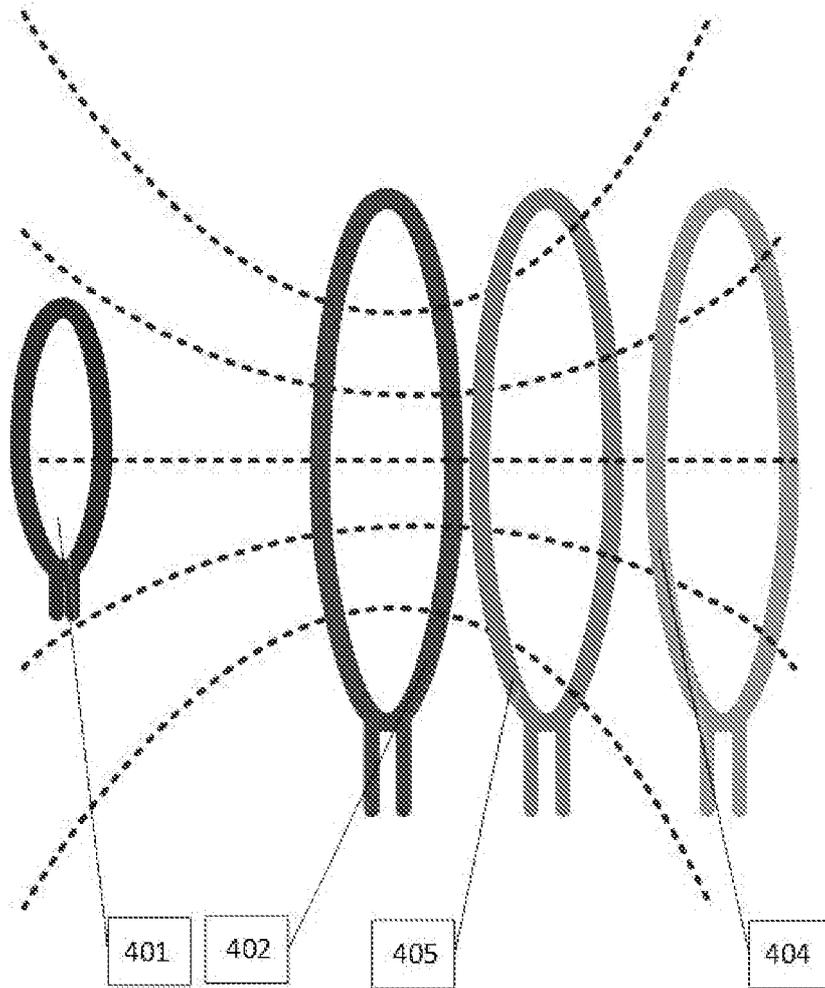


图 4

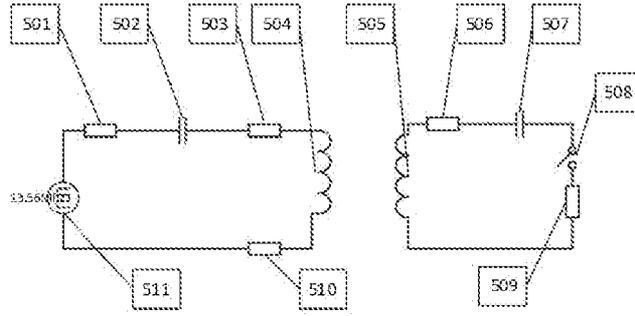


图 5

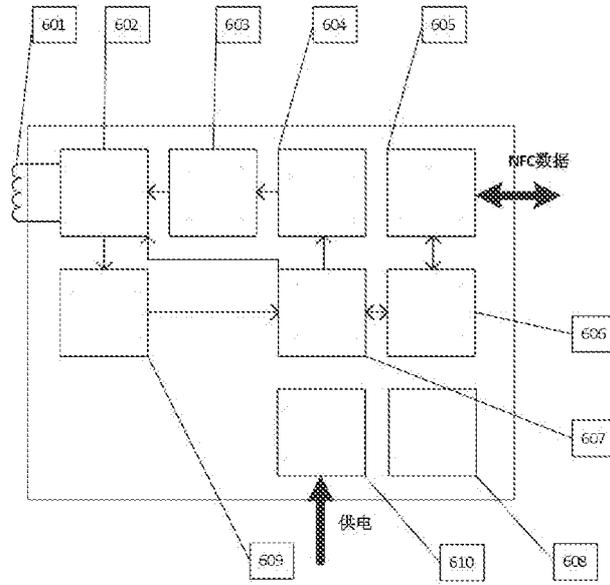


图 6

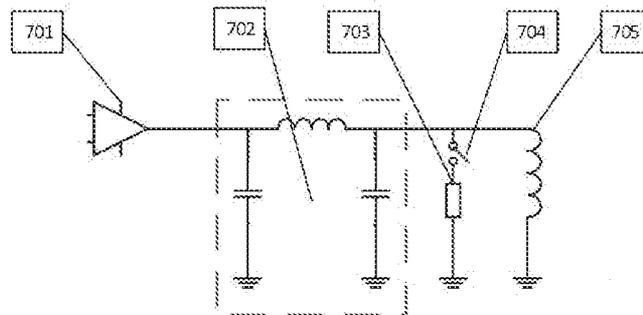


图 7

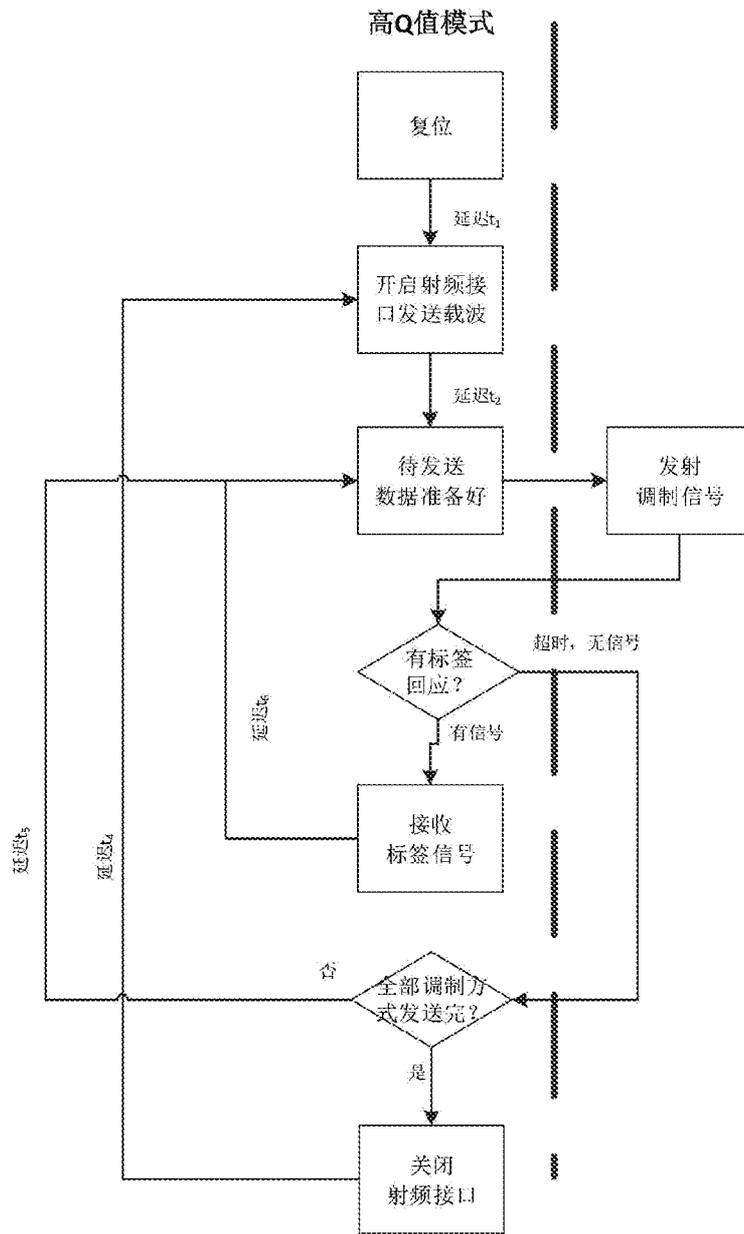


图 8

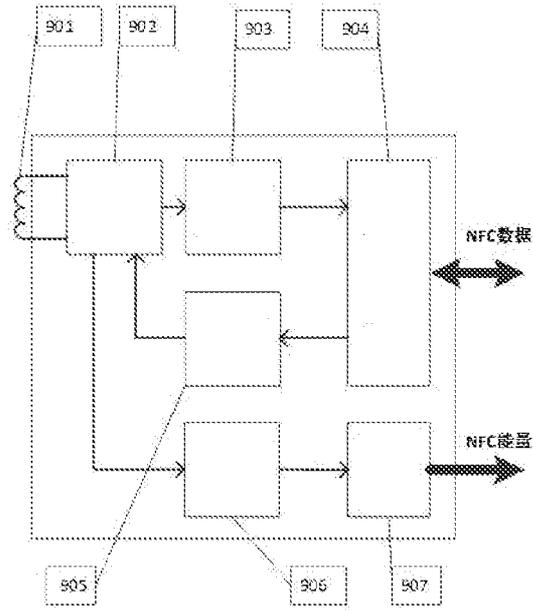


图 9

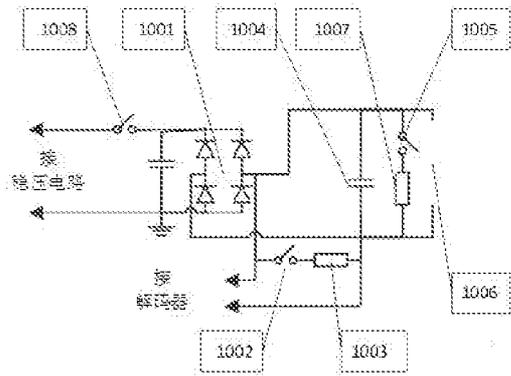


图 10

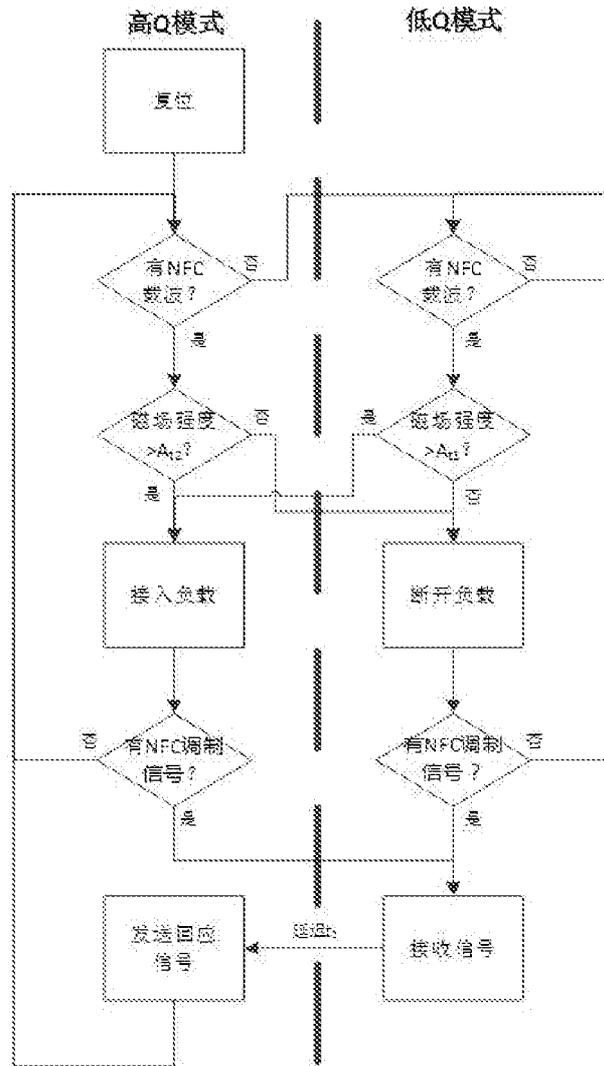


图 11

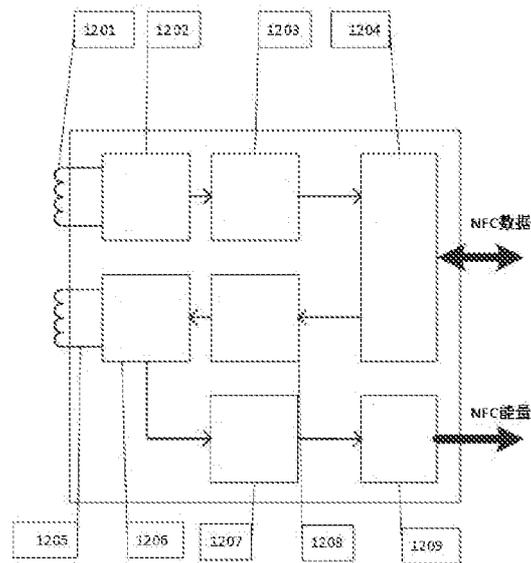


图 12

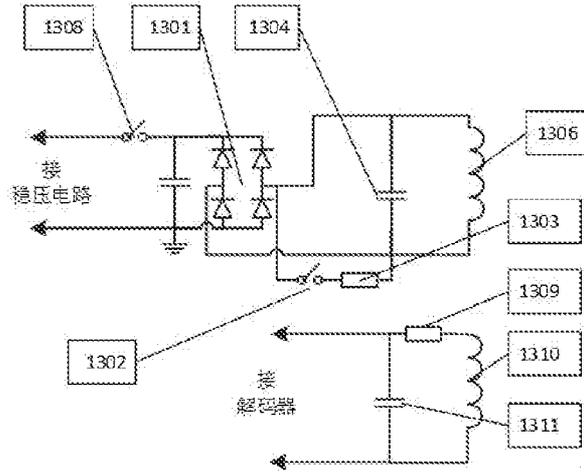


图 13

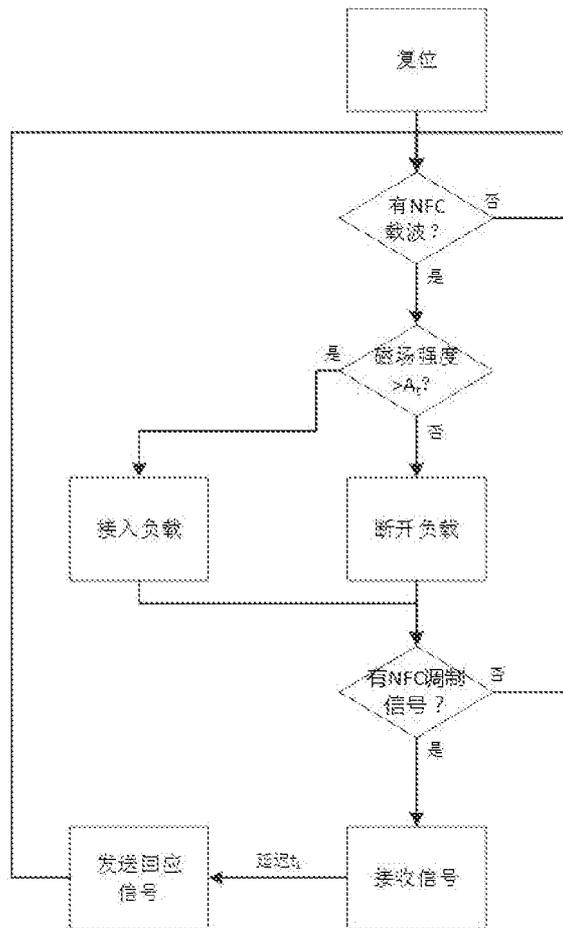


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/080851

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 5/02 (2006.01) i; H02J 50/20 (2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B; H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: quality coefficient, Q value, NFC, near field communication, antenna, Q factor, quality factor, tunable, switch, energy, charge

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 204030732 U (LIERDA SCIENCE AND TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.), 17 December 2014 (17.12.2014), description, paragraphs [0018]-[0022], and figure 1	1-10
Y	CN 105099527 A (WANG, Qingbin), 25 November 2015 (25.11.2015), description, paragraph [0014]	1-10
Y	CN 102710299 A (FELICA NETWORKS, INC.), 03 October 2012 (03.10.2012), description, paragraph [0081], and figure 3	5-10
A	CN 105262513 A (WANG, Qingbin), 20 January 2016 (20.01.2016), the whole document	1-10
A	CN 104319830 A (SHENZHEN HONMAX TECHNOLOGY CO., LTD.), 28 January 2015 (28.01.2015), the whole document	1-10
A	GB 2501578 A (CAMBRIDGE SILICON RADIO LIMITED), 30 October 2013 (30.10.2013), the whole document	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search

23 November 2016 (23.11.2016)

Date of mailing of the international search report

26 December 2016 (26.12.2016)

Name and mailing address of the ISA/CN:
 State Intellectual Property Office of the P. R. China
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
 Haidian District, Beijing 100088, China
 Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer

WANG, Yanhua

Telephone No.: (86-10) **62413290**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/080851

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 204030732 U	17 December 2014	None	
CN 105099527 A	25 November 2015	None	
CN 102710299 A	03 October 2012	US 2012252362 A1	04 October 2012
		EP 2506190 A2	03 October 2012
		TW 201301825 A	01 January 2013
		JP 2012205216 A	22 October 2012
CN 105262513 A	20 January 2016	None	
CN 104319830 A	28 January 2015	None	
GB 2501578 A	30 October 2013	DE 102013005059 A1	24 October 2013
		US 2013281016 A1	24 October 2013

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04B 5/02 (2006.01) i; H02J 50/20 (2016.01) i</p> <p>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>H04B; H02J</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 近场通信, 近场通讯, 天线, 品质因子, 质量因子, 品质系数, 质量系数, Q值, 可调, 切换, 能量, 充电, NFC, near field communication, antenna, Q factor, quality factor, tunable, switch, energy, charge</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 204030732 U (利尔达科技集团股份有限公司) 2014年 12月 17日 (2014 - 12 - 17) 说明书第[0018]-[0022]段, 附图1</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 105099527 A (王清斌) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 说明书第[0014]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102710299 A (飞力凯网路股份有限公司) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 说明书第[0081]段, 附图3</td> <td>5-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105262513 A (王清斌) 2016年 1月 20日 (2016 - 01 - 20) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104319830 A (深圳市安普盛科技有限公司) 2015年 1月 28日 (2015 - 01 - 28) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>GB 2501578 A (CAMBRIDGE SILICON RADIO LIMITED) 2013年 10月 30日 (2013 - 10 - 30) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 204030732 U (利尔达科技集团股份有限公司) 2014年 12月 17日 (2014 - 12 - 17) 说明书第[0018]-[0022]段, 附图1	1-10	Y	CN 105099527 A (王清斌) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 说明书第[0014]段	1-10	Y	CN 102710299 A (飞力凯网路股份有限公司) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 说明书第[0081]段, 附图3	5-10	A	CN 105262513 A (王清斌) 2016年 1月 20日 (2016 - 01 - 20) 全文	1-10	A	CN 104319830 A (深圳市安普盛科技有限公司) 2015年 1月 28日 (2015 - 01 - 28) 全文	1-10	A	GB 2501578 A (CAMBRIDGE SILICON RADIO LIMITED) 2013年 10月 30日 (2013 - 10 - 30) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 204030732 U (利尔达科技集团股份有限公司) 2014年 12月 17日 (2014 - 12 - 17) 说明书第[0018]-[0022]段, 附图1	1-10																					
Y	CN 105099527 A (王清斌) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 说明书第[0014]段	1-10																					
Y	CN 102710299 A (飞力凯网路股份有限公司) 2012年 10月 3日 (2012 - 10 - 03) 说明书第[0081]段, 附图3	5-10																					
A	CN 105262513 A (王清斌) 2016年 1月 20日 (2016 - 01 - 20) 全文	1-10																					
A	CN 104319830 A (深圳市安普盛科技有限公司) 2015年 1月 28日 (2015 - 01 - 28) 全文	1-10																					
A	GB 2501578 A (CAMBRIDGE SILICON RADIO LIMITED) 2013年 10月 30日 (2013 - 10 - 30) 全文	1-10																					
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 11月 23日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 12月 26日</p>																						
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>王燕花</p> <p>电话号码 (86-10) 62413290</p>																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/080851

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	204030732	U	2014年 12月 17日	无			
CN	105099527	A	2015年 11月 25日	无			
CN	102710299	A	2012年 10月 3日	US	2012252362	A1	2012年 10月 4日
				EP	2506190	A2	2012年 10月 3日
				TW	201301825	A	2013年 1月 1日
				JP	2012205216	A	2012年 10月 22日
CN	105262513	A	2016年 1月 20日	无			
CN	104319830	A	2015年 1月 28日	无			
GB	2501578	A	2013年 10月 30日	DE	102013005059	A1	2013年 10月 24日
				US	2013281016	A1	2013年 10月 24日