

(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
2024 年 9 月 19 日 (19.09.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/187807 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 50/60 (2016.01) **H02J 50/40** (2016.01)
H02J 50/12 (2016.01) **H02J 7/00** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/132257

(22) 国际申请日: 2023 年 11 月 17 日 (17.11.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310261166.8 2023年3月13日 (13.03.2023) CN

(71) 申请人: 荣耀终端有限公司 (HONOR DEVICE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路 8089 号深业中城 6 号楼 A 单元 3401, Guangdong 518040 (CN)。

(72) 发明人: 张安乐 (ZHANG, Anle); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路 8089 号深业中城 6 号楼 A 单元 3401, Guangdong 518040 (CN)。宋佳祥 (SONG, Jiaxiang); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路 8089 号深业中城 6 号楼 A 单元 3401, Guangdong 518040 (CN)。朱晓勇 (ZHU, Xiaoyong); 中国广东省深圳市福田区香蜜湖街道红荔西路 8089 号深业中城 6 号楼 A 单元 3401, Guangdong 518040 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市罗湖区南湖街道春风路庐山大厦 B 座 18C2、18D、18E、18E2, Guangdong 518001 (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,

(54) Title: METALLIC FOREIGN MATTER DETECTION CIRCUIT AND METHOD, AND RELATED APPARATUS

(54) 发明名称: 金属异物检测电路、方法及相关装置

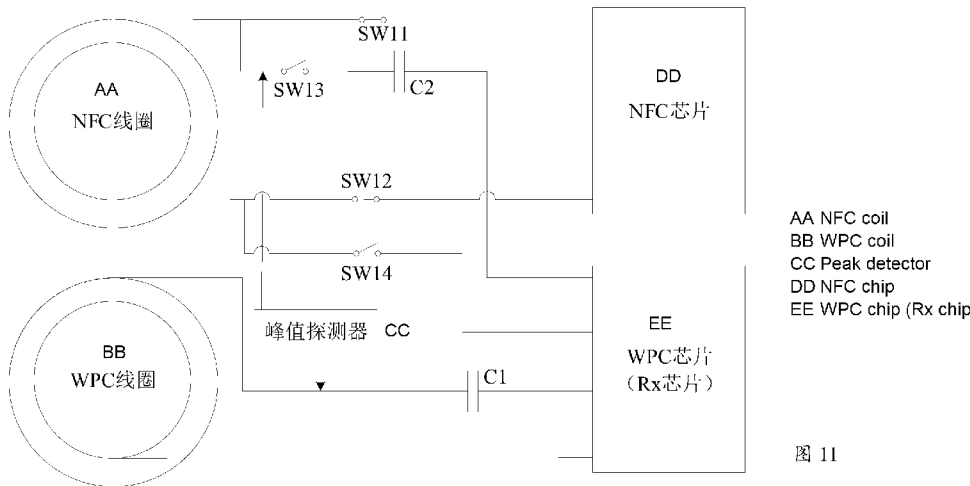


图 11

(57) Abstract: Provided in the present application are a metallic foreign matter detection circuit and method, and a related apparatus. The metallic foreign matter detection circuit comprises a first coil and a second coil, wherein the second coil is located on the periphery of the first coil. A first end of the second coil is connected, by means of a first switch circuit, to a control circuit corresponding to the coil, and a second end of the second coil is directly connected to the control circuit. The first switch circuit is connected to a second switch circuit in parallel, and the second switch circuit comprises a first capacitor and a switch, which are connected in series. By means of controlling the on-off states of the first switch circuit and the second switch circuit, the second coil is connected to a first capacitor in series so as to obtain an LC resonant circuit, a quality factor of the LC resonant circuit is acquired, and finally, a metallic foreign matter which is located within the position range of the second coil is detected according to the quality factor. It can be seen from the content that in a detection circuit, a second coil is used to assist in the detection of a metallic foreign matter outside a first coil, such that the risk of the temperature of the metallic foreign matter being excessively high caused by performing normal charging without detecting a metallic foreign matter at the edge of the first coil is avoided, thereby improving the safety during wireless charging.

CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

(57) 摘要: 本申请提供了一种金属异物检测电路、方法及相关装置, 该金属异物检测电路包括第一线圈和第二线圈, 第二线圈位于第一线圈的外围。第二线圈的第一端通过第一开关电路连接该线圈对应的控制电路, 第二端直接连接该控制电路。第一开关电路与第二开关电路并联, 第二开关电路包括串联的第一电容和开关。通过控制第一、第二开关电路的开关状态使得第二线圈与第一电容串联得到LC谐振电路, 获取该LC谐振电路的品质因数, 最后根据该品质因数检测位于第二线圈所在位置范围内的金属异物。由上述内容可知, 该检测电路利用第二线圈辅助检测第一线圈之外的金属异物, 避免未检出第一线圈边缘的金属异物而正常充电导致金属异物温度过高的风险, 提高了无线充电过程的安全性。

金属异物检测电路、方法及相关装置

本申请要求于 2023 年 03 月 13 日提交中国国家知识产权局、申请号为 2023102611668、发明名称为“金属异物检测电路、方法及相关装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及无线充电技术领域，尤其涉及金属异物检测电路、方法及相关装置。

背景技术

无线充电技术主要采用电磁感应原理，通过线圈进行能量耦合实现电能传递。无线充电器和电子设备（即，手机、蓝牙耳机等）上分别设置有线圈。无线充电器内设置有发射线圈，电子设备内部设置有接收线圈。电子设备放到无线充电器上，无线充电器接通电源后，发射线圈上的交流电流产生变化的磁场，接收线圈会感应到磁场的变化产生感应电流，再把感应电流转化为直流电给手机电池充电。

无线充电过程中，如果无线充电器与电子设备之间存在金属（如硬币、钥匙）等导电物体，磁场内部会产生涡旋电流，涡旋电流的焦耳效应会使金属物体发热，如果热量得不到释放而累积过高会导致无线充电器和电子设备损坏，严重时还可能使电子设备的电池过热发生爆炸。

发明内容

有鉴于此，本申请提供了金属异物检测方法及相关装置，以便准确检测金属异物，其公开的技术方案如下：

第一方面，本申请提供了一种金属异物检测电路，应用于电子设备，该电子设备包括第一线圈和第二线圈，第一线圈为无线充电线圈，第二线圈位于第一线圈的外围，金属异物检测电路包括：第二线圈的第一端通过第一开关电路连接第二线圈控制电路的第一端，第二线圈的第二端连接第二线圈控制电路的第二端；第二开关电路与第一开关电路并联，第二开关电路包括串联的第一电容及开关；第二线圈控制电路获取 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据，并根据电压峰值数据计算得到 LC 谐振电路的 Q 值，LC 谐振电路包括串联连接的第二线圈和第一电容，Q 值用于检测第二线圈所在位置范围内的金属异物。由上述内容可知，该检测电路利用第二线圈辅助检测第一线圈之外的金属异物，避免未检出第一线圈边缘的金属异物而正常充电导致金属异物温度过高的风险，提高了无线充电过程的安全性。

在第一方面一种可能的实现方式中，第二线圈为近场通信 NFC 线圈。这样，可以在不增加硬件成本的同时提高金属异物检测准确率。

在第一方面一种可能的实现方式中，第二开关电路包括第一电容和第一开关；第一电容的第一端连接第二线圈的第一端，第一电容的第二端连接第一开关的第一端，第一开关的第二端连接第二线圈控制电路的第一端；或者，第一开关的第一端连接第二线圈的第一端，第一开关的第二端连接第一电容的第一端，第一电容的第二端连接第二线圈控制电路的第一端。

在第一方面一种可能的实现方式中，第二开关电路包括第一电容、第二开关和第三开关；第二开关的第一端连接第二线圈的第一端，第二开关的第二端连接第一电容的第一端，第一电容的第二端连接第三开关的第一端，第三开关的第二端连接第二线圈控制电路的第一端。这样，第一电容两端均串联有开关，当电子设备利用 NFC 线圈实现 NFC 通信功能时，第二开关和第三开关均断开，从而防止第一电容的电信号传输至 NFC 线圈，避免了 NFC 线圈受 C2 干扰。

在第一方面一种可能的实现方式中，第二线圈控制电路控制 LC 谐振电路进行充电和放电，以及触发峰值探测器采集 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据。该方案应用于第二线圈控制电路设置有对应的峰值探测器的场景下，这样第二线圈控制电路控制 LC 谐振电路充放电过程中，可以直接触发峰值探测器采集电压峰值数据，从而实现快速采集所需数据，进一步提高了金属异物检测效率。

在第一方面一种可能的实现方式中，金属异物检测电路包括与第一线圈连接的第一线圈控制电路，第一线圈控制电路控制 LC 谐振电路进行充电和放电，以及触发峰值探测器采集 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据。

在第一方面一种可能的实现方式中，第一线圈控制电路是无线充电线圈芯片，第二线圈控制电路是 NFC 芯片。

在第一方面一种可能的实现方式中，金属异物检测电路包括与第一线圈连接的第一线圈控制电路，第一线圈控制电路触发第二线圈控制电路启动。

在第一方面一种可能的实现方式中，金属异物检测电路包括与第一线圈连接的第一线圈控制电路，第一线圈控制电路控制第一开关电路断开以及第二开关电路闭合，使得第二线圈与第一电容串联形成 LC 谐振电路；或者，第二线圈控制电路控制第一开关电路断开以及第二开关电路闭合，使得第二线圈与第一电容串联形成 LC 谐振电路。

第二方面，本申请还提供了一种金属异物检测电路，应用于电子设备，电子设备包括第一线圈和第二线圈，第一线圈为无线充电线圈，第二线圈位于第一线圈的外围，金属异物检测电路包括：第一线圈连接第一线圈控制电路，第一线圈控制电路用于控制第一线圈的工作状态；第二线圈的第一端通过第三开关电路连接第二线圈控制电路的第一端，第二线圈的第二端通过第四开关电路连接第二线圈控制电路的第二端，第二线圈控制电路用于控制第二线圈的工作状态；第二线圈的第一端还通过第五开关电路连接第一线圈控制电路的第一端，第二线圈的第二端还通过第六开关电路连接第一线圈控制电路的第二端，第五开关电路包括串联的第一电容和开关；第一线圈控制电路获取 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据，以及根据电压峰值数据计算得到的 Q 值；第一线圈控制电路根据 Q 值检测第二线圈所在范围内的金属异物。该方案可以精准检测到处于 WPC 线圈范围之外的金属异物，避免没有检测到位于 WPC 线圈边缘的金属异物而正常充电导致金属异物温度过高带来的风险，最终提高了无线充电过程的安全性。而且，该方案由 RX 芯片计算 LC 谐振电路的 Q 值以及根据 Q 值检测金属异物，因此，无需修改 NFC 芯片的软件（即处理逻辑）及硬件，节省了修改 NFC 芯片的成本，最终降低了整个金属异物检测方案的成本。

在第二方面一种可能的实现方式中，第二线圈为近场通信 NFC 线圈。这样，可以在不增加硬件成本的同时提高金属异物检测准确率。

在第二方面一种可能的实现方式中，第一线圈控制电路控制第二线圈与第一电容串联得到的 LC 谐振电路进行充电和放电，并在 LC 谐振电路的放电阶段，触发峰值探测器检测 LC 谐振电路的电压峰值数据。

在第二方面一种可能的实现方式中，第一线圈控制电路控制三开关电路和第四开关电路断开，以及控制第五开关电路和第六开关电路闭合，使得第二线圈与第一电容串联得到 LC 谐振电路。

在第二方面一种可能的实现方式中，第一线圈控制电路是无线充电线圈芯片，第二线圈控制电路是 NFC 芯片。

第三方面，本申请还提供了一种金属异物检测方法，应用于电子设备，电子设备包括第一方面任一项的金属异物检测电路，方法包括：控制第二线圈连接的开关电路的开关状态，使得第二线圈与第一电容串联得到 LC 谐振电路；控制 LC 谐振电路进行充电，并在充电完成后放电；获取 LC 谐振电路处于放电阶段的电压峰值数据；根据电压峰值数据计算得到 LC 谐振电路的品质因数 Q 值，并根据 Q 值检测第二线圈所在位置范围内的金属异物。

第四方面，本申请还提供了一种无线充电系统，包括无线充电底座和电子设备：无线充电底座包括第一 WPC 线圈和第一 NFC 线圈，第一 NFC 线圈位于第一 WPC 线圈的外围；电子设备包括第二 WPC 线圈和第二 NFC 线圈，第二 NFC 线圈位于第二 WPC 线圈的外围；无线充电底座控制第一 NFC 线圈发射第一 NFC 信号，并在检测到第一 NFC 信号的电压值低于正常电压值时，确定无线充电底座与电子设备之间存在金属异物；或者，电子设备控制第二 NFC 线圈发射第二 NFC 信号，并在检测到第二 NFC 信号的电压值低于正常电压值时，确定电子设备与无线充电底座之间存在金属异物。可见，该系统中的无线充电底座内也可以在 WPC 线圈的外围设置 NFC 线圈，通过 NFC 线圈检测 WPC 线圈边缘的金属异物，提高了无线充电底座的金属异物检测准确率。而且，该系统可以利用无线充电底座与电子设备之间的 NFC 信号的电压变化情况检测金属异物，无需使 NFC 线圈与电容串联形成 LC 谐振电路，降低了硬件成本，同时提高了金属异物检测准确率，进一步提高了无线充电过程的安全性。

第五方面，本申请还提供了一种无线充电底座，包括第一方面任一项的金属异物检测电路。

第六方面，本申请还提供了一种电子设备，包括第一方面任一项的金属异物检测电路。

第七方面，本申请还提供了一种芯片系统，包括：至少一个处理器以及接口，接口用于接收代码指令，并传输给至少一个处理器；至少一个处理器运行代码指令，以实现第三方面的金属异物检测方法。

第八方面，本申请还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有指令，当指令在电子设备上运行时，使得电子设备执行如第三方面的金属异物检测方法。

应当理解的是，本申请中对技术特征、技术方案、有益效果或类似语言的描述并不是暗示在任意的单个实施例中可以实现所有的特点和优点。相反，可以理解的是对于特征或有益效果的描述意味着在至少一个实施例中包括特定的技术特征、技术方案或有益效果。因此，本说明书中对于技术特征、技术方案或有益效果的描述并不一定是指相同的实施例。进而，还可以任何适当的方式组合本实施例中所描述的技术特征、技术方案和有益效果。

本领域技术人员将会理解，无需特定实施例的一个或多个特定的技术特征、技术方案或有益效果即可实现实施例。在其他实施例中，还可在没有体现所有实施例的特定实施例中识别出额外的技术特征和有益效果。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，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。

图 1 是一种无线充电系统的示意图；

图 2 是图 1 所示的无线充电系统中的线圈位置示意图；

图 3 是一种无线充电底座及电子设备内的线圈结构示意图；

图 4 是本申请实施例提供的一种电子设备内线圈结构的示意图；

图 5 是本申请实施例提供的一种无线充电底座的线圈结构的示意图；

图 6 是本申请实施例提供的电子设备的一种金属异物检测电路的示意图；

图 7 是图 6 所示的金属异物检测电路工作时的电路示意图；

图 8 是图 6 所示电路对应的金属异物检测方法的流程图；

图 9 是本申请实施例提供的电子设备的另一种金属异物检测电路的示意图；

图 10 是图 9 所示电路对应的金属异物检测方法的流程图；

图 11 是本申请实施例提供的电子设备的又一种金属异物检测电路的示意图；

图 12 是图 11 所示电路工作时的电路示意图；

图 13 是图 11 所示电路对应的金属异物检测方法的流程图。

具体实施方式

本申请说明书和权利要求书及附图说明中的术语“第一”、“第二”和“第三”等是用于区别不同对象，而不是用于限定特定顺序。

在本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请实施例中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

如图 1 和图 2 所示，以电子设备是手机为例，无线充电系统包括无线充电底座 1 和手机 2。

无线充电底座 1 内部都设置有无线充电（WirelessPowerConsortium，WPC）线圈 11，无线充电底座 1 内的 WPC 线圈为发射线圈。手机 2 内部设置有 WPC 线圈 12，在手机处于无线正向充电状态（即无线充电底座为手机内的电池充电）时，WPC 线圈 12 为接收线圈。

图 3 示出了无线充电底座和电子设备内的线圈示意图。

如图 3 的（1）所示，无线充电底座的线圈结构包括磁板 13 和 WPC 线圈 11。如图 3 的（2）所示，电子设备的线圈结构包括 WPC 线圈 12 和磁板 14。

无线充电系统的金属异物检测主要通过 WPC 线圈的品质因子值（Q 值）变化或功率损失（ P_{loss} =无线充电底座发出的功率-电子设备接收的功率）实现。

例如，设置Q值对应的预设阈值。如果Q值对应的预设阈值太小极易误触发异物报警导致充电终止，因此，为了避免误触异物报警，预设阈值不能太小。但是，当金属物体处于图3的(1)和(2)中15所示位置时，无线充电底座的WPC线圈11和电子设备的WPC线圈12的Q值变化非常小，通过比较Q值及其对应的预设阈值无法检测到该金属物体，充电系统会认为不存在异物而正常进行充电，而这会导致金属物体温度升高，进一步可能会导致无线充电底座和电子设备的损坏，严重时可能导致电子设备内的电池过热爆炸。利用功率损失检测金属异物存在同样的问题。

为了解决上述技术问题，本申请提供了一种金属异物检测方法，该方法在电子设备或无线充电底座内增设线圈（可称为辅助检测线圈），通过检测辅助检测线圈的Q值来检测无线充电底座与电子设备之间是否存在金属异物。这样，提高了金属异物的检测准确率，进而可以控制金属异物的温度升高，从而降低安全风险。本申请对辅助检测线圈的类型不做限定。例如，辅助检测线圈可以是电子设备或无线充电底座内的已有其他线圈，诸如电子设备内的近场通信（Near Field Communication, NFC）线圈，这样可以在不增加硬件成本的同时提高金属异物的检测准确率。

在一些实施例中，电子设备可以是手机、平板电脑、桌面型、膝上型、笔记本电脑、超级移动个人计算机（Ultra-mobile Personal Computer, UMPC）、手持计算机、上网本、个人数字助理（Personal Digital Assistant, PDA）、可穿戴电子设备、智能手表等具有无线充电功能的设备。

在本申请一示例性实施例中，电子设备可以包括处理器，充电管理模块，电源管理模块，电池，无线通信模块等。此外，电子设备内部还设置有WPC线圈和NFC线圈。本实施例中的无线通信模块可以包括WPC芯片和NFC芯片。

可以理解的是，本实施例示意的结构并不构成对电子设备的具体限定。在另一些实施例中，电子设备可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者拆分某些部件，或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件，软件或软件和硬件的组合实现。

在本申请实施例中，电子设备的WPC芯片用于与无线充电底座中的WPC芯片进行通信，以及检测电子设备与无线充电底座之间是否存在金属异物。为了区分电子设备的WPC芯片和无线充电底座的WPC芯片，本文中将电子设备的WPC芯片记为RX（Receiver，接收）芯片，将无线充电底座的WPC芯片记为TX（Transmitter，发送）芯片。

电子设备可以通过WPC芯片和无线充电线圈对电池进行无线充电，在无线充电过程中，通过NFC芯片和NFC线圈辅助检测电子设备与无线充电底座之间是否存在金属异物。

处理器可以包括一个或多个处理单元，不同的处理单元可以是独立的器件，也可以集成在一个或多个处理器中。例如，在本申请实施例中，处理器包括应用处理器（application processor, AP）。

在本申请一示例性实施例中，WPC芯片与NFC芯片可以通过处理器实现间接通信，例如，WPC芯片向NFC芯片发送数据或指令时，WPC芯片先将数据或指令发送至处理器，再由处理器将其转发至NFC芯片。同理，NFC芯片向WPC发送数据或指令时，NFC芯片先将数据或指令发送至处理器，再由处理器将其转发至WPC芯片。

另外，在上述部件之上，运行有操作系统。例如，Android®操作系统，iOS®操作系统，

Windows®操作系统等。在该操作系统上可以安装运行应用程序，例如，设置，图库，日历，通话，地图等。在本申请实施例中，用户可以在设置 APP 中点击电池功能项进入电池功能页面，然后在电池功能页面打开无线充电开关，从而使电子设备可以进行无线充电。

下面将结合图 4 和图 5 介绍本申请实施例提供的电子设备的线圈结构。

在一些示例中，为了满足 NFC 通信需求（如 NFC 通常应用于移动支付、智能门禁、公交卡、电子门票、智能标签等领域），电子设备还设置有 NFC 线圈和 NFC 芯片。

在一示例中，如图 4 所示，NFC 线圈 16 设置在 WPC 线圈 12 的外围，用于实现电子设备的 NFC 功能。

针对 WPC 线圈外围设置有 NFC 线圈的电子设备，本申请的金属异物检测方法可以通过检测 NFC 线圈的 Q 值来辅助检测金属异物。例如，可以计算 NFC 线圈的 Q 值来检测 NFC 线圈所处位置范围内是否存在金属异物，从而提高金属异物的检测准确率，同时避免未检出金属异物而正常充电导致金属异物温度过高的风险。

在另一示例中，电子设备内可以设置至少两个 WPC 线圈，可以通过检测任意 WPC 线圈对应的 Q 值，来检测对应该 WPC 线圈所处范围内是否存在金属异物。例如，可以在原有的 WPC 线圈 12 的外围增设一个或多个 WPC 线圈。通过检测增设的 WPC 线圈对应的 Q 值来判定原有 WPC 线圈的外围是否存在金属异物。

在本申请的另一示例性实施例中，还可以在无线充电底座内设置至少两个线圈，例如，至少两个线圈都可以是 WPC 线圈，或者，一个是 WPC 线圈，另一个是 NFC 线圈。这样，可以通过设置在外围的线圈检测是否存在金属异物。

以无线充电底座内设置 WPC 线圈和 NFC 线圈为例，如图 5 所示，可以在无线充电底座的 WPC 线圈 11 外围增设其他类型的线圈，如 NFC 线圈 17。这样，无线充电底座可以通过检测 NFC 线圈 17 的 Q 值的变化来判断 15 所示位置是否存在金属异物。

在一些实施例中，在无线充电底座和电子设备均设置有 NFC 线圈的场景下，无线充电底座可以通过检测通讯信号（如 NFC 信号）的变化（如电压值变化）来判断是否存在金属异物。

例如，电子设备控制自身的 NFC 线圈发射 NFC 信号，无线充电底座可以检测到发射的 NFC 信号的电压值，若发射的 NFC 信号的电压值小于 NFC 信号的正常电压值，则确定两个线圈之间的阻抗有变化，存在金属异物。若发射的 NFC 信号的电压值等于正常电压值，则确定两个线圈之间的阻抗没有变化，没有金属异物。

同理，电子设备也可以通过检测无线充电底座发射的 NFC 信号的电压值的变化来判断是否存在金属异物。

在另一示例中，无线充电底座内也可以设置至少两个 WPC 线圈，可以通过检测任意一个 WPC 线圈对应的 Q 值或功率损失，来检测该 WPC 线圈所处范围内是否存在金属异物。

下面以辅助检测线圈是 NFC 线圈为例，对本申请实施例提供的用于电子设备侧的金属异物检测电路进行说明。

一、NFC 芯片计算 Q 值或检测金属异物

1、金属异物检测电路内设置有两个峰值探测器，即 RX 芯片和 NFC 芯片分别设置有一个峰值探测器

图 6 是本申请实施例提供的电子设备中的金属异物检测电路的示意图。

在一示例性实施例中, NFC 线圈的第一端通过第一开关电路连接 NFC 芯片的一个引脚, NFC 线圈的第二端连接 NFC 芯片的另一个引脚。以及与第一开关电路并联的第二开关电路。

在一示例中, 如图 6 所示, 第一开关电路包括第一开关 SW1, 第二开关电路包括电容 C2 (即第一电容), 和串联的第二开关 SW2 和第三开关 SW3。NFC 线圈的一端通过第一开关 SW1 连接 NFC 芯片的一个引脚。电容 C2 的两端分别串联有第二开关 SW2 和第三开关 SW3, 第二开关电路与第一开关电路并联。

在图 6 所示的示例中, SW2 串联在 C2 与 NFC 线圈之间, 在 NFC 线圈进行 NFC 通信时, SW2 断开, 这样可以防止 C2 的电信号传输至 NFC 线圈, 从而避免 NFC 线圈受到 C2 的干扰。

在其他实施例中, 第二开关电路可以包括电容 C2 以及与 C2 串联的一个开关, 例如, 可以在电容 C2 与 NFC 线圈连接的一端串联一个开关, 如图 6 所示的 SW2。又如, 可以在电容 C2 与 NFC 芯片连接的一端串联一个开关, 如图 6 所示的 SW3。

在本申请的其他实施例中, 第一开关电路和第二开关电路还可以包括更多数量的开关, 这些开关可以是串联和/或并联关系, 本申请对此不做限定。

此外, C2 的一端还与第一峰值探测器的输入端连接。第一峰值探测器用于检测 NFC 线圈与 C2 串联组成的 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据 (如可以包括电压峰值和振荡周期数量等) 并提供给 NFC 芯片。

再次参考图 6, WPC 线圈的一端连接电容 C1 的一端, C1 的另一端连接 RX 芯片的一个引脚, WPC 线圈的另一端与 RX 芯片的另一引脚相连。C1 的一端还与第二峰值探测器的输入端连接, 第二峰值探测器用于采集 WPC 线圈与 C1 串联组成的 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据并提供给 RX 芯片。

在一示例中, 第一峰值探测器可以集成于 NFC 芯片内, 或者可以是与 NFC 芯片相互独立的器件。同样地, 第二峰值探测器可以集成于 RX 芯片内, 或者可以是与 RX 芯片相互独立的器件。

在一示例中, SW1 可以是耗尽型 NMOS 管, 默认处于闭合状态。SW2 和 SW3 可以是增强型 NMOS 管, 默认处于断开状态。当然, 在其他实施例中, SW1~SW3 还可以是其他类型的开关器件, 本申请对 SW1~SW3 的开关器件类型不做限定。SW1~SW3 的开关状态可以由 RX 芯片或 NFC 芯片控制, 本申请对此不做限定。

图 7 是图 6 所示的金属异物检测电路工作时的电路示意图。

如图 7 所示, 当 NFC 线圈用于辅助检测金属异物时, SW1 断开, 同时 SW2 和 SW3 闭合, 此种状态下, NFC 线圈与电容 C2 组成 LC 谐振电路。

NFC 芯片先控制 LC 谐振电路充电, 然后, 再控制 LC 谐振电路放电, 同时, 触发第一峰值探测器采集该 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据。

第一峰值探测器通过采集的 LC 谐振电路在放电阶段的电压信号, 确定出 LC 谐振电路中的电压信号的波峰数据 (如包括电压峰值和振荡周期数量), 即电压波峰数据, 并将其发送至 NFC 芯片。NFC 芯片基于该电压波峰数据计算得到 LC 谐振电路放电阶段的 Q 值。如果 Q 值小于或等于预设阈值, 确定 NFC 线圈所在位置存在金属异物。可见, 通过 NFC 线

圈和 NFC 芯片可以检测 WPC 线圈所在位置之外的金属异物。

在一示例中，NFC 芯片可以将 Q 值发送至 RX 芯片，由 RX 芯片根据该 Q 值判断 NFC 线圈所在位置是否存在金属异物。

在另一示例中，NFC 芯片计算得到 Q 值后，可以直接根据该 Q 值来判断 NFC 线圈所在位置是否存在金属异物，并将检测结果发送至 RX 芯片，由 RX 芯片根据检测结果执行相应的处理逻辑。

图 6 所示的金属异物检测电路同样适用于无线充电底座，不同之处在于，金属异物检测电路中的 RX 芯片要被替换为无线充电底座侧的 WPC 芯片，即 TX 芯片，其他内容相同，此处不再赘述。

在本申请其他实施例中，在电子设备确定 NFC 线圈所在位置范围内不存在金属异物的情况下，继续检测 WPC 线圈所处位置范围内是否存在金属异物，例如，RX 芯片可以通过第二峰值探测器获得 WPC 线圈形成的 LC 谐振电路在放电阶段的 Q 值，进一步根据 Q 值检测 WPC 线圈所在位置范围内的金属异物，此处不再赘述。

此外，当 NFC 线圈用于 NFC 通信时，SW1 闭合，且 SW2 和 SW3 断开，即电容 C2 不接入 NFC 线圈与 NFC 芯片之间的线路。

下面结合图 8 所示的金属异物检测方法流程图说明金属异物检测方法，本实施例以手机进行无线正向充电为例进行说明，该方法应用于无线充电系统。

如图 8 所示，以应用于电子设备侧的金属异物检测方法可以包括以下步骤：

S100，手机的 RX 芯片启动。

手机启动后，在需要对手机进行无线充电的场景下，应用处理器可以直接启动 RX 芯片供电。例如，在一示例后，手机打开无线充电开关后，应用处理器会直接启动 RX 芯片。

S101，无线充电底座与手机之间建立通信连接。

无线充电底座的 TX 芯片与手机内的 Rx 芯片之间建立通信连接，以便无线充电底座与手机之间进行通信。例如，在一示例中，Tx 芯片向 Rx 芯片发送请求建立通信的 Ping 命令，Rx 芯片接收到 Ping 命令后向 TX 芯片返回信号强度包（SignalStrength）（可以包括支持的功率值等信息）及身份信息。身份信息即 RX 芯片的身份标识信息。

S102，RX 芯片向手机中的处理器发送 NFC 芯片启动指令。

在本实施例中，手机与无线充电底座建立通信连接后，启动 NFC 芯片。例如，在一示例中，RX 芯片与 TX 芯片建立通信连接后，向处理器（如，应用处理器）发送启动 NFC 芯片的指令。

在利用 NFC 线圈辅助检测金属异物的情况下，RX 芯片启动后触发 NFC 芯片启动。

而在手机通过 NFC 芯片和 NFC 线圈实现 NFC 通信功能的情况下，由手机的应用处理器直接启动 NFC 芯片。而且，在应用处理器直接启动 NFC 芯片的情况下，应用处理器不会启动 RX 芯片，换言之，应用处理器直接启动 NFC 芯片，或者直接启动 RX 芯片。应用处理器不会同时直接启动 NFC 芯片和 RX 芯片。

S103，处理器响应 NFC 芯片启动指令触发 NFC 芯片启动。

手机的处理器接收 NFC 芯片启动指令后，可以向 NFC 芯片发送启动指令，以便使 NFC 芯片启动。

S104, RX 芯片控制 SW1 断开, 且控制 SW2 和 SW3 闭合, 使得 NFC 线圈与电容 C2 串联得到 LC 谐振电路。

在一示例中, RX 芯片向应用处理器发送 NFC 芯片启动指令后, 控制图 10 所示的电路中的 SW1 断开, 同时, 控制 SW2 和 SW3 闭合, NFC 线圈与电容 C2 串联形成 LC 谐振电路。

本申请不限定 S102 和 S104 的执行顺序, 可以先执行 S102 后执行 S104, 可以同时执行两步骤, 或者也可以先执行 S104 后执行 S102。

在其他实施例中, NFC 芯片启动后, 可以由 NFC 芯片控制 SW1~SW3 的开关状态, 本申请对 SW1~SW3 开关状态的控制方不做限定。

S105, NFC 芯片控制 LC 谐振电路充电, 充电结束后控制 LC 谐振电路放电, 同时触发第一峰值探测器检测 LC 谐振电路放电阶段的电压波峰数据。

本实施例中, NFC 芯片先控制 LC 谐振电路充电, 充电结束后再使其放电。例如, 在 t_0 时刻为 LC 谐振电路注入 3.3V 电压使 LC 谐振电路充电, 然后将 LC 谐振电路接地使其放电。

在控制 LC 谐振电路放电的同时, 触发第一峰值探测器按照预设时间间隔 (如周期 T) 采集该电路的电压信号的峰值。例如, t_1 时刻采集的电压信号记为 $V(t_1)$, t_n 时刻采集的电压信号记为 $V(t_n)$ 。

进一步, 根据采集的电压信号确定出电压信号的波峰 (电压峰值), 最终获得周期数量 N。

S106, NFC 芯片接收第一峰值探测器发送的电压峰值数据。

在一示例中, 电压峰值数据可以包括采集周期内电压信号的周期数量 N, 以及采集的各个电压峰值 $V(t_i)$, $1 \leq i \leq n$ 。

S107, NFC 芯片基于电压峰值数据计算得到 NFC 线圈形成的 LC 谐振电路的 Q 值。

在一示例中, 可以通过如下公式计算得到 LC 谐振电路的 Q 值:

$$Q = \frac{N\pi}{\ln\left(\frac{V(t_1)}{V(t_n)}\right)}$$

上式中, N 为周期数量 (从 t_1 到 t_n 这段时间内包含的 LC 谐振电路的振荡周期个数), $V(t_1)$ 为采集周期内的第一个电压峰值, $V(t_n)$ 为采集周期内的最后一个电压峰值。

S108, NFC 芯片向处理器发送 Q 值。

S109, 处理器向 RX 芯片发送 Q 值。

通过 S108 和 S109 实现了 NFC 芯片与 RX 芯片之间的间接通信。

S110, 无线充电底座与手机之间进行功率传输。

无线充电底座通过 WPC 线圈发射电磁波能量, 手机通过 WPC 线圈接收电磁波能量, 并将电磁波能量转换为交流电, 手机进一步将交流电转换为直流电为手机内的电池充电。

S111, RX 芯片判断 Q 值是否小于或等于预设阈值, 若是执行 S112; 若否执行 S113。

RX 芯片检测到手机与无线充电底座传输功率后, 判断 Q 值是否小于或等于预设阈值。

Q 值越高表示 LC 谐振电路中存储的能量衰减速率越小, Q 值越低表示 LC 谐振电路中

的能量衰减速率越大。

该预设阈值可以根据 NFC 线圈的实际情况获得，例如，不同规格的 NFC 线圈可以对应不同的预设阈值。

例如，在一示例中，Q 值的预设阈值是 60，若 LC 谐振电路的 Q 值 ≤ 60 ，表明两者之间存在金属异物。金属异物吸收电磁波能量导致 LC 谐振电路的能量衰减变快，Q 值降低。因此，当检测到 Q 值小于或等于该预设阈值时，则确定无线充电底座与手机之间存在金属异物。

S112, RX 芯片产生异物报警信号，以及向无线充电底座发送结束功率传输 (End Power Transfer, EPT) 信号通知其结束充电。

手机的 RX 芯片检测到金属异物后，产生异物报警信号，该异物报警信号可以是声音信号、灯光信号，或者手机显示界面上显示的图文信息，用以提醒用户无线充电底座与手机之间存在异物。

与此同时，手机向无线充电底座发送 EPT 信号。无线充电底座接收 EPT 信号后终止与手机之间的功率传输。

S113, RX 芯片根据 Q 值确定充电功率并选择相匹配的线圈进行充电。

例如，Q 值处于 80~100 范围内，表明此时手机侧的线圈与无线充电底座的线圈的中心正对，手机可以满功率充电。Q 值处于 60~80 范围内，表明此时手机侧的线圈与无线充电底座的线圈未正对，手机可以采用部分功率充电。

本实施例，NFC 芯片根据第一峰值探测器采集的 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据计算得到 LC 谐振电路的 Q 值。

而且，在确定 NFC 线圈所在位置范围（本文的 NFC 线圈所在位置范围是指 NFC 线圈覆盖的区域）不存在金属异物的情况下，手机会进一步检测 WPC 线圈所在位置范围内是否存在金属异物。即，检测 WPC 线圈与电容 C1 形成的 LC 谐振电路在放电阶段的 Q 值，进一步根据 Q 值判断是否存在金属异物，本申请对此过程不再赘述。

S114, 无线充电底座与手机建立通信连接后，获取底座内的线圈对应的 Q 值，并判断 Q 值是否小于预设阈值；如果是则执行 S115；如果否则执行 S113。

无线充电底座与手机建立通信连接后，在手机侧执行上述金属异物检测的同时，无线充电底座侧也会检测是否存在金属异物，无线充电底座可以利用底座内的 WPC 线圈形成的 LC 谐振电路，并检测该 LC 谐振电路的 Q 值，最后根据 Q 值判断金属异物，此过程与手机通过手机内的 WPC 线圈检测金属异物的过程相同，此处不再赘述。

无线充电底座检测 LC 谐振电路的 Q 值的时机与手机侧相同，例如，可以在手机与无线充电底座建立通信连接后执行。此外，根据 Q 值判断金属异物的时机也与手机侧相同，例如，在无线充电底座与手机进行功率传输后根据 Q 值判断金属异物。

S115, 无线充电底座进行异物报警并结束充电。

无线充电底座异物报警的方式与手机侧相同，此处不再赘述。

需要注意的是，无论是手机检测到金属异物，还是无线充电底座检测到金属异物，都会产生异物报警并终止充电。

本实施例提供的金属异物检测方法，手机侧的 WPC 芯片 (RX 芯片) 启动后，触发

NFC 芯片启动，并控制 NFC 线圈与电容 C2 形成 LC 谐振电路。通过与 NFC 芯片相对应的第一峰值探测器采集 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据，NFC 芯片根据电压峰值数据计算得到 Q 值，并发送给 RX 芯片。RX 芯片根据 Q 值检测 NFC 线圈所在位置范围内是否存在金属异物。若存在金属异物，RX 芯片发出异物报警信号，同时向无线充电底座发送终止充电指令终止无线充电过程。可见，该方案扩大了金属异物的检测范围，进而避免了没有检测到位于 WPC 线圈边缘的金属异物而正常充电导致金属异物温度过高带来的风险，最终提高了无线充电过程的安全性。而且，本申请实施例可以利用电子设备已有的 NFC 线圈辅助检测金属异物，在不增加硬件成本的同时提高金属异物的检测准确率。

在图 8 所示的实施例中，NFC 芯片根据第一峰值探测器采集的电压峰值数据计算得到 Q 值，RX 芯片进一步根据该 Q 值检测是否存在金属异物。在本申请的其他实施例中，NFC 芯片可以根据电压峰值数据计算得到 Q 值，并且根据 Q 值检测是否存在金属异物，然后将检测结果发送至 RX 芯片。RX 芯片根据接收到的检测结果执行相应的处理逻辑，此处不再赘述。

2、金属异物检测电路内设置有一个峰值探测器

图 9 示出了本申请实施例提供的电子设备的另一种金属异物检测电路的示意图。本实施例只设置一个峰值探测器，该峰值探测器由 RX 芯片控制。此外，该峰值探测器可以集成于 RX 芯片内，或者分别与 RX 芯片和 NFC 芯片独立。

如图 9 所示，峰值探测器的第一输入端连接到 NFC 线圈与电容 C2 串联得到的 LC 谐振电路，峰值探测器的第二输入端连接到 WPC 线圈与电容 C1 串联得到的 LC 谐振电路。

与图 7 所示的金属异物检测电路相似，图 10 所示的金属异物检测电路中 SW1~SW3 可以由 NFC 芯片或 RX 芯片控制，SW1 断开且 SW2 和 SW3 闭合时，NFC 线圈与 C2 串联得到 LC 谐振电路。

NFC 芯片控制 NFC 线圈与 C2 串联得到的 LC 谐振电路的充放电过程，在控制该 LC 谐振电路开始放电时，通过处理器向 RX 芯片发送触发峰值探测器采集的信号，从而使峰值探测器采集该 LC 谐振电路的电压峰值数据。

在一示例中，峰值探测器检测 LC 谐振电路的电压峰值数据经由 RX 芯片提供给 NFC 芯片，由 NFC 芯片根据电压峰值数据计算 Q 值进一步根据 Q 值判定是否存在金属异物。

在另一示例中，峰值探测器检测 LC 谐振电路的电压峰值数据提供给 RX 芯片，由 RX 芯片根据电压峰值数据计算 Q 值进一步根据 Q 值判定是否存在金属异物。

图 10 是图 9 所示的金属异物检测电路的金属异物检测流程图，如图 10 所示，金属异物检测方法可以包括以下步骤：

S201~S204 的实施过程与图 8 中 S101~S104 的过程相同，此处不再赘述。

S205，NFC 芯片控制 LC 谐振电路的充放电过程，在 LC 谐振电路开始放电时，向处理器发送电压峰值采集指令。

S206，处理器向 RX 芯片发送电压采集指令。

S207，RX 芯片响应于电压峰值采集指令，触发峰值探测器采集 LC 谐振电路的电压峰值数据。

本实施例的 S205~S207 实现了在 NFC 芯片控制 LC 谐振电路开始放电时，触发峰值探

测器采集电压信号。

图 9 所示金属异物检测电路中，由 NFC 芯片控制 NFC 线圈与 C2 串联得到的 LC 谐振电路的充放电过程，由 RX 芯片触发峰值探测器采集电压峰值数据。因此，本实施例中，在 NFC 芯片控制 LC 谐振电路开始放电时经由处理器向 RX 芯片发送电压信号采集指令，由 RX 芯片触发峰值探测器采集 LC 谐振电路的电压信号。

S208，峰值探测器向 RX 芯片发送电压峰值数据。

S209，无线充电底座与手机之间进行功率传输。

S210，RX 芯片根据电压峰值数据计算得到 LC 谐振电路对应的 Q 值。

本实施例的 S210 计算得到 Q 值的过程与图 8 中的 S107 相同，此处不再赘述。

S211，RX 芯片判断 Q 值是否小于或等于预设阈值。

如果 Q 值小于或等于预设阈值，则执行 S212。如果 Q 值大于预设阈值，则执行 S214。

S212，RX 芯片产生异物报警信号。

S213，RX 芯片向无线充电底座发送 EPT 包通知其结束充电。

S214，RX 芯片根据 Q 值确定充电功率并选择相匹配的线圈进行充电。

此外，在确定 NFC 线圈所在位置范围内不存在金属异物的情况下，手机会继续检测 WPC 线圈所在位置范围内是否存在金属异物，检测过程与图 8 所示实施例的相应过程相同，此处不再赘述。

S215，无线充电底座与手机建立通信连接后，获取底座内的线圈对应的 Q 值，并判断 Q 值是否小于预设阈值；如果是则执行 S216；如果否则执行 S214。

S216，无线充电底座进行异物报警并结束充电。

本实施例中 S211~S216 的实施过程与图 8 中 S111~S115 的过程相同，此处不再赘述。

本实施例提供的金属异物检测方法，由 NFC 芯片控制 LC 谐振电路的充放电过程，RX 芯片采集该 LC 谐振电路放电阶段的电压峰值数据并计算得到 Q 值，进一步根据 Q 值判断是否存在金属异物。这样 NFC 芯片无需配置峰值探测器，进一步降低了硬件成本。

二、电子设备的 WPC 芯片（即 RX 芯片）计算 Q 值进一步根据 Q 值判断是否存在金属异物

本实施例是由 RX 芯片控制 NFC 线圈与电容 C2 形成 LC 谐振电路的充放电过程，计算 LC 谐振电路的 Q 值，以及检测 NFC 线圈所在位置范围内是否存在金属异物。

为了实现上述的由 RX 芯片计算 Q 值并根据 Q 值判断是否存在金属异物的目的，本实施例提供了另一种金属异物检测电路，该电路中 NFC 线圈的一端通过第三开关电路连接 NFC 芯片的一个引脚，同时，NFC 线圈的该端还通过第五开关电路连接 RX 芯片的一个引脚。NFC 线圈的另一端通过第四开关电路连接 NFC 芯片的另一个引脚，同时，该端还通过第六开关电路连接 RX 芯片的另一个引脚。

在一示例中，如图 11 所示，NFC 线圈的一端连接 SW11 的一端，SW11 的另一端连接 NFC 芯片的一个引脚，同时，NFC 线圈的此端还连接 SW13 的一端，SW13 的另一端连接电容 C2 的一端，C2 的另一端连接 RX 芯片的一个引脚（可称为第一引脚）。NFC 线圈的另一端通过 SW12 连接 NFC 线圈的另一引脚。同时，NFC 线圈的此端还通过 SW14 连接 RX 芯片的另一引脚（可称为第二引脚）。

在图 11 所示的示例中, 前述的第三开关电路包括 SW11, 前述的第四开关电路包括 SW12, 前述的第五开关电路包括串联的 SW13 和电容 C2, 前述的第六开关电路包括 SW14。

当然, 在其它实施例中, 第三、第四、第五、第六开关电路还可以包括两个或以上的开关, 这些开关可以是串联和/或并联关系, 本申请对此不做限定。

再次参见图 11, WPC 线圈的一端与电容 C1 串联后连接 RX 芯片的第三引脚, WPC 线圈的另一端连接 RX 芯片的第四引脚。

峰值探测器的一输入端(可称为第一输入端)连接电容 C2 所在的支路, 用于检测 NFC 线圈与 C2 形成的 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值。

峰值探测器的另一输入端(可称为第二输入端)连接电容 C1 所在的支路, 用于检测 WPC 线圈与 C1 形成的 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值。

峰值探测器可以集成于 RX 芯片内, 或者也可以是与 RX 芯片相互独立的器件, 本申请对峰值探测器的封装形式不做限定。

在一示例中, SW11 和 SW12 可以采用耗尽型 NMOS 管, 默认闭合。SW13 和 SW14 可以采用增强型 NMOS 管, 默认断开。SW11~SW14 的开关状态可以由 RX 芯片控制。SW11~SW14 还可以采用其他类型的开关器件, 本申请对开关器件的类型不做限定。

如图 11 所示, 当 SW11 和 SW12 闭合时, NFC 线圈与 NFC 芯片连接, 由 NFC 芯片控制 NFC 线圈收发指令或数据, 使得电子设备通过 NFC 线圈和 NFC 芯片实现 NFC 通信功能。

图 12 是图 11 所示的金属异物检测电路工作时的电路示意图。

如图 12 所示, 当 SW11 和 SW12 断开, 且 SW13 和 SW14 闭合时, NFC 线圈与电容 C2 串联形成 LC 谐振电路并与 RX 芯片连接。RX 芯片控制该 LC 谐振电路的充放电过程, 以及在控制 LC 谐振电路放电时触发峰值探测器采集该 LC 谐振电路的电压峰值数据。RX 芯片进一步根据电压峰值数据计算得到该 LC 谐振电路的 Q 值, 最后根据 Q 值判断是否存在金属异物。

下面结合图 13 所示的金属异物检测方法流程图详细说明检测金属异物的过程。

如图 13 所示, 金属异物检测方法可以包括以下步骤:

S300, 手机的 RX 芯片启动。

S301, 无线充电底座与手机之间建立通信连接。

S302, RX 芯片控制 SW11、SW12 断开, SW13 和 SW14 闭合, 使得 NFC 线圈与电容 C2 串联得到 LC 谐振电路。

S303, RX 芯片控制 LC 谐振电路的充放电过程, 并在开始放电时触发峰值探测器采集电压峰值数据。

S304, RX 芯片基于电压峰值数据计算得到 Q 值。

S307, RX 芯片判断 Q 值是否小于或等于预设阈值, 若是执行 S308; 若否执行 S310。

S308, RX 芯片产生异物报警信号。

S309, RX 芯片向无线充电底座发送 EPT 信号, 使其结束充电。

S310, RX 芯片根据 Q 值确定充电功率, 并选择相匹配的线圈进行充电。

此外, 在确定 NFC 线圈所在位置范围不存在金属异物的情况下, RX 芯片可以继续判

断 WPC 线圈所在位置范围内是否存在金属异物,检测过程与图 9 所示实施例的相应过程相同,此处不再赘述。

S311, 无线充电底座与手机建立通信连接后, 获取底座内的线圈对应的 Q 值, 并判断 Q 值是否小于预设阈值; 如果是则执行 S312; 如果否则执行 S310。

S312, 无线充电底座进行异物报警并结束充电。

本实施例 S311~S3120 的实施过程与图 8 所示实施例的 S114~S115 相同, 此处不再赘述。

本实施例提供的金属异物检测方法, 手机侧的 WPC 芯片 (即 RX 芯片) 启动后, 控制开关电路使 NFC 线圈与 C2 串联得到 LC 谐振电路, 以及控制该 LC 谐振电路的充放电过程, 同时触发峰值探测器采集该 LC 谐振电路的在放电阶段的电压峰值数据。RX 芯片进一步根据电压峰值数据计算得到该 LC 谐振电路的 Q 值, 以及根据 Q 值检测 NFC 线圈所在位置范围内是否存在金属异物。由此可见, 该方案可以精准检测到处于 WPC 线圈范围之外的金属异物, 避免没有检测到位于 WPC 线圈边缘的金属异物而正常充电导致金属异物温度过高带来的风险, 最终提高了无线充电过程的安全性。而且, 该方案由 RX 芯片计算 LC 谐振电路的 Q 值以及根据 Q 值检测金属异物, 因此, 无需修改 NFC 芯片的软件 (即处理逻辑) 及硬件, 节省了修改 NFC 芯片的成本, 最终降低了整个金属异物检测方案的成本。

以上所述, 仅为本申请的具体实施方式, 但本申请的保护范围并不局限于此, 任何在本申请揭露的技术范围内的变化或替换, 都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此, 本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种金属异物检测电路，其特征在于，应用于电子设备，所述电子设备包括第一线圈和第二线圈，所述第一线圈为无线充电线圈，所述第二线圈位于所述第一线圈的外围，所述金属异物检测电路包括：

所述第二线圈的第一端通过第一开关电路连接第二线圈控制电路的第一端，所述第二线圈的第二端连接所述第二线圈控制电路的第二端；

第二开关电路与所述第一开关电路并联，所述第二开关电路包括串联的第一电容及开关；

所述第二线圈控制电路获取 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据，并根据所述电压峰值数据计算得到所述 LC 谐振电路的品质因数 Q 值，所述 LC 谐振电路包括串联连接的所述第二线圈和所述第一电容，所述 Q 值用于检测所述第二线圈所在位置范围内的金属异物。

2、根据权利要求 1 所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第二线圈为近场通信 NFC 线圈。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第二开关电路包括所述第一电容和第一开关；

所述第一电容的第一端连接所述第二线圈的第一端，所述第一电容的第二端连接所述第一开关的第一端，所述第一开关的第二端连接所述第二线圈控制电路的第一端；

或者，所述第一开关的第一端连接所述第二线圈的第一端，所述第一开关的第二端连接所述第一电容的第一端，所述第一电容的第二端连接所述第二线圈控制电路的第一端。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第二开关电路包括所述第一电容、第二开关和第三开关；

所述第二开关的第一端连接所述第二线圈的第一端，所述第二开关的第二端连接所述第一电容的第一端，所述第一电容的第二端连接所述第三开关的第一端，所述第三开关的第二端连接所述第二线圈控制电路的第一端。

5、根据权利要求 1-4 任一项所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第二线圈控制电路控制所述 LC 谐振电路进行充电和放电，以及触发峰值探测器采集所述 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据。

6、根据权利要求 1-4 任一项所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述金属异物检测电路包括与所述第一线圈连接的第一线圈控制电路，所述第一线圈控制电路控制所述 LC 谐振电路进行充电和放电，以及触发峰值探测器采集所述 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据。

7、根据权利要求 6 所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第一线圈控制电路是无线充电线圈芯片，所述第二线圈控制电路是 NFC 芯片。

8、根据权利要求 1-7 任一项所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述金属异物检测电路包括与所述第一线圈连接的第一线圈控制电路，所述第一线圈控制电路触发所述第二线圈控制电路启动。

9、根据权利要求 1-6 任一项所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述金属异物检

测电路包括与所述第一线圈连接的第一线圈控制电路，所述第一线圈控制电路控制所述第一开关电路断开以及所述第二开关电路闭合，使得所述第二线圈与所述第一电容串联形成 LC 谐振电路；

或者，所述第二线圈控制电路控制所述第一开关电路断开以及所述第二开关电路闭合，使得所述第二线圈与所述第一电容串联形成 LC 谐振电路。

10、一种金属异物检测电路，其特征在于，应用于电子设备，所述电子设备包括第一线圈和第二线圈，所述第一线圈为无线充电线圈，所述第二线圈位于所述第一线圈的外围，所述金属异物检测电路包括：

所述第一线圈连接第一线圈控制电路，所述第一线圈控制电路用于控制所述第一线圈的工作状态；

所述第二线圈的第一端通过第三开关电路连接第二线圈控制电路的第一端，所述第二线圈的第二端通过第四开关电路连接第二线圈控制电路的第二端，所述第二线圈控制电路用于控制所述第二线圈的工作状态；

所述第二线圈的第一端还通过第五开关电路连接所述第一线圈控制电路的第一端，所述第二线圈的第二端还通过第六开关电路连接所述第一线圈控制电路的第二端，所述第五开关电路包括串联的第一电容和开关；

所述第一线圈控制电路获取所述 LC 谐振电路在放电阶段的电压峰值数据，以及根据所述电压峰值数据计算得到的品质因数 Q 值；

所述第一线圈控制电路根据所述 Q 值检测所述第二线圈所在范围内的金属异物。

11、根据权利要求 10 所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第二线圈为近场通信 NFC 线圈。

12、根据权利要求 10 或 11 所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第一线圈控制电路控制所述第二线圈与所述第一电容串联得到的 LC 谐振电路进行充电和放电，并在所述 LC 谐振电路的放电阶段，触发峰值探测器检测所述 LC 谐振电路的电压峰值数据。

13、根据权利要求 10-12 任一项所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第一线圈控制电路控制所述三开关电路和所述第四开关电路断开，以及控制所述第五开关电路和所述第六开关电路闭合，使得所述第二线圈与所述第一电容串联得到 LC 谐振电路。

14、根据权利要求 10-13 任一项所述的金属异物检测电路，其特征在于，所述第一线圈控制电路是无线充电线圈芯片，所述第二线圈控制电路是 NFC 芯片。

15、一种金属异物检测方法，其特征在于，应用于电子设备，所述电子设备包括权利要求 1-14 任一项所述的金属异物检测电路，所述方法包括：

控制第二线圈连接的开关电路的开关状态，使得所述第二线圈与第一电容串联得到 LC 谐振电路；

控制所述 LC 谐振电路进行充电，并在充电完成后放电；

获取所述 LC 谐振电路处于放电阶段的电压峰值数据；

根据所述电压峰值数据计算得到所述 LC 谐振电路的品质因数 Q 值，并根据所述 Q 值检测所述第二线圈所在位置范围内的金属异物。

16、一种无线充电系统，其特征在于，包括无线充电底座和电子设备；

所述无线充电底座包括第一无线充电 WPC 线圈和第一近场通信 NFC 线圈，所述第一 NFC 线圈位于所述第一 WPC 线圈的外围；

所述电子设备包括第二 WPC 线圈和第二 NFC 线圈，所述第二 NFC 线圈位于所述第二 WPC 线圈的外围；

所述无线充电底座控制所述第一 NFC 线圈发射第一 NFC 信号，并在检测到所述第一 NFC 信号的电压值低于正常电压值时，确定所述无线充电底座与所述电子设备之间存在金属异物；

或者，所述电子设备控制所述第二 NFC 线圈发射第二 NFC 信号，并在检测到所述第二 NFC 信号的电压值低于正常电压值时，确定所述电子设备与所述无线充电底座之间存在金属异物。

17、一种无线充电底座，其特征在于，包括权利要求 1-14 任一项所述的金属异物检测电路。

18、一种电子设备，其特征在于，包括权利要求 1-14 任一项所述的金属异物检测电路。

19、一种芯片系统，其特征在于，包括：至少一个处理器以及接口，所述接口用于接收代码指令，并传输至所述至少一个处理器；所述至少一个处理器运行所述代码指令，以实现权利要求 15 所述的金属异物检测方法。

20、一种计算机可读存储介质，其特征在于，其上存储有指令，当所述指令在电子设备上运行时，使得所述电子设备执行如权利要求 15 所述的金属异物检测方法。

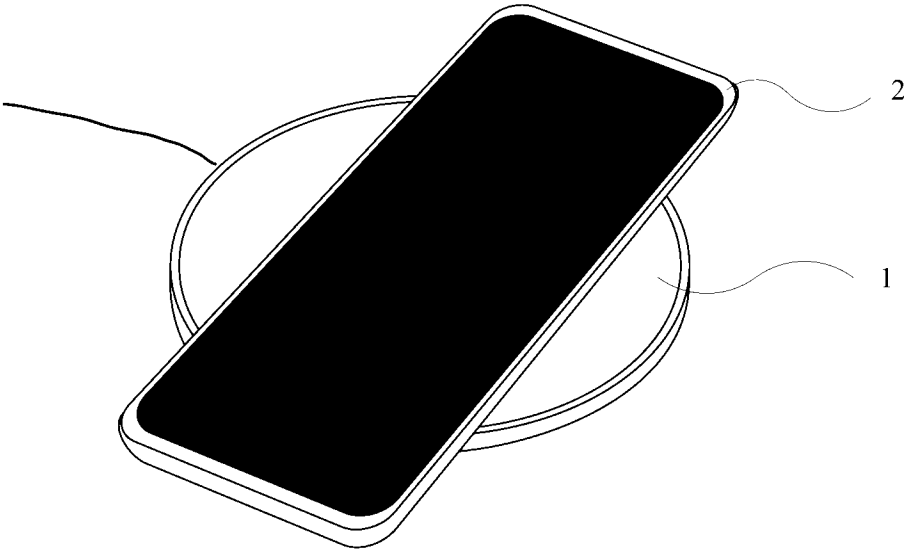


图 1

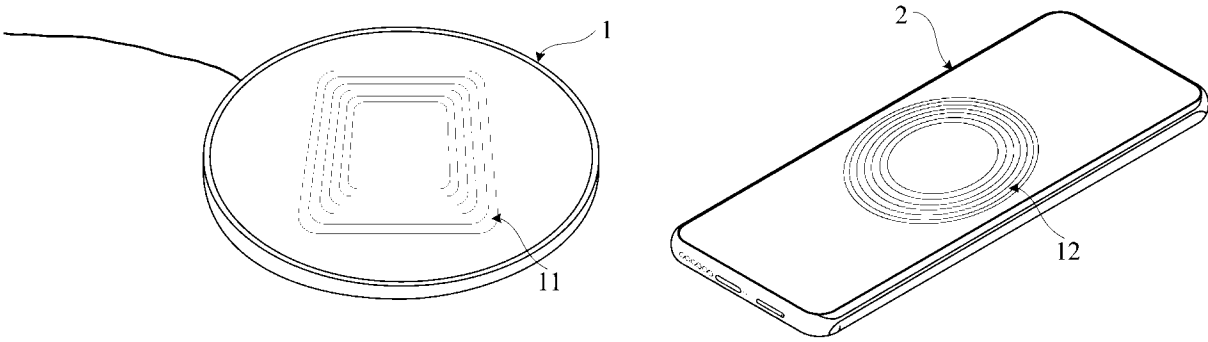


图 2

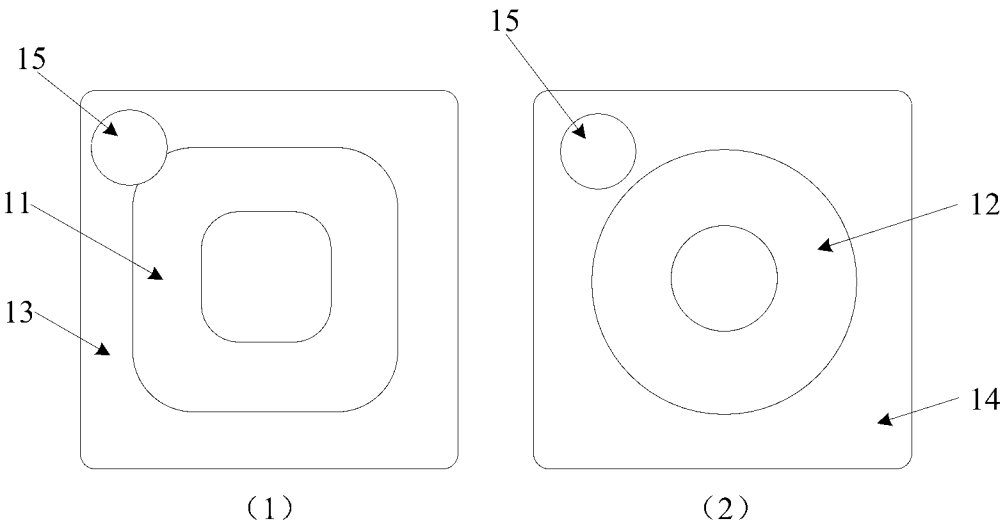


图 3

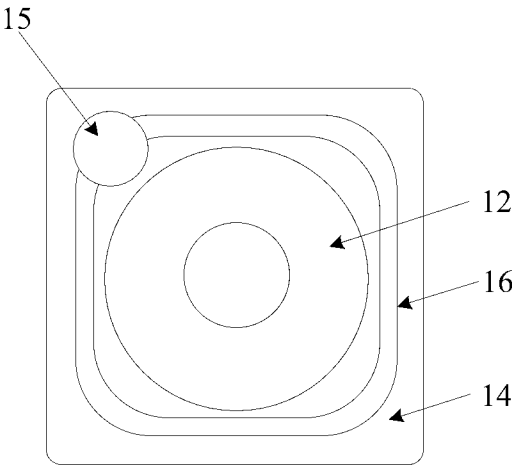


图 4

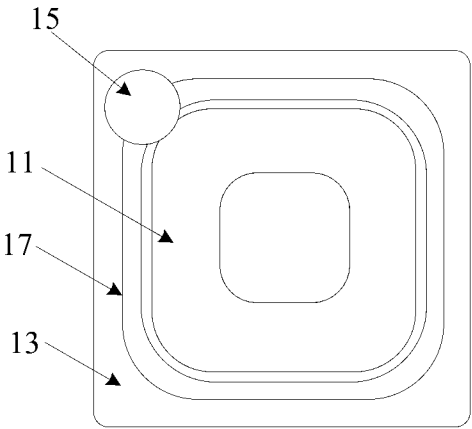


图 5

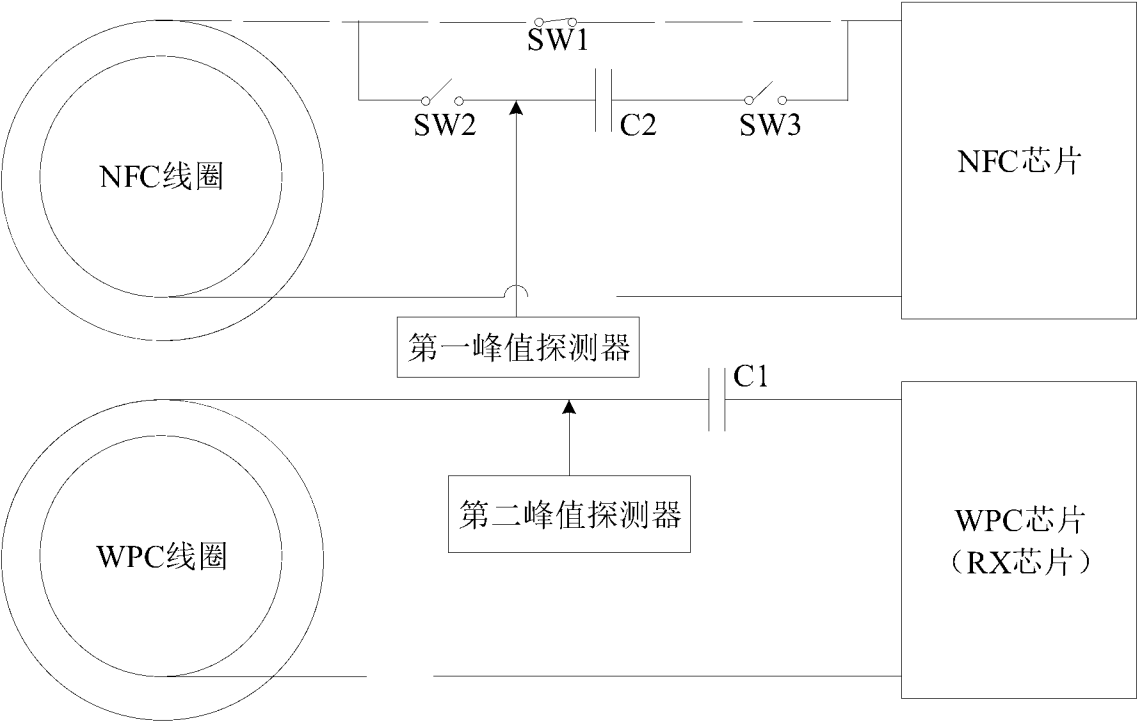


图 6

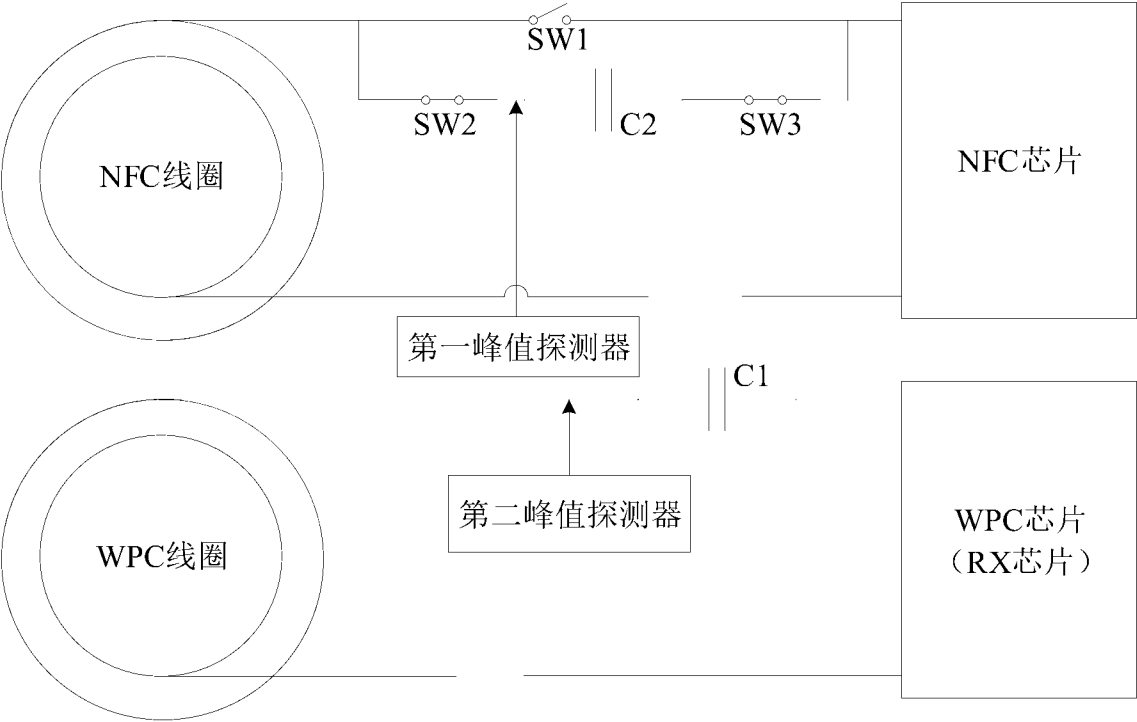


图 7

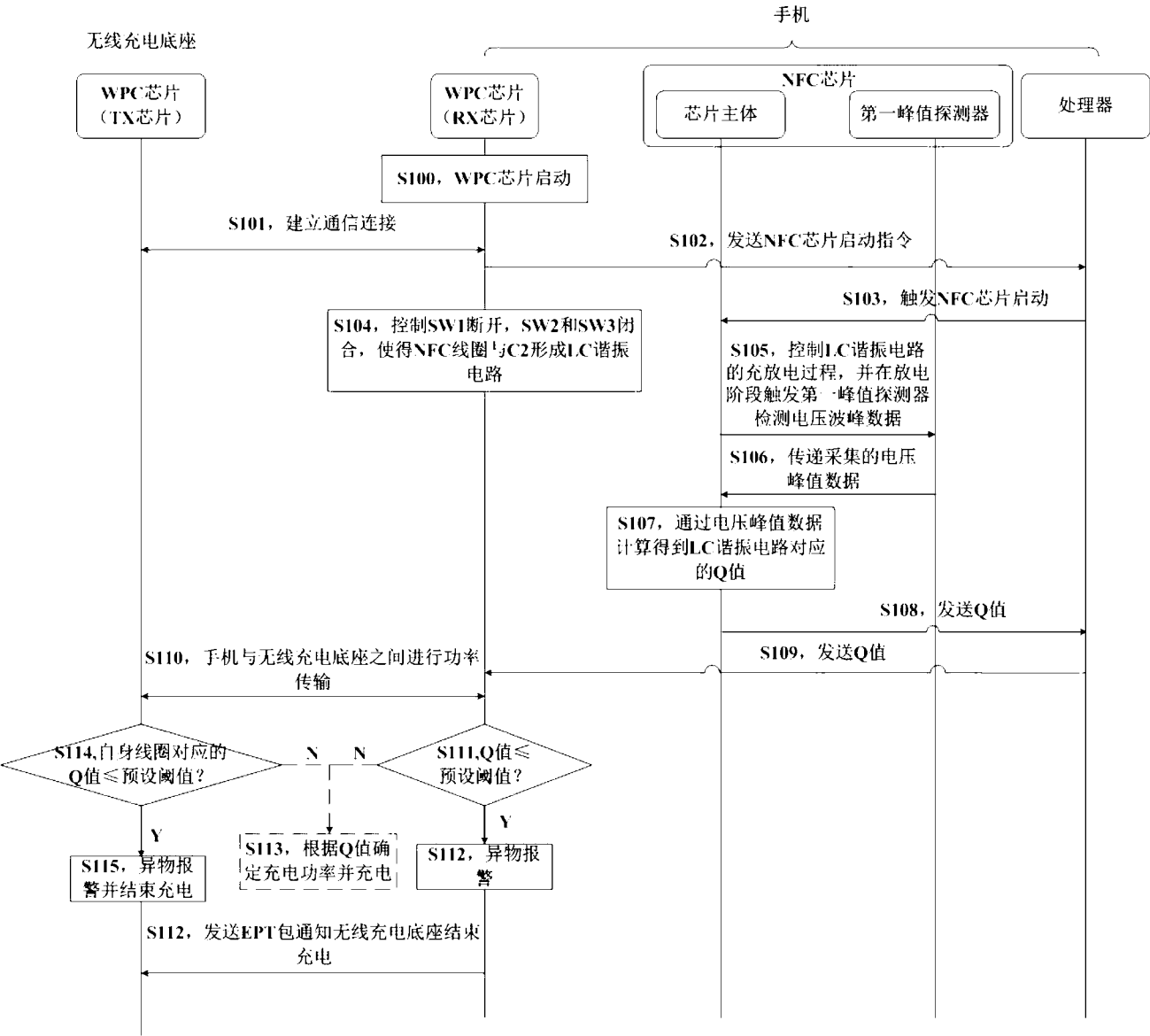


图 8

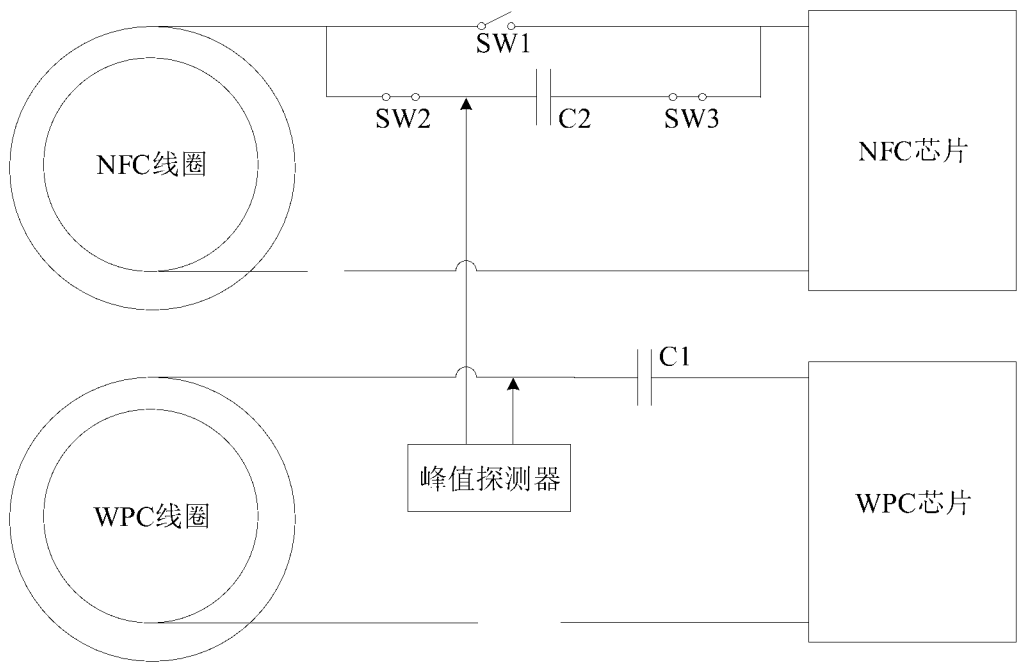


图 9

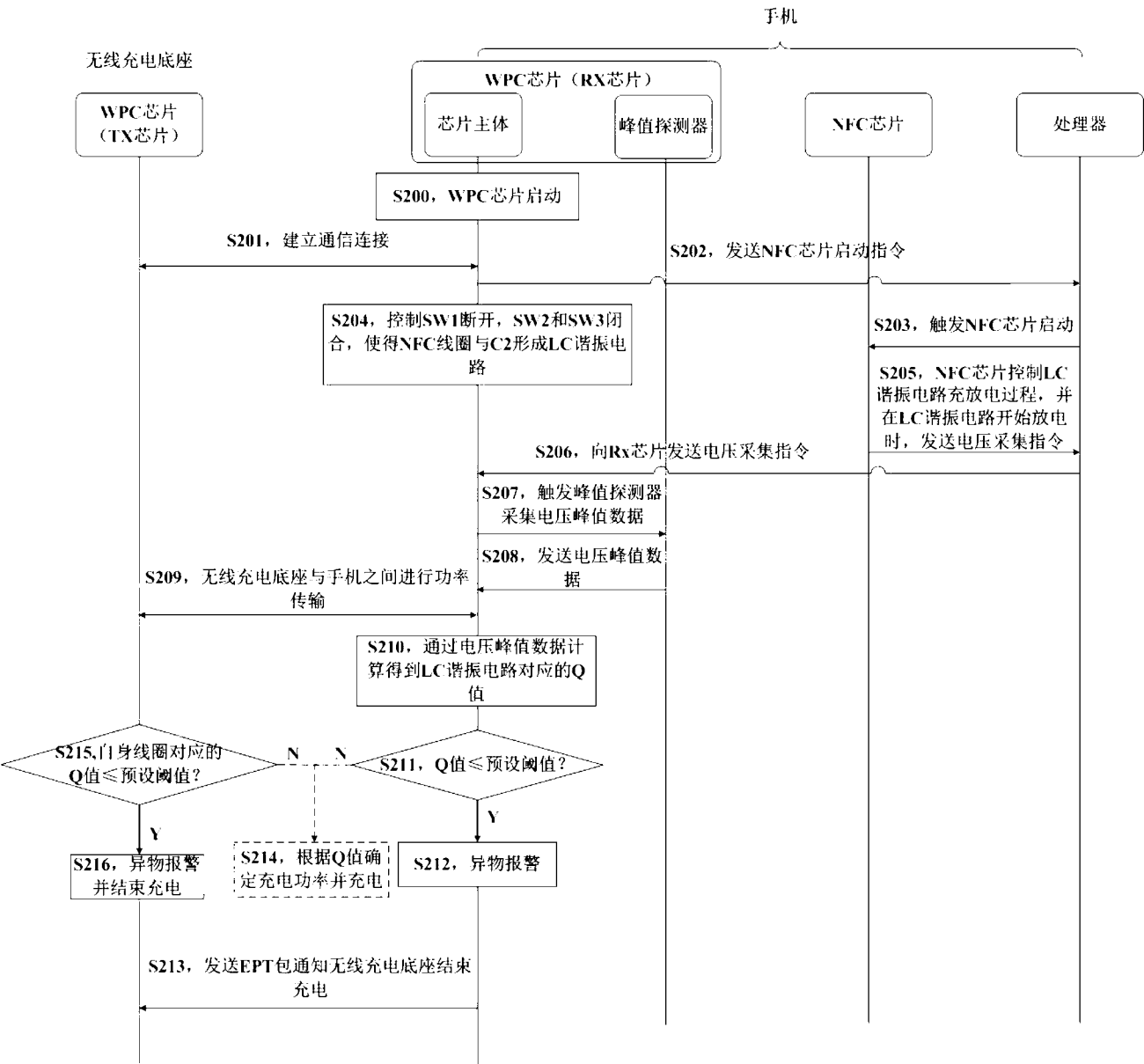


图 10

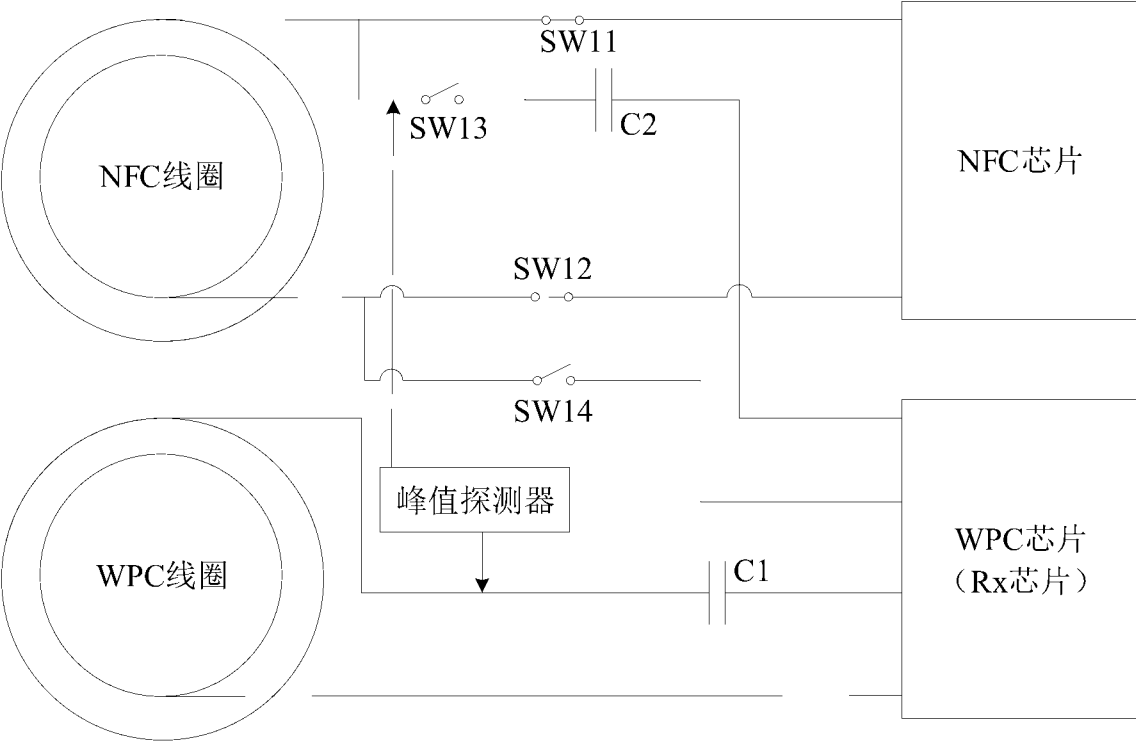


图 11

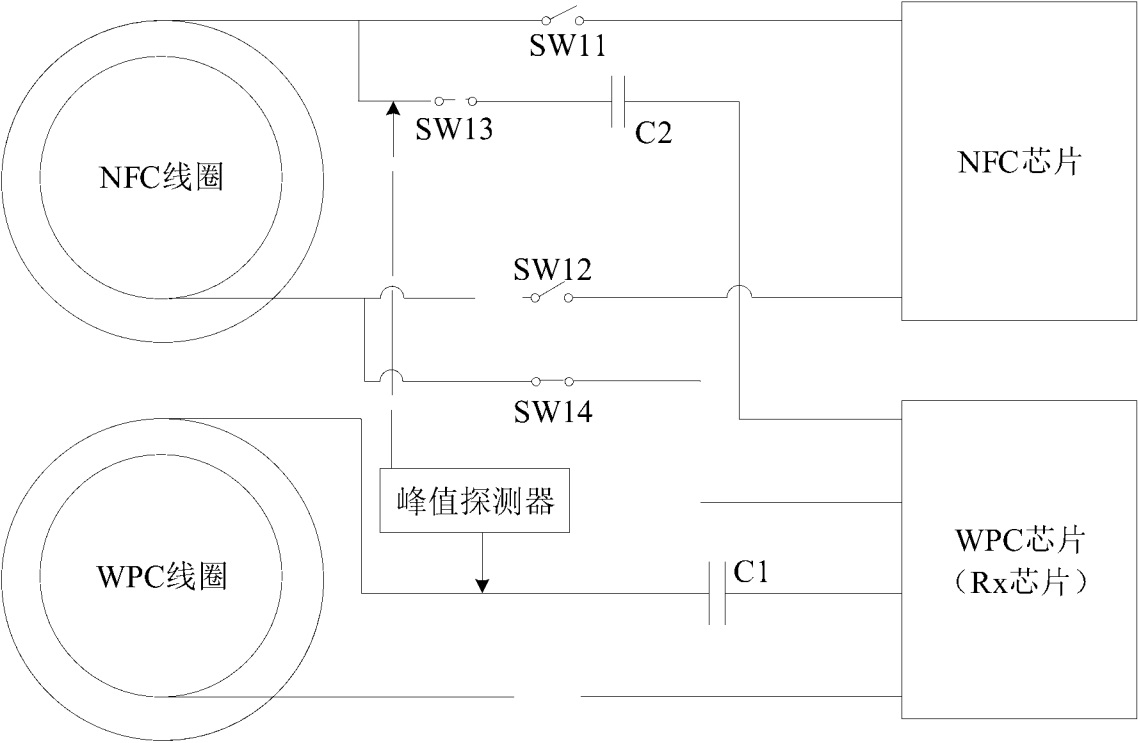


图 12

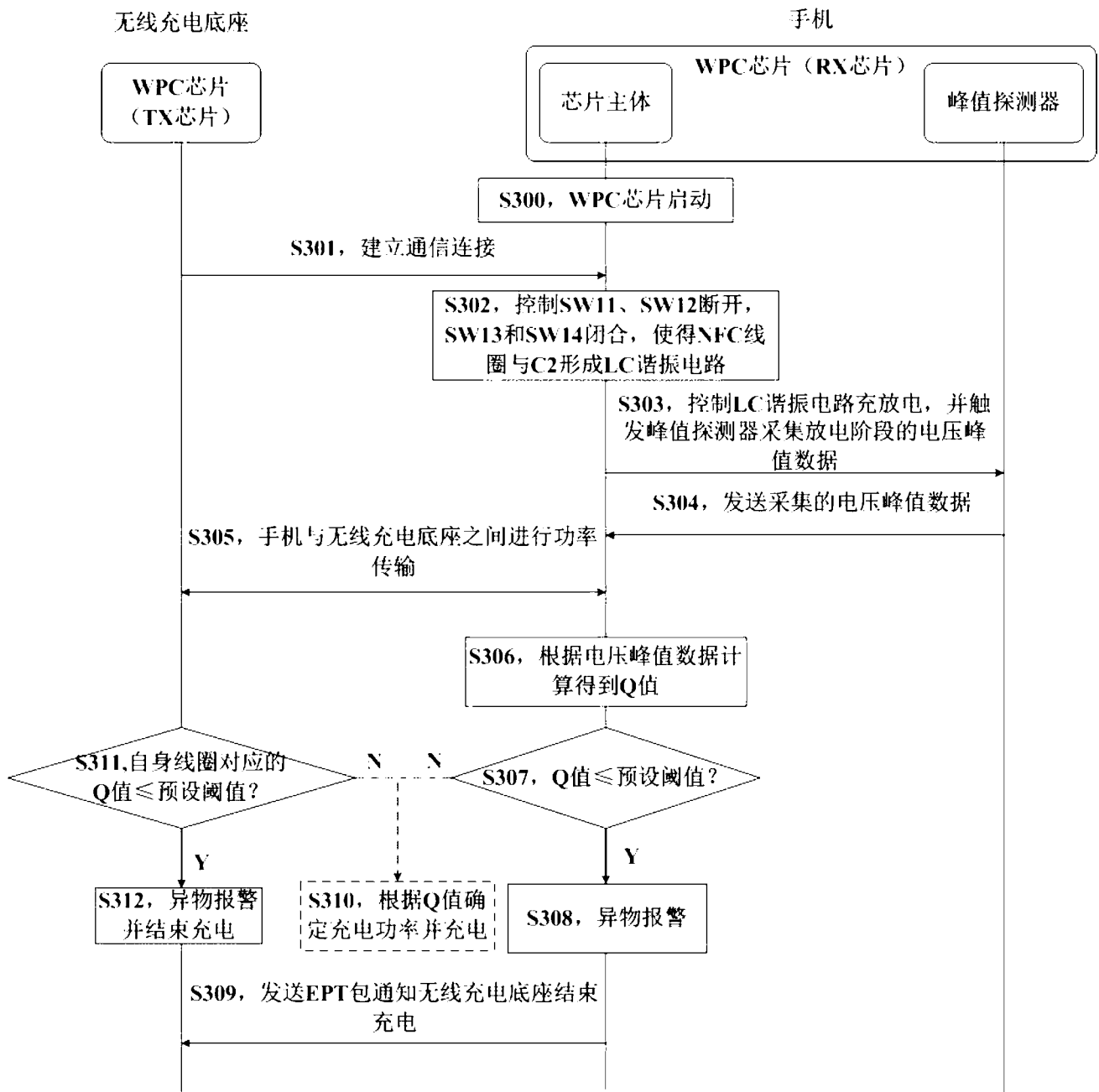


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/132257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 50/60(2016.01)i; H02J 50/12(2016.01)i; H02J 50/40(2016.01)i; H02J 7/00(2006.01)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)

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)

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 荣耀终端有限公司, NFC, 检测, 异物, 金属, 品质因数, 品质因素, detect+, metal+, Foreign matter+, Q

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 113300487 A (NUVOLTA SEMICONDUCTOR (HEFEI) CO., LTD.) 24 August 2021 (2021-08-24) description, paragraphs 0022-0090, and figures 1-7	16
A	CN 109478800 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 15 March 2019 (2019-03-15) entire document	1-20
A	CN 111812408 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 23 October 2020 (2020-10-23) entire document	1-20
A	CN 112068208 A (SHENZHEN HERTZ INNOVATIONS TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 December 2020 (2020-12-11) entire document	1-20
A	CN 112737148 A (GOERTEK INC.) 30 April 2021 (2021-04-30) entire document	1-20
A	CN 216698736 U (SHENZHEN ZHUORUI COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 June 2022 (2022-06-07) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 January 2024

Date of mailing of the international search report

01 February 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/132257

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014008974 A1 (SONY CORP.) 09 January 2014 (2014-01-09) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/132257

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113300487	A	24 August 2021	US	2022385113	A1	01 December 2022
				KR	20220161204	A	06 December 2022
CN	109478800	A	15 March 2019	WO	2018020890	A1	01 February 2018
				EP	3493364	A1	05 June 2019
				EP	3493364	A4	04 November 2020
				KR	20190033473	A	29 March 2019
				KR	102426164	B1	28 July 2022
				US	2019181684	A1	13 June 2019
				US	10951065	B2	16 March 2021
				JPWO	2018020890	A1	16 May 2019
				JP	7136694	B2	13 September 2022
				EP	3493364	B1	04 November 2020
				CN	109478800	B	16 May 2023
CN	111812408	A	23 October 2020	None			
CN	112068208	A	11 December 2020	None			
CN	112737148	A	30 April 2021	None			
CN	216698736	U	07 June 2022	None			
US	2014008974	A1	09 January 2014	JP	2017051096	A	09 March 2017
				JP	6264437	B2	24 January 2018
				US	10685780	B2	16 June 2020
				JPWO	2012132841	A1	28 July 2014
				TW	201251258	A	16 December 2012
				WO	2012132841	A1	04 October 2012
				EP	2693601	A1	05 February 2014
				EP	2693601	A4	08 October 2014
				EP	2693601	B1	23 December 2020

A. 主题的分类

H02J 50/60(2016.01)i; H02J 50/12(2016.01)i; H02J 50/40(2016.01)i; H02J 7/00(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02J

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE:荣耀终端有限公司, NFC, 检测, 异物, 金属, 品质因数, 品质因素, detect+, metal+, Foreign matter+,Q

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 113300487 A (伏达半导体(合肥)有限公司) 2021年8月24日 (2021 - 08 - 24) 说明书第0022-0090段, 附图1-7	16
A	CN 109478800 A (索尼半导体解决方案公司) 2019年3月15日 (2019 - 03 - 15) 全文	1-20
A	CN 111812408 A (华为技术有限公司) 2020年10月23日 (2020 - 10 - 23) 全文	1-20
A	CN 112068208 A (深圳赫兹创新技术有限公司) 2020年12月11日 (2020 - 12 - 11) 全文	1-20
A	CN 112737148 A (歌尔股份有限公司) 2021年4月30日 (2021 - 04 - 30) 全文	1-20
A	CN 216698736 U (深圳市卓睿通信技术有限公司) 2022年6月7日 (2022 - 06 - 07) 全文	1-20
A	US 2014008974 A1 (SONY CORPORATION) 2014年1月9日 (2014 - 01 - 09) 全文	1-20

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

★ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

国际检索实际完成的日期

2024年1月25日

国际检索报告邮寄日期

2024年2月1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

李坤鹏

电话号码 (+86) 010-53961270

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/132257

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	113300487	A	2021年8月24日	US	2022385113	A1	2022年12月1日
				KR	20220161204	A	2022年12月6日
CN	109478800	A	2019年3月15日	WO	2018020890	A1	2018年2月1日
				EP	3493364	A1	2019年6月5日
				EP	3493364	A4	2020年11月4日
				KR	20190033473	A	2019年3月29日
				KR	102426164	B1	2022年7月28日
				US	2019181684	A1	2019年6月13日
				US	10951065	B2	2021年3月16日
				JPWO	2018020890	A1	2019年5月16日
				JP	7136694	B2	2022年9月13日
				EP	3493364	B1	2020年11月4日
				CN	109478800	B	2023年5月16日
CN	111812408	A	2020年10月23日	无			
CN	112068208	A	2020年12月11日	无			
CN	112737148	A	2021年4月30日	无			
CN	216698736	U	2022年6月7日	无			
US	2014008974	A1	2014年1月9日	JP	2017051096	A	2017年3月9日
				JP	6264437	B2	2018年1月24日
				US	10685780	B2	2020年6月16日
				JPWO	2012132841	A1	2014年7月28日
				TW	201251258	A	2012年12月16日
				WO	2012132841	A1	2012年10月4日
				EP	2693601	A1	2014年2月5日
				EP	2693601	A4	2014年10月8日
				EP	2693601	B1	2020年12月23日