



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103765443 B

(45)授权公告日 2016.12.28

(21)申请号 201280042627.2

(22)申请日 2012.08.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103765443 A

(43)申请公布日 2014.04.30

(30)优先权数据
2011-197569 2011.09.09 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.02.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2012/071694 2012.08.28

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/035584 JA 2013.03.14

(73)专利权人 索尼公司
地址 日本东京

(72)发明人 管野正喜

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

G06K 17/00(2006.01)

H04B 1/04(2006.01)

H04B 1/59(2006.01)

H04B 5/02(2006.01)

(56)对比文件

JP 2009077385 A, 2009.04.09,

JP 2006238398 A, 2006.09.07,

JP 2006033247 A, 2006.02.02,

CN 101501991 A, 2009.08.05,

CN 1143227 A, 1997.02.19,

审查员 蓝聆萌

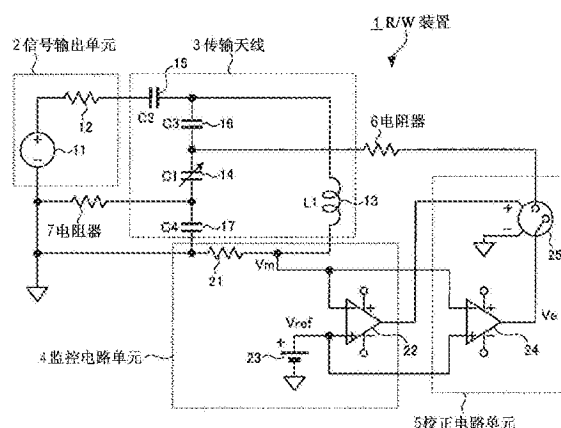
权利要求书3页 说明书31页 附图15页

(54)发明名称

传输装置、传输/接收装置、集成电路及通信状态监控方法

(57)摘要

[问题]为了优化通信特性同时监控传输装置中的通信状态,其中该传输装置通过电磁感应作用进行非接触式外部通信。[技术方案]一种传输装置(1),被配置为具有传输单元(3)、信号输出单元(2)、通信监控单元(4)以及通信校正单元(5)。通信监控单元(4)监控关于流过天线线圈(13)的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态。通信校正单元(5)根据在通信监控单元(4)的确定结果,来校正通信特性。



11 信号源 12 输出阻抗 13 天线线圈 14 并联可变电容器
15 串联电容器 16,17 直流去除电容器 21 监控电阻器 22 比较器
23 参考电源 24 误差放大器 25 切换开关

1. 一种传输装置,包括:

传输单元,包括天线线圈并且通过电磁耦合与外部装置进行通信;

信号输出单元,生成预定频率的信号并且将所生成的信号输出至所述传输单元;

通信监控单元,监控关于流过所述天线线圈的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态,其中,所述通信监控单元监控与流过所述天线线圈的电流对应的监控电压,将所述监控电压与阈值电压进行比较并且根据比较结果确定所述外部装置是否在所述传输装置的可通信范围内;以及

通信校正单元,根据在所述通信监控单元中所述通信状态的确定结果,来校正通信特性,其中所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中确定所述外部装置不在所述可通信范围内的确定结果,校正由所述信号输出单元生成的信号的相位与从所述传输单元传输的信号的相位之间的差值。

2. 根据权利要求1所述的传输装置,

其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果通过改变所述传输单元的电容、电感以及Q值中的至少一个,来校正所述通信特性。

3. 根据权利要求2所述的传输装置,

其中,所述传输单元包括并联电容器,所述并联电容器与所述天线线圈并联连接并且具有可变电容,并且

其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果,来改变所述并联电容器的电容。

4. 根据权利要求2所述的传输装置,

其中,所述传输单元包括串联电容器,所述串联电容器与所述天线线圈串联连接并且具有可变电容,并且

其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果,来改变所述串联电容器的电容。

5. 根据权利要求1所述的传输装置,

其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果通过增大流过所述天线线圈的电流,来校正所述通信特性。

6. 根据权利要求1所述的传输装置,

其中,所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果通过减少所述信号输出单元的输出阻抗,来校正所述通信特性。

7. 根据权利要求1所述的传输装置,

其中,所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中的所述通信状态的确定结果,来将所述传输单元的Q值从第一Q值变成大于所述第一Q值的第二Q值,并且

其中,所述通信监控单元具有所述通信状态的第一确定阈值以及所述通信状态的第二确定阈值,并且根据所述通信状态的所述确定结果,在所述第一确定阈值与所述第二确定阈值之间切换用于确定通信状态的阈值,其中,所述第一确定阈值在所述传输单元的Q值为第一Q值时使用,所述第二确定阈值在所述传输单元的Q值为第二值时使用。

8. 根据权利要求1所述的传输装置,

其中,所述通信监控单元通过对与流过所述天线线圈的电流对应的电压值的最大值的

一半与所监控的电压值进行比较,来确定所述通信状态。

9.根据权利要求1所述的传输装置,进一步包括:

显示单元,显示在所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果。

10.根据权利要求1所述的传输装置,

其中,所述传输单元将与在所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果相关的数据传输到外部。

11.一种传输/接收装置,包括:

传输功能单元,包括:

传输单元,包括天线线圈并且通过电磁耦合与外部装置进行通信,

信号输出单元,生成预定频率的信号并且将所生成的信号输出至所述传输单元,

通信监控单元,监控关于流过所述天线线圈的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态,其中,所述通信监控单元监控与流过所述天线线圈的电流对应的监控电压,将所述监控电压与阈值电压进行比较并且根据比较结果确定所述外部装置是否在所述传输/接收装置的可通信范围内,以及

通信校正单元,根据在所述通信监控单元中的所述通信状态的确定结果,来校正通信特性,其中所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中确定所述外部装置不在所述可通信范围内的确定结果,校正由所述信号输出单元生成的信号的相位与从所述传输单元传输的信号的相位之间的差值;以及

接收功能单元,包括接收天线并且通过电磁耦合与外部进行通信。

12.一种集成电路,包括:

通信监控单元,监控关于流过传输天线的天线线圈的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态,所述传输天线通过电磁耦合与外部装置进行通信,其中,所述通信监控单元监控与流过所述天线线圈的电流对应的监控电压,将所述监控电压与阈值电压进行比较并且根据比较结果确定所述外部装置是否在包含所述传输天线的传输装置的可通信范围内;以及

通信校正单元,根据在所述通信监控单元中的通信状态的确定结果,来校正通信特性,其中所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中确定所述外部装置不在所述可通信范围内的确定结果,校正由信号输出单元生成的信号的相位与从所述传输天线传输的信号的相位之间的差值。

13.一种由传输装置执行的通信状态监控方法,所述传输装置包括:传输单元,包括天线线圈并且通过电磁耦合与外部装置进行通信;以及通信监控单元,监控关于流过所述天线线圈的电流的信息,所述通信状态监控方法包括:

由所述通信监控单元监控关于流过所述天线线圈的电流的信息;以及

由所述通信监控单元根据关于流过所述天线线圈的电流的监控信息确定通信状态,

其中,所述通信监控单元监控与流过所述天线线圈的电流对应的监控电压,将所述监控电压与阈值电压进行比较并且根据比较结果确定所述外部装置是否在所述传输装置的可通信范围内,

由通信校正单元根据在所述通信监控单元中所述通信状态的确定结果,来校正通信特性,其中所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中确定所述外部装置不在所述可通信

范围内的确定结果,校正由信号输出单元生成的信号的相位与从所述传输单元传输的信号
的相位之间的差值。

传输装置、传输/接收装置、集成电路及通信状态监控方法

技术领域

[0001] 本公开涉及传输装置、传输/接收装置、集成电路以及这些装置的通信状态监控方法,传输装置、传输/接收装置以及集成电路中的每个具有通过电磁感应(电磁耦合)对信息或能量进行非接触式通信(传输)的功能。

背景技术

[0002] 如今,非接触式通信系统变得十分普遍,在该非接触式通信系统中,使用非接触式IC(集成电路)卡,例如,交通罚单以及电子货币。在这种非接触式通信系统中,使用在非接触式IC卡内设置的接收天线经由电磁感应接收从该系统专用的读取器/写入器(在后文中缩写为R/W)装置的传输天线(谐振电路)中发射的传输信号(电磁波)。

[0003] 在这种非接触式通信系统中,重要的是,使R/W装置的信号源的频率、R/W装置的传输天线的谐振频率以及非接触式IC卡的接收天线(谐振电路)的谐振频率相互匹配,以便获得良好的通信特性。然而,非接触式IC卡的接收天线或R/W装置的传输天线的谐振频率由于不同的因素而发生变化。在这种情况下,难以稳定地传输和接收在非接触式IC卡与R/W装置之间的信息。

[0004] 因此,在过去,在非接触式通信系统的技术领域,已经提出了各种技术,用于在各种情况下保持良好的通信状态(例如,参照专利文献1)。专利文献1描述了一种用于电子结算系统的非接触式IC卡装置,该电子结算系统通过无线通信进行电子结算。在用于专利文献1的电子结算系统的非接触式IC卡装置中,提出了一种技术,用于根据无线传输/接收电路与非接触式R/W之间的距离或位置关系以及周围的无线电波条件,最佳地控制无线传输/接收电路的传输功率。

[0005] 引用列表

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:JP2003-216911A

发明内容

[0008] 技术问题

[0009] 如上所述,在过去的非接触式通信系统的技术领域,已经提出了各种技术用于保持良好的通信状态,但是最好优化通信特性,同时监控通信状态,以便更可靠地获得良好的通信状态。然而,目前,未提出一种实际通信状态监控方法以及一种能够通过使用该方法来调整通信状态的传输/接收装置。

[0010] 鉴于上述情况,创作本公开,并且本公开的目标在于,提供能够优化通信特性同时监控通信状态的传输装置、传输/接收装置、集成电路以及通信状态监控方法。

[0011] 问题的解决方案

[0012] 为了解决上述问题,本公开的传输装置包括传输单元、信号输出单元、通信监控单元以及通信校正单元,并且每个单元的配置和功能如下。传输单元包括天线线圈并且通过

电磁耦合与外部装置进行通信。信号输出单元生成预定频率的信号并且将所生成的信号输出给传输单元。通信监控单元监控关于流过天线线圈的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态。通信校正单元根据通信监控单元中的通信状态的确定结果,来校正通信特性。

[0013] 而且,在本说明书中使用的“通信”的意思不仅包括信息通信,而且包括在例如无线电力传输系统中进行的能量传输(电力传输)。而且,在本说明书中使用的“通信状态”的意思不仅包括在进行非接触式信息通信时的通信状态,而且包括在例如无线电力传输系统中进行非接触式能量传输时的传输状态。

[0014] 而且,本公开的传输/接收装置被配置为包括:传输功能单元,其与本公开的传输装置具有相同的配置;以及接收功能单元,其包括接收天线并且通过电磁耦合与外部进行通信。而且,本公开的集成电路被配置为包括本公开的传输装置的通信监控单元和通信校正单元。

[0015] 而且,本公开的通信状态监控方法是本公开的传输装置的通信状态监控方法,并且在以下步骤中执行。首先,通信监控单元监控关于流过天线线圈的电流的信息。随后,通信监控单元根据关于流过天线线圈的电流的信息来确定通信状态。

[0016] 本发明的有益效果

[0017] 如上所述,根据本公开,监控流过传输装置的传输单元的天线线圈的电流(线圈电流),并且根据监控结果来确定通信状态。然后,根据确定结果,通过控制例如传输装置的谐振特性、输出操作以及装置操作,来校正通信特性。因此,根据本公开,可实现通信特性的优化,同时监控通信状态。

附图说明

[0018] [图1]图1为用于在各种验证实验中进行评价的非接触式通信系统的电路配置图。

[0019] [图2]图2为示出在各种验证实验中使用的各种传输天线的天线线圈的示意性配置与尺寸的示意图。

[0020] [图3]图3为示出验证实验1的测量结果的示意图。

[0021] [图4]图4为示出验证实验2的测量结果的示意图。

[0022] [图5]图5为示出验证实验2的测量结果的示意图。

[0023] [图6]图6为示出验证实验3的测量结果的示意图。

[0024] [图7]图7为示出验证实验4的测量结果的示意图。

[0025] [图8]图8为示出验证实验4的测量结果的示意图。

[0026] [图9]图9为示出验证实验5的测量结果的示意图。

[0027] [图10]图10为示出验证实验5的测量结果的示意图。

[0028] [图11]图11为根据第一实施方式的R/W装置的电路配置图。

[0029] [图12]图12为示出根据第一实施方式的R/W装置的通信状态监控方法和通信特性校正方法的步骤的流程图。

[0030] [图13]图13为根据第二实施方式的R/W装置的电路配置图。

[0031] [图14]图14为根据第三实施方式的R/W装置的电路配置图。

[0032] [图15]图15为根据第四实施方式的R/W装置的电路配置图。

- [0033] [图16]图16为根据第五实施方式的R/W装置的电路配置图。
[0034] [图17]图17为根据第六实施方式的R/W装置的电路配置图。
[0035] [图18]图18为根据第七实施方式的R/W装置的电路配置图。

具体实施方式

[0036] 在后文中,参照示图,按照以下顺序描述根据本公开实施方式的传输装置和通信状态监控方法的示例。然而,本公开不限于以下示例。

[0037] 1、通信状态监控方法和通信特性校正方法的原理

[0038] 2、传输装置的各种实施方式

[0039] 3、各种修改与各种应用

[0040] <1、通信状态监控方法和通信特性校正方法的原理>

[0041] 在本公开的传输装置和传输/接收装置中,监控流过构成传输天线(谐振电路)的天线线圈的电流,并且根据监控信号确定通信状态。在下文中,将参考各种验证实验的结果描述可通过该方法确定通信状态的原理。

[0042] [谐振频率偏差的因素]

[0043] 如上所述,在非接触式通信系统中,非接触式IC卡(非接触式数据载体)的接收天线或R/W装置的传输天线的谐振频率由于各种因素而发生变化。具体而言,以以下因素为例。

[0044] (1)由天线线圈的电感变化以及电容器的电容变化造成的初始偏差,天线线圈和电容器构成谐振电路,(具体地,天线线圈的电感变化是主要的)

[0045] (2)由环境条件的变化(例如,温度变化)造成的偏差

[0046] (3)由R/W装置与非接触式IC卡之间的电磁耦合造成的偏差

[0047] 因素(3)是基于在R/W装置的传输天线与非接触式IC卡的接收天线之间发生的互感(M)的因素。双方之间的互感M表示为 $M=K(L_1 \times L_2)^{1/2}$,其中, L_1 是R/W装置的传输天线的电感, L_2 是非接触式IC卡的接收天线的电感。而且,K是磁耦合系数,并且是根据条件(例如,在传输天线与接收天线之间的距离、每个天线的尺寸等)变化的变量。具体而言,在传输天线与接收天线之间的距离较小时,磁耦合系数K增大,并且在传输天线的天线尺寸与接收天线的天线尺寸彼此接近时,该磁耦合系数增大。

[0048] 在磁耦合(K)改变时,互感M改变。在这种情况下,天线线圈的电感改变,导致天线的谐振频率($f=1/\{2\pi(LC)^{1/2}\}$)变化。天线的谐振频率的这种变化发生在R/W装置与非接触式IC卡内。在互感M的影响较大时,发生以下现象。

[0049] (a)在R/W装置中,由于传输频率的阻抗改变,所以信号源与传输天线之间未实现阻抗匹配。在这种情况下,流过传输天线的线圈电流减少。

[0050] (b)在非接触式IC卡中,接收频率(=传输频率)的Q因数(品质因数)减小(阻抗减小),并且所接收的电压减小。

[0051] 而且,在下面要描述的验证实验中,验证了现象(a)和(b)。具体而言,在传输天线与接收天线之间的距离过小时(双方过度接近),所接收的电压减小,而且,在双方接近从而彼此接触时,造成较差的通信。认为,这主要是通过由于R/W装置侧上的谐振频率偏差导致的输出减少的影响造成的。

[0052] 为了校正由上述因素(3)造成的谐振频率偏差,需要监控R/W装置与非接触式IC卡之间的通信状态,该状态根据条件(例如,在双方之间的距离(位置关系)、双方的天线尺寸等)变化。下面,将参照各种验证实验的结果,详细描述上述因素(3)对通信特性的影响。

[0053] [用于评价的非接触式通信系统的电路配置]

[0054] 图1示出了用于在各种验证实验中进行评价的非接触式通信系统(在后文中称为评价系统)的电路配置。顺便地,图1仅仅示出了主要在进行非接触式通信时运行的电路配置。

[0055] 评价系统100由用于进行验证的R/W装置110和非接触式IC卡120构成。顺便地,在图1中所示的评价系统100的电路配置与在非接触式通信系统(例如,Felica(注册商标)/NFC(近场通信)系统)中使用的基本通信电路单元的电路配置大体上相同。然而,在实际产品内不包括下面要描述的监控电路单元113。

[0056] (1)R/W装置的配置

[0057] R/W装置110包括信号输出单元111、传输天线112(谐振电路)以及监控电路单元113。

[0058] 信号输出单元111由输出预定频率(13.56MHz)的信号信号源111a以及具有阻抗 50Ω 的输出阻抗111b构成。信号源111a一侧的输出端(“+”侧的端子)连接至输出阻抗111b的一端的端子,并且信号源111a的另一侧的输出端(“-”侧的端子)接地。而且,输出阻抗111b的另一侧的端子连接至下面要描述的传输天线112的串联电容器116的一侧的端子。

[0059] 传输天线112由天线线圈114、并联电容器115以及串联电容器116配置。天线线圈114一侧的端子连接至并联电容器115一侧的端子以及串联电容器116另一侧的端子,并且天线线圈114另一侧的端子通过下面要描述的监控电路单元113的两个电阻器117和118接地。而且,并联电容器115另一侧的端子接地。即,由天线线圈114和两个电阻器117和118配置的串联电路与并联电容器115并联连接。

[0060] 而且,将天线线圈114的电感 L_1 、并联电容器115的电容 C_1 以及串联电容器116的电容 C_2 设置为,使得在信号输出单元111与传输天线112之间实现阻抗匹配。具体而言,将天线线圈114的各个电路元件的常数(L_1 、 C_1 以及 C_2)设置为,使得对于13.56MHz信号在信号输出单元111与传输天线112之间通过 50Ω ($Z=50+j0[\Omega]$)实现匹配。然而,此时,天线线圈114的各个电路元件的常数在这种状态下被设置为,使得在传输天线112与接收天线121之间没有磁耦合。

[0061] 而且,在下面要描述的各种验证实验中,制备均具有不同天线尺寸(天线线圈尺寸)的两种传输天线112。因此,对于各个天线尺寸的传输天线112,评价系统100适当地设定各个电容器的电容(C_1 和 C_2),以使得在信号输出单元111与传输天线112之间实现阻抗匹配。

[0062] 监控电路单元113是监控流过天线线圈114的线圈电流的电路,并且由三个电阻器117~119配置。电阻器117和电阻器118串联连接并且设置于天线线圈114与地之间。而且,在电阻器117和电阻器118之间的连接点与地之间设置电阻器119。而且,电阻器117和电阻器118均由具有电阻 1Ω 的电阻元件配置,并且电阻器119由具有电阻 50Ω 的电阻元件配置。

[0063] 在图1中所示的评价系统100的监控电路单元113将线圈电流转换成电压并且监控电压值,而不直接监控线圈电流。具体而言,将电阻器117和电阻器118之间的连接点的电压

作为与线圈电流对应的电压进行监控(在后文中称为监控电压 V_m)。然后,评价系统100根据监控电压 V_m 确定通信状态(磁耦合状态)。

[0064] (2)非接触式IC卡的配置

[0065] 非接触式IC卡120包括接收天线121(谐振电路)、整流电路122以及输出检测电路123。

[0066] 接收天线121由并联连接的天线线圈124和电容器125配置。而且,天线线圈124的电感 L_2 和电容器125的电容 C_3 被设置为,使得对于13.56MHz的接收信号,接收天线121的阻抗被最大化。然而,此时,在这种状态中将天线线圈124的各个电路元件的常数(L_2 和 C_3)设置为,使得在传输天线112与接收天线121之间没有磁耦合。

[0067] 而且,在下面要描述的各种验证实验中,制备均具有不同天线尺寸的三种接收天线121。因此,在各个天线尺寸的接收天线121中,适当地设置电容器125的电容 C_3 ,以使得对于13.56MHz的接收信号,接收天线121的阻抗被最大化。

[0068] 整流电路122是将由接收天线121接收的交流信号(接收的电压 V_{out})转换成直流信号(在后文中称为检测输出 V_{ov})的电路。在图1中所示的评价系统100中,整流电路122由四个二极管122a~122d配置。

[0069] 输出检测电路123通过整流电路122与接收天线121并联连接,并且是检测由整流电路122转换的检测输出 V_{ov} 的电路。在图1中所示的评价系统100中,输出检测电路123由并联连接的电阻器123a和电容器123b配置。而且,在本文中,电阻器123a的电阻为820 Ω 。

[0070] (3)天线尺寸

[0071] 图2示出在各种验证实验中使用的各种传输天线112和各种接收天线121的示意性配置与天线尺寸。顺便地,图2为天线线圈的示意性顶视图,并且评价系统100使用大致矩形天线线圈。

[0072] 在以下验证实验中,如图2中所示,制备具有(中等尺寸)天线线圈的天线作为传输天线112,其中,在长边方向的直径为44mm,并且在短边方向的直径为30mm。而且,在以下验证实验中,制备具有(小尺寸)天线线圈的天线作为传输天线112,其中,在长边方向的直径为22mm,并且在短边方向的直径为16mm。

[0073] 另一方面,如图2中所示,制备具有(大尺寸)天线线圈的天线作为接收天线121,其中,在长边方向的直径为68mm,并且在短边方向的直径为38mm。而且,在以下验证实验中,制备具有(中等尺寸)天线线圈的天线作为接收天线121,其中,在长边方向的直径为44mm,并且在短边方向的直径为30mm。而且,在以下验证实验中,制备具有(小尺寸)天线线圈的天线作为接收天线121,其中,在长边方向的直径为20mm,并且在短边方向的直径为16mm。

[0074] [磁耦合的影响总结]

[0075] 在上述非接触式通信系统中,如图1中所示,通常在信号传输侧和信号接收侧的每个装置内设置由谐振电路配置的天线,以便进行有效的非接触式通信。在这种非接触式通信系统中,认为最好增大传输天线与接收天线之间的磁耦合系数 K 和谐振特性(品质因数 Q),以便获得优异的通信特性。

[0076] 优选的,由线圈(L)和电容器(C)配置的谐振电路增大品质因数,以便减少损耗,但是考虑到条件(例如,产品规格、数据代码、通信速度等),品质因数不能设置为较大值。例如,在使用13.56MHz的信号的Mifare(注册商标)系统中,认为品质因数最好等于或小于35。

而且,在实际的移动电话等中,如图1中所示,在传输侧的谐振电路内设置串联谐振电容器(C2)和并联谐振电容器(C1),以在信号源与谐振电路(传输天线)之间实现阻抗匹配。这就实现了 $50\ \Omega$ 的低阻抗匹配。

[0077] 而且,如上所述,在R/W装置与非接触式IC卡之间的磁耦合(磁耦合系数K)随着双方之间的距离而变化。例如,在R/W装置与非接触式IC卡之间的距离增大时,磁耦合快速变小,造成通信困难。例如,在非接触式通信系统(例如,Felica(注册商标))中,在R/W装置与非接触式IC卡之间的距离等于或大于10cm时,难以进行通信。

[0078] 另一方面,例如,在R/W装置与非接触式IC卡之间的距离非常短时(在非接触式IC卡与R/W装置进行接触时),磁耦合变得非常强。然而,在这种情况下,在R/W装置的传输天线的线圈与非接触式IC卡的接收天线的线圈之间产生大的互感M。结果,虽然下面在验证实验1中详细进行了描述,但是R/W装置和非接触式IC卡的每个谐振电路(天线)的阻抗偏离期望值。

[0079] 即,在R/W装置与非接触式IC卡之间的距离非常短时,互感M影响R/W装置的传输特性和非接触式IC卡的接收特性。结果,在最初以13.56MHz谐振的系统中,发生以例如低于谐振频率的频率谐振的现象。

[0080] 互感 $M(=K(L1 \times L2)^{1/2})$ 的大小由磁耦合(K)的程度以及R/W装置与非接触式IC卡的各自的天线线圈的电感的大小决定。因此,在R/W装置与非接触式IC卡的组合或在双方之间的距离和位置关系改变时,互感M改变。而且,在每个谐振电路的品质因数Q增大时,上述谐振频率偏差造成的影响也增大。

[0081] 本公开的技术的提出者进行了各种验证实验,以详细检查在非接触式通信系统中的R/W装置与非接触式IC卡之间的磁耦合的上述影响。然后,通过各种验证实验的结果,本公开的技术的提出者发现,通过监控流过R/W装置的传输天线的线圈电流,可精确地确定通信状态。

[0082] [验证实验1]

[0083] 首先,在图1中所示的评价系统100中,验证实验1研究了在从信号输出单元111的输出端看时,R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离d与传输天线112和接收天线121的阻抗Z的关系。在验证实验1中,在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的相对方向上同轴布置传输天线112的线圈中心和接收天线121的线圈中心的这种状态下测量阻抗Z,同时改变距离d。而且,在验证实验1中,鉴于传输天线112和接收天线121在装置内的安装状态(嵌入状态),将R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离d的最短距离设为2mm。

[0084] 图3示出验证实验1的测量结果。图3为示出在从信号输出单元111的输出端看时,传输天线112和接收天线121的阻抗Z相对于R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离d变化的特性。而且,在图3中所示的特性的横轴为距离d,并且其纵轴为阻抗Z。而且,在图3中,由三角形标记点表示的特性131是传输天线112的阻抗变化特性,并且由菱形标记点表示的特性132是接收天线121的阻抗变化特性。

[0085] 从图3中显而易见,在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离d例如大于30mm时,传输天线112的阻抗为 $50\ \Omega$,并且接收天线121的阻抗为3,000 Ω (最大值)。即,该状态是在信号输出单元111与传输天线112之间实现 $50\ \Omega$ 阻抗匹配的状态,并且接收天线121(谐振电路)中感应的电压也变成最大。

[0086] 然而,在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 例如为30mm以下时,传输天线112的阻抗快速增大。而且,在这种情况下,由于非接触式IC卡120的接收天线121的并联谐振特性也改变,所以接收天线121的阻抗快速变小。在这种情况下,由于传输天线112的阻抗增大,所以谐振频率降低。

[0087] [验证实验2]

[0088] 如上所述,在非接触式IC卡120过度接近R/W装置110(磁耦合过大)时,在传输侧上的阻抗匹配偏离 50Ω 。在这种情况下,流过传输天线112的线圈电流减小。而且,在非接触式IC卡120过度接近R/W装置110时,在接收侧上的阻抗降低,因此,在接收天线121(谐振电路)内感应的电压减小。即,在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 较小时,双方之间的磁耦合增大;然而,相反,发生在接收侧(非接触式IC卡120侧)上的检测输出 V_{ov} 减小的现象。

[0089] 在验证实验2中,通过在评价系统100的R/W装置110与非接触式IC卡120之间进行通信实验,确认该现象。具体而言,与在验证实验1中一样,在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 改变时,此时,测量由监控电路单元113检测的监控电压 V_m 以及由输出检测电路123检测的检测输出 V_{ov} 的变化。

[0090] 而且,在验证实验2中,与在验证实验1中一样,在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的相对方向上同轴布置传输天线112的线圈中心和接收天线121的线圈中心的这种状态下,改变距离 d 。而且,在验证实验2中,通过不同地改变传输天线112的天线尺寸和接收天线121的天线尺寸的组合,测量监控电压 V_m 和检测输出 V_{ov} (见图2)。

[0091] 图4和5示出了验证实验2的测量结果。图4为在传输天线112(R/W装置110)的天线尺寸被固定为中等尺寸并且接收天线121(非接触式IC卡120)的天线尺寸在大尺寸、中等尺寸和小尺寸改变时的测量结果。而且,在图4中所示的特性的横轴为距离 d ,并且其纵轴为检测输出 V_{ov} 或监控电压 V_m 。

[0092] 而且,在图4中,在接收天线121的天线尺寸被分别设为大尺寸、中等尺寸和小尺寸时,由菱形标记点表示的特性141a、由矩形标记点表示的特性141b以及由圆形标记点表示的特性141c是检测输出 V_{ov} 的特性。而且,在图4中,在接收天线121的天线尺寸被分别设为大尺寸、中等尺寸和小尺寸时,由x标记点表示的特性142a、由白色圆形标记点表示的特性142b以及由圆形标记点表示的特性142c是监控电压 V_m 的特性。

[0093] 另一方面,图5为在传输天线112的天线尺寸固定为小尺寸并且接收天线121的天线尺寸在大尺寸、中等尺寸和小尺寸改变时的测量结果。而且,在图5中所示的特性的横轴为距离 d ,并且其纵轴为检测输出 V_{ov} 或监控电压 V_m 。

[0094] 而且,在图5中,在接收天线121的天线尺寸分别设为大尺寸、中等尺寸和小尺寸时,由菱形标记点表示的特性143a、由矩形标记点表示的特性143b以及由圆形标记点表示的特性143c是检测输出 V_{ov} 的特性。而且,在图5中,在接收天线121的天线尺寸分别设为大尺寸、中等尺寸和小尺寸时,由白色菱形标记点表示的特性144a、由白色矩形标记点表示的特性144b以及由白色三角形标记点表示的特性144c是监控电压 V_m 的特性。

[0095] 在传输天线112(R/W装置110)的天线尺寸固定为中等尺寸的情况下,如在图4的特性141a~141c中所示,根据接收天线121(非接触式IC卡120)的天线尺寸,检测输出 V_{ov} 为最大所在的距离 d 是不同的。而且,可以看出,在距离 d 小于检测输出 V_{ov} 为最大所在的距离 d

时,检测输出 V_{ov} 降低,而不考虑接收天线121的天线尺寸。相反,如在图4的特性142a~142c中所示,随着距离 d 变得更小,监控电压 V_m 单调递减,而不管接收天线121的天线尺寸。

[0096] 在传输天线112的天线尺寸被固定为小尺寸的情况下,如在图5的特性143c中所示,在接收天线121的天线尺寸与传输天线112的天线尺寸基本上相同时,在距离 d 为8.6mm处检测输出 V_{ov} 为最大。而且,在检测输出 V_{ov} 最大时,监控电压 V_m 大约为160mV(见特性144c)。在天线尺寸的组合中,在距离 d 小于检测输出 V_{ov} 为最大所在的距离 d 时,检测输出 V_{ov} 降低。而且,在接收天线121的天线尺寸与传输天线112的天线尺寸不同的情况下,如在图5的特性143a和143b中所示,随着距离 d 变得更小,检测输出 V_{ov} 单调递减。另一方面,如在图5的特性144a~144c中所示,随着距离 d 变得更小,监控电压 V_m 单调递减,而不管接收天线121的天线尺寸。

[0097] 从验证实验2的测量结果中显而易见,可以看出,在R/W装置110的天线尺寸和非接触式IC卡120的天线尺寸的组合中,在双方彼此密切接触时,检测输出 V_{ov} 降低。

[0098] 由于在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的磁耦合强度以及磁耦合受到的影响程度,使得检测输出 V_{ov} 的特性改变。而且,通常,在R/W装置110的天线尺寸接近非接触式IC卡120的天线尺寸时,磁耦合增大。因此,从验证实验2的结果中,可以看出,在磁耦合较大(在R/W装置110的天线尺寸接近非接触式IC卡120的天线尺寸时)时,检测输出 V_{ov} 在短距离处的减少量增大(见图4的特性141b)。

[0099] [验证实验3]

[0100] 由于双方之间的相对位置关系以及双方之间的距离 d ,使得R/W装置110与非接触式IC卡120之间的磁耦合也改变。即,通信特性根据非接触式IC卡120接触在R/W装置110的位置而改变,并且根据非接触式IC卡120的触摸位置,可发生较差的通信。

[0101] 因此,在验证实验3中,研究了在非接触式IC卡120的接收天线121相对于R/W装置110的传输天线112的相对位置改变时,通信特性的变化。具体而言,研究了R/W装置110与非接触式IC卡120之间的相对位置的偏差与由监控电路单元113检测的监控电压 V_m 和由输出检测电路123检测的检测输出 V_{ov} 之间的关系(位置偏差特性)。

[0102] 而且,在验证实验3中,在非接触式IC卡120与R/W装置110进行接触(在双方之间的距离 d 为2mm)的这种状态中,通过在天线线圈的短边方向或长边方向上移动非接触式IC卡120的位置,来测量位置偏差特性。而且,在本文中,通过不同地改变R/W装置110的天线尺寸和非接触式IC卡120的天线尺寸的组合,来测量位置偏差特性。

[0103] 图6示出了验证实验3的测量结果的示例。在图6中所示的位置偏差特性是在R/W装置110的天线尺寸固定为小尺寸并且非接触式IC卡120的天线尺寸在大尺寸、中等尺寸以及小尺寸变化时的位置偏差特性。而且,在图6中所示的位置偏差特性是当非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的短边方向上移动时的特性。

[0104] 而且,在图6中所示的特性的横轴是R/W装置110与非接触式IC卡120之间的相对位置偏差量 y ,其纵轴是检测输出 V_{ov} 或监控电压 V_m 。而且,在图6的横轴中,位置偏差量 $y=0$ 的状态是其中在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的相对方向上同轴布置传输天线112的线圈中心和接收天线121的线圈中心的状态。在后文中,该状态称为天线中心。

[0105] 而且,图6的横轴的正值是在非接触式IC卡120相对于R/W装置110在沿着线圈的短边方向的第一方向上从天线中心相对移动时的位置偏差量 y 。图6的横轴的负值是在非接触

式IC卡120相对于R/W装置110在与第一方向相反的第二方向从天线中心相对移动时的位置偏差量 y 。

[0106] 而且,在图6中,在非接触式IC卡120的天线尺寸分别设为大尺寸、中等尺寸和小尺寸时,由矩形标记点表示的特性145a、由菱形标记点表示的特性145b以及由圆形标记点表示的特性145c是检测输出 V_{ov} 的特性。而且,在图6中,在非接触式IC卡120的天线尺寸分别设为大尺寸、中等尺寸和小尺寸时,由白色矩形标记点表示的特性146a、由白色菱形标记点表示的特性146b以及由白色圆形标记点表示的特性146c是监控电压 V_m 的特性。而且,当在图5中所示的检测输出 V_{ov} 的特性143c中检测输出 V_{ov} 是最大时,在图6中的粗虚线表示此时的监控值 V_m 的值(160mV)。

[0107] 从图6中显而易见,检测输出 V_{ov} 和监控电压 V_m 的位置偏差特性是与位置偏差量 $y=0$ 基本上对称的特性,而与非接触式IC卡120的天线尺寸无关。而且,从在图6中所示的位置偏差特性中,可以看出,在偏离天线中心($y=0$)的位置,检测输出 V_{ov} 是最大的,而与非接触式IC卡120的天线尺寸无关。即,在图6中所示的位置偏差特性中,在天线中心($y=0$)的检测输出 V_{ov} 是低于最大值的值。具体地,可以看出,在R/W装置110的天线尺寸(小尺寸)接近非接触式IC卡120的天线尺寸的情况下(特性145c:磁耦合较大的情况),在天线中心($y=0$)的检测输出 V_{ov} 的减少量最大。

[0108] [验证实验4]

[0109] 从图6中所示的位置偏差特性中显而易见的是,在位置偏差量 y 大约为 $\pm 10\text{mm}$ 的范围内,仅仅在非接触式IC卡120的天线尺寸为小尺寸(特性146c)时,监控电压 V_m 等于或低于160mV(在图6中的粗虚线)。而且,从图6中所示的位置偏差特性中可以看出,在特性146c与表示 $V_m=160\text{mV}$ 的粗虚线之间的交叉点附近的监控电压 V_m 处,检测输出 V_{ov} 是最大的,而与非接触式IC卡120的天线尺寸无关。

[0110] 即,从图5(验证实验2)和图6(验证实验3)的特性中可以看出,在R/W装置110为小尺寸的情况下,在监控电压 V_m 大约为160mV时,检测输出 V_{ov} 为最大,而与非接触式IC卡120的天线尺寸无关。因此,假设在R/W装置110的天线尺寸恒定的情况下,在监控电压 V_m 与检测输出 V_{ov} 之间存在密切的相关性。

[0111] 因此,在验证实验4中,研究了监控电压 V_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性。具体而言,在R/W装置110的天线尺寸和非接触式IC卡120的天线尺寸的各种组合中,从验证实验2和3的测量结果中获得了监控电压 V_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性。

[0112] 图7和图8示出了相关性。图7为在R/W装置110的天线尺寸固定为中等尺寸并且非接触式IC卡120的天线尺寸在大尺寸、中等尺寸以及小尺寸变化时,监控电压 V_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性。而且,在图7中所示的特性的横轴为监控电压 V_m ,其纵轴为检测输出 V_{ov} 。

[0113] 在图7中由白色菱形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为大尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的短边方向上相对移动时的特性。在图7中由白色矩形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为大尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的长边方向上相对移动时的特性。在图7中由白色圆形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为大尺寸并且在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 变成天线中心状态时的特性。

[0114] 而且,在图7中由菱形虚线标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设

为中等尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的短边方向上相对移动时的特性。在图7中由矩形虚线标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为中等尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的长边方向上相对移动时的特性。在图7中由圆形虚线标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为中等尺寸并且在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 变成天线中心状态时的特性。

[0115] 而且,在图7中由菱形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为小尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的短边方向上相对移动时的特性。在图7中由矩形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为小尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的长边方向上相对移动时的特性。在图7中由圆形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为小尺寸并且在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 变成天线中心状态时的特性。

[0116] 另一方面,图8为在R/W装置110的天线尺寸固定为小尺寸并且非接触式IC卡120的天线尺寸在大尺寸、中等尺寸以及小尺寸变化时,监控电压 V_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性。而且,在图8中所示的特性的横轴为监控电压 V_m ,其纵轴为检测输出 V_{ov} 。而且,在图8中,在非接触式IC卡120内部驱动LSI(大规模集成:未显示)时的阈值电压(3.0V)也由粗虚线表示。

[0117] 在图8中由白色菱形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为大尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的短边方向上相对移动时的特性。在图8中由白色矩形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为大尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的长边方向上相对移动时的特性。在图8中由白色圆形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为大尺寸并且在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 变成天线中心状态时的特性。

[0118] 而且,在图8中由菱形虚线标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为中等尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的短边方向上相对移动时的特性。在图8中由矩形虚线标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为中等尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的长边方向上相对移动时的特性。在图8中由圆形虚线标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为中等尺寸并且在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 变成天线中心状态时的特性。

[0119] 而且,在图8中由菱形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为小尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的短边方向上相对移动时的特性。在图8中由矩形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为小尺寸并且非接触式IC卡120的位置相对于R/W装置110在线圈的长边方向上相对移动时的特性。在图8中由圆形标记表示的特性点是在非接触式IC卡120的天线尺寸设为小尺寸并且在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 变成天线中心状态时的特性。而且,如在验证实验4中所述,在R/W装置110与非接触式IC卡120彼此密切接触(在双方之间的距离 d 为2mm)的这种状态下测量图7和8的位置偏差特性的特性点。

[0120] 从图7和8中所示的特性中显而易见可以看出,检测电压 V_{ov} 与监控电压 V_m 之间存在密切的相关性,而与R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 以及在双方之间的相对位置无关。具体而言,可以看出,检测电压 V_{ov} 与监控电压 V_m 的相关性特性由单个抛物线特

性表示。

[0121] 而且,如图7和8中所示,检测输出 V_{ov} 为最大时的监控电压 V_m 的值根据R/W装置110的天线尺寸而不同。然而,可以看出,如果确定R/W装置110的天线尺寸,那么检测输出 V_{ov} 为最大时的监控电压 V_m 是恒定的,而与非接触式IC卡的天线尺寸无关。

[0122] 在本文中,下面参照图8,描述检测输出 V_{ov} 与监控电压 V_m 之间的相关性特性与通信状态之间的关系。

[0123] (1)区域A

[0124] 在图8中,从监控电压 V_m 的最大值 V_{m1} 到检测输出 V_{ov} 为3.0V(LSI的驱动电压的阈值)时的监控电压 V_{m2} 的区域A为R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 较大(长距离)的区域。因此,在区域A中,难以感应足够的电压来驱动非接触式IC卡120内的LSI,并且不能获得良好的通信状态。然而,在接收侧(非接触式IC卡120侧)的LSI由电池(而非接收电力)操作的情况下,检测输出 V_{ov} 为3.0V或以下(例如,1.5V等),并且能够具有良好的通信。

[0125] 而且,监控电压 V_m 大约为最大值 V_{m1} 的情况包括在R/W装置的可通信范围内没有非接触式IC卡(没有磁耦合)的情况的通信状态。因此,通过确定监控电压 V_m 是否是最大值 V_{m1} 周围的值,可确定在R/W装置的可通信范围内是否存在非接触式IC卡。

[0126] (2)区域B

[0127] 在图8中,从监控电压 V_{m2} 到检测输出 V_{ov} 为最大时的监控电压 V_{m3} 的区域B为在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 适合于进行非接触式通信(适当的距离)的区域,并且是获得良好通信的区域。区域B与距离 d 为10到25mm的范围对应,即,例如,在图3的阻抗特性中获得良好阻抗特性的范围。因此,在区域B中,获得良好的谐振特性(阻抗匹配),并且获得良好的通信状态。

[0128] 在本文中,下面更详细地描述区域B的通信状态。在非接触式通信系统中,在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 较近时,磁耦合变强,并且非接触式IC卡120的天线接收R/W装置110产生的磁能。因此,电流流过非接触式IC卡120的天线线圈,并且在接收天线121内感应了电压 V_{out} 。同时,在R/W装置110的天线线圈内,由于非接触式IC卡120侧的天线线圈产生反电动势,使得线圈电流减少。即,在非接触通信期间,在接收侧上吸收传输侧的磁能,因此,流过R/W装置110的传输天线112的线圈电流减少。

[0129] 在图8的区域B中,由于由上述电磁感应而施加于传输/接收特性(通信特性)的互感 M 影响是轻微的,所以认为,在传输侧内生成的磁能或接收侧的阻抗也几乎恒定。而且,在区域B中,如图8中所示,能够感应足够的电压以驱动非接触式IC卡120内的LSI。因此,在与区域B对应的通信状态中,检测输出 V_{ov} 和磁耦合适度,并获得良好的谐振特性。

[0130] (3)区域C

[0131] 在图8中,从检测输出 V_{ov} 最大时的监控电压 V_{m3} 到检测输出 V_{ov} 为3.0V时的监控电压 V_{m4} 的区域C为在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 较小(短距离)的区域。区域C与距离 d 为2~10mm的范围对应,即,例如,在图3的阻抗特性中,当从信号源看时,传输天线112和接收天线121的每个阻抗 Z 快速改变的范围。

[0132] 在区域C中,能够感应足够的电压以驱动非接触式IC卡120中的LSI,并且能够获得适当的检测输出 V_{ov} 。然而,R/W装置110与非接触式IC卡120之间的磁耦合过多,并且谐振特性(阻抗)改变,如在验证实验1(图3)中所述。

[0133] 即,在区域C中,由传输侧上的阻抗偏差导致降低磁能,并且由接收侧上的阻抗偏差(负面因素的影响)导致降低将接收信号转换成电压的性能。而且,在区域C中,除了负面因素的影响以外,还具有正面因素的影响,由于在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 较小,所以磁耦合变强。然而,区域C是上述负面因素的影响超过上述正面因素的影响的区域。因此,在区域C中,在磁耦合增大时(在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 减小),发生检测输出 V_{ov} 并未提高而是降低的倒置现象。

[0134] 而且,如上所述,监控电路单元113监控该监控电压 V_m ,但是实际上,这相当于监控流过R/W装置110的天线线圈114的线圈电流。线圈电流的变化反映两个影响:由于互感 M 将能量吸入非接触式IC卡120内,从而发生的线圈电流减少的现象;以及R/W装置110的阻抗偏差减少线圈电流本身的现象。

[0135] 然而,如图7和8中所示,在R/W装置110的天线尺寸固定的情况下,即使在与R/W装置110相结合的非接触式IC卡120改变时,检测输出 V_{ov} 被最大化时所在的监控电压 V_m (在图8中的 V_{m2})基本上恒定。因此,认为,在区域C内,检测输出 V_{ov} 的倒置现象的主要因素在于,互感 M 大幅改变传输侧的阻抗,并且R/W装置110的线圈电流本身减少(后一个因素的影响)。

[0136] 而且,如在图5(验证实验2)中的检测输出 V_{ov} 的特性143a和特性143b中所示,即使在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的距离 d 减小时,也不会发生上述倒置现象。如图5中所示,可以看出,R/W装置110与非接触式IC卡120的这种组合比监控电压 V_m 相对于距离 d 的变化更慢。因此,在这种组合的非接触式通信系统中,认为在R/W装置110与非接触式IC卡120之间的磁耦合较小,并且在双方靠近时生成的互感 M 较小。

[0137] (4)区域D

[0138] 在图8中,低于监控电压 V_{m4} 的监控电压 V_m 的区域D是磁耦合比区域C更加过强的区域,并且是难以感应足够的电压来驱动LSI的区域。因此,区域D是差的通信区域,这是因为谐振特性的变化更大并且通信特性也退化。

[0139] [验证实验5]

[0140] 在验证实验5中,与在图1中所示的评价系统100相同的电路由电路模拟器配置,并且获得了流过R/W装置的天线线圈的线圈电流(与监控电压 V_m 对应)与检测输出 V_{ov} 之间的相关性。而且,在验证实验5中,R/W装置的天线尺寸设为中等尺寸。

[0141] 图9示出了验证实验5的计算结果。而且,图9是在监控电流 I_m (流过R/W装置的天线线圈的线圈电流)与检测输出 V_{ov} 之间的相关性特性。横轴是监控电流 I_m ,并且纵轴是检测输出 V_{ov} 。而且,在图9中,由x标记点表示的特性、由白色矩形标记点表示的特性以及由圆形标记点表示的特性是在非接触式IC卡的天线尺寸分别设为大尺寸、中等尺寸以及小尺寸时的相关性特性。

[0142] 从图9与图7和8之间的比较中显而易见可以看出,甚至在进行模拟分析时,与在验证实验4的实际测量结果中一样,在监控电流 I_m 与检测输出 V_{ov} 之间获得抛物线相关性特性。而且,从图7到9中显而易见,在监控值具有(在图8中为 V_{m3})与监控信号(监控电压 V_m 或监控电流 I_m)的最大值的大约一半对应的值时,检测输出 V_{ov} 是最大的。即,可以看出,如果控制R/W装置的谐振特性以使得监控信号的值具有与最大值的大约一半对应的值(最佳值),那么在确定R/W装置的天线尺寸时,获得最佳通信状态,而非接触式IC卡的天线尺寸无关。

[0143] 而且,在验证实验5中,在R/W装置的传输天线(谐振电路)的品质因数Q改变时,通过模拟分析获得监控电流 I_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性特性。而且,在本文中,品质因数Q变成5、10、15、20、25以及30。在每个品质因数Q中,通过在0.01到0.99的范围内改变磁耦合系数K,获得监控电流 I_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性特性。

[0144] 图10示出了在传输天线(谐振电路)的品质因数Q改变时,监控电流 I_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性特性的模拟结果。而且,在图10中所示的相关性特性的横轴是监控电流 I_m ,其纵轴是检测输出 V_{ov} 。

[0145] 从图10中显而易见,在传输天线的品质因数Q增大时,监控电流 I_m (线圈电流)的最大值和最佳值(检测输出 V_{ov} 为最大时的值)可增大。在传输天线的品质因数Q增大时,在非接触式ID卡的接收天线(谐振电路)中感应的接收电压 V_{out} 也增大,因此,检测输出 V_{ov} 也会增大。而且,从图10中可以看出,在每个品质因数Q处,监控电流 I_m 与检测输出 V_{ov} 之间的相关性特性均为大致抛物线特性,并且监控电流 I_m 的最大值(检测输出 V_{ov} 为最大时的值)大约为监控电流 I_m 的最大值的一半。

[0146] 从以上各种验证实验中可以看出,通过监控关于流过R/W装置的传输天线的电流(监控电流 I_m)或相应的监控电压 V_m (即,流过传输天线的电流)的信息,可确定通信状态。而且,从以上各种验证实验的结果中可以估计,用于最大化检测输出 V_{ov} 的监控信号(监控电流 I_m 或监控电压 V_m)的最佳值是监控信号的最大值的一半。

[0147] 而且,根据关于流过R/W装置的传输天线的电流的上述信息(监控信号)确定通信状态的方法还获得以下优点。

[0148] 在R/W装置中,例如,在线圈电流由于阻抗偏差而减少的情况下,一种可能的对策是通过增大信号源的电压或减少信号源的输出阻抗来增大线圈电流。然而,实时监控阻抗的处理操作在电路方面具有非常大的负荷,并且不适合于将信号发送给简单电路的非接触式通信系统。而且,监控谐振频率偏差以及阻抗偏差的处理操作也具有非常大的负荷。

[0149] 与之相比,在本公开中,如上所述,使用在流过R/W装置的天线圈的线圈电流与非接触式IC卡的检测输出之间的相关性特性,来确定通信状态。此时,如果确定了R/W的配置,那么可仅仅通过监控线圈电流,来估计通信状态,而无需考虑非接触式IC卡的配置(天线尺寸、天线的电感、天线的品质因数Q)。因此,与监控阻抗或谐振频率偏差的上述技术相比,根据本公开的通信状态监控技术可更容易地确定通信状态的质量。

[0150] [通信特性校正方法的总结]

[0151] 如上所述,通过监控关于流过R/W装置的传输天线的电流的信息(监控信号),可确定通信状态。具体而言,如图8中所述,通过监控电压 V_m 的值,可确定当前通信状态在区域A、B、C和D中的哪一个中。在本文中,下面描述用于校正在除了图8的区域B(可获得良好的通信特性的区域)以外的区域的通信状态中的通信特性的方法(对策)的总结。

[0152] (1)区域A中的对策

[0153] 区域A(具体地,监控电压 V_m 大约为最大值 V_{m1} 的区域)是在R/W装置的可通信范围内没有非接触式IC卡(没有磁耦合),或者即使有非接触式IC卡磁耦合也非常小的通信状态的区域。因此,作为应对磁耦合非常小的通信状态的对策,存在一种增大R/W装置的传输输出的方法。

[0154] 而且,作为增大R/W装置的传输输出的方法,例如,可使用通过增大传输信号的信

号电平来增大线圈电流或通过减少信号输出单元的输出阻抗来增大线圈电流的方法。

[0155] (2)区域C中的对策

[0156] 区域C是在非接触式IC卡与R/W装置之间的距离 d 小于其最佳值的状态的区域。在区域C的通信状态中,如上所述,谐振特性改变,并且互感 M 的影响导致减少传输输出。

[0157] 因此,在通信状态处于区域C的状态中的情况下,可通过以下两种对策将通信状态校正(调整)为良好的状态(区域B的状态)。

[0158] (a)通过改变谐振特性,来校正谐振频率偏差(增大谐振频率)

[0159] (b)通过增大流过传输天线的线圈电流,来增大传输输出。

[0160] (3)在区域D中的对策

[0161] 区域D是磁耦合的影响非常大并且检测输出 V_{ov} 较小的区域,并且是差的通信区域。作为应对这种情况的对策,例如,可应用区域C的对策(a)(校正谐振特性的方法)。然而,根据R/W装置的配置,对策(a)不能将区域D的较差通信状态校正为区域B的良好通信状态。在这种情况下,在R/W装置上可显示通信较差的效应的错误。

[0162] <2、传输装置的各种实施方式>

[0163] 接下来,下面参照示图,描述能够通过本公开的上述通信状态监控方法监控通信状态的同时校正通信特性的R/W装置(传输装置)的各种实施方式。

[0164] [第一实施方式]

[0165] 在第一实施方式中,下面描述R/W装置的配置示例,R/W装置确定通信状态是位于图8的区域B还是区域C中,并且通过根据确定结果(监控结果)改变传输天线的谐振特性(通信特性),来校正谐振频率偏差。即,在本实施方式中,下面描述R/W装置的配置示例,该R/W装置可以改善非接触式IC卡与R/W装置之间的距离 d 较小时并且互感 M 的影响较大时的谐振频率偏差。而且,在本实施方式中,通过改变构成谐振电路的并联电容器的电容,校正R/W装置的传输天线的谐振特性(即,谐振频率偏差)。

[0166] 而且,在本实施方式中,由于确定通信状态是位于图8的区域B还是区域C中(良好的通信状态/较差的通信状态),所以与监控信号(监控电压 V_m)的最大值的一半对应的值(最佳值)用作确定阈值。而且,根据构成传输天线的每个电路元件的常数(电容和电感)的偏差,改变监控信号的最大值(最佳值),但是在每个R/W装置内可容易并且精确地测量监控信号的最大值。因此,本实施方式的通信状态监控方法可容易并且精确地确定通信状态在每个R/W装置是良好还是较差。

[0167] (1)R/W装置的配置

[0168] 图11示出了根据第一实施方式的R/W装置的电路配置。R/W装置(传输装置)1包括信号输出单元2、传输天线3(传输单元)、监控电路单元4(通信监控单元)、校正电路单元5(通信校正单元)以及两个电阻器6和7。

[0169] 信号输出单元2由生成和输出预定频率(13.56MHz)的信号信号源11以及具有阻抗 $50\ \Omega$ 的输出阻抗12配置。信号源11一侧的输出端子(“+”侧的端子)连接至输出阻抗12一侧的端子,并且信号源11另一侧的输出端子(“-”侧的端子)接地。而且,输出阻抗12的另一侧的端子连接至下面要描述的传输天线3的串联电容器15的一侧的端子。而且,信号源11作为LSI安装在实际电路内。

[0170] 传输天线3由天线线圈13、并联可变电容器14、串联电容器15以及两个直流去除电

容器16和17配置。而且,在本实施方式中,传输天线3(天线线圈13)的天线尺寸设为小尺寸(见图2)。

[0171] 在本实施方式中,直流去除电容器16、并联可变电容器14以及直流去除电容器17顺次串联连接。而且,三个电容器的串联电路的一侧(直流去除电容器16侧)的端子连接至串联电容器15的另一侧的端子以及天线线圈13的一侧的端子。而且,三个电容器的串联电路的另一侧(直流去除电容器17侧)的端子接地并且通过下面要描述的监控电路单元4的监控电阻器21连接至天线线圈13的另一侧的端子。

[0172] 并联可变电容器14由可变电容元件配置,可变电容元件的电容通过增加偏置电压(控制电压)而减少。例如,并联可变电容器14可由使用铁电体的薄膜电容器、称为变容二极管的二极管等配置。而且,两个直流去除电容器16和17是如此设置的电容器,以使得施加给并联可变电容器14的控制电压不能施加给天线线圈13。因此,两个直流去除电容器16和17的电容C3和C4均设置为并联可变电容器14的电容C1的至少10倍。

[0173] 而且,在本实施方式中,天线线圈13的电感L1、由三个电容器配置的串联电路的电容以及串联电容器15的电容C2被设置为,使得在信号输出单元2与传输天线3之间实现阻抗匹配。具体而言,在与非接触式IC卡没有磁耦合的这种状态中,传输天线3的各个电路元件的常数(L1和C1到C4)被设置为使得对于13.56MHz的信号在信号输出单元2与传输天线3之间实现50 Ω 的匹配。

[0174] 监控电路单元4是监控流过天线线圈13的线圈电流的电路。监控电路单元4包括监控电阻器21、比较器22和参考电源23。

[0175] 监控电阻器21设置于天线线圈13与地之间。在本实施方式中,由于监控电阻器21,所以流过天线线圈13的线圈电流被转换成电压(监控电压 V_m :关于流过天线线圈的电流的信息),并且根据转换的监控电压 V_m ,确定通信状态。而且,在本实施方式中,监控电阻器21的电阻为1 Ω 。

[0176] 比较器22的“+”侧的输入端子连接至参考电源23的输出端子,并且“-”侧的输入端子连接至位于天线线圈13与监控电阻器21之间的连接点。而且,比较器22的输出端子连接至下面要描述的校正电路单元5的切换开关25。比较器22比较监控电压 V_m 与从参考电源23中输出的参考电压 V_{ref} ,并且将比较结果输出给校正电路单元5的切换开关25。

[0177] 而且,在本实施方式中,如上所述,由于天线线圈13的尺寸设置为小尺寸并且确定通信状态位于图8的区域B还是区域C内,所以参考电压 V_{ref} (监控电压 V_m 的最佳值)为160mV(见图8)。

[0178] 校正电路单元5包括误差放大器24和切换开关25。

[0179] 误差放大器24的“+”侧的输入端子连接至参考电源23的输出端子,并且“-”侧的输入端子连接至位于天线线圈13与监控电阻器21之间的连接点。误差放大器24的输出端子连接至切换开关25的输入端子。误差放大器24将监控电压 V_m 与参考电压 V_{ref} (160mV)之间的差值放大,并且将放大的信号(控制电压 V_e)输出给切换开关25。

[0180] 切换开关25的“+”侧的控制端子连接至比较器22的输出端子,并且“-”侧的控制端子接地。而且,切换开关25的输出端子通过电阻器6连接至直流去除电容器16的并联可变电容器14的端子。

[0181] 由比较器22的输出信号控制切换开关25的开/关。具体而言,在监控电压 V_m 高于参

考电压 $V_{ref}(160mV)$ 的情况下(通信状态为区域B的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关25控制为断开状态。另一方面,在监控电压 V_m 等于或低于参考电压 $V_{ref}(160mV)$ 的情况下(通信状态为区域C的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关25控制为接通状态。

[0182] 即,在本实施方式中,在通信状态为图8中的区域C的通信状态的情况下(互感M的影响较大的情况),通过反馈的方式将误差放大器24的输出电压(V_e)施加给并联可变电容器14,从而校正传输天线3的谐振特性。另一方面,在通信状态为图8中的区域B的通信状态的情况下(互感M的影响较小的情况),在本实施方式中,不将误差放大器24的输出电压(V_e)反馈给并联可变电容器14,并且不校正传输天线3的谐振特性。

[0183] 在校正电路单元5的切换开关25的输出端子与位于传输天线3内的直流去除电容器16侧的并联可变电容器14的端子之间设置电阻器6。而且,在位于传输天线3内的直流去除电容器16侧的并联可变电容器14的端子与地之间设置电阻器7。电阻器6和7为被提供用于限制偏置电流并且抑制校正电路单元5与传输天线3(谐振电路)之间的信号干扰(用于分开双方)的电阻器。因此,电阻器6和7由电阻元件等配置,每个电阻元件均具有例如 $100k\Omega$ 等的高电阻。

[0184] 而且,上述监控电路单元4和校正电路单元5作为单个LSI(集成电路)安装在实际电路内。而且,由于信号源11作为LSI安装在上述实际电路内,所以信号输出单元2、监控电路单元4以及校正电路单元5可安装在位于本实施方式的R/W装置1内的单个LSI上。

[0185] (2)R/W装置的操作

[0186] 接下来,下面参照图12描述本实施方式的R/W装置1的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。顺便地,图12为示出R/W装置1的通信状态监控操作和通信特性校正操作的步骤的流程图。

[0187] 首先,在开启R/W装置1之后,监控电路单元4监控流过传输天线3的线圈电流(步骤S1)。具体而言,监控电路单元4检测与线圈电流对应的监控电压 V_m (监控电阻器21两端的电压)。

[0188] 随后,监控电路单元4确定当前通信状态(步骤S2)。具体而言,监控电路单元4通过比较器22比较在步骤S1中检测的监控电压 V_m 与参考电压 $V_{ref}(160mV)$,并且例如,根据比较结果来确定通信状态是在图8中的区域B还是区域C的状态。

[0189] 随后,监控电路单元4根据步骤S3中监控电压 V_m 与参考电压 $V_{ref}(160mV)$ 之间的比较结果,确定是否需要校正通信特性(步骤S3)。

[0190] 而且,如图8中所述,在监控电压 V_m 高于参考电压 $V_{ref}(160mV)$ 的情况(区域B)下,在R/W装置与非接触式IC卡之间的距离 d 大到一定的程度,并且互感M的影响较小。因此,获得良好的通信状态。另一方面,在监控电压 V_m 等于或低于参考电压 $V_{ref}(160mV)$ 的情况(区域C)下,在R/W装置与非接触式IC卡之间的距离 d 较小,并且互感M的影响较大。因此,通信状态退化。

[0191] 因此,在监控电压 V_m 高于参考电压 $V_{ref}(160mV)$ 的情况下,通信状态是良好的状态,并且不需要校正通信特性。因此,步骤S3确定为否。在这种情况下,操作返回步骤S1,并且重复步骤S1和S2的操作。具体而言,R/W装置1利用比较器22的输出信号将校正电路单元5的切换开关25设为断开状态,不将控制电压 V_e 施加给并联可变电容器14,并且未校正传输

天线3的谐振特性。

[0192] 另一方面,在监控电压 V_m 等于或低于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下,需要校正通信特性,因此,步骤S3确定为是。因此,在这种情况下,R/W装置1校正通信特性(步骤S4)。具体而言,R/W装置1通过比较器22的输出信号将校正电路单元5的切换开关25设为接通状态,将控制电压 V_e 施加给并联可变电容器14,并且校正传输天线3的谐振特性。而且,在这种情况下,在本实施方式中,由于确定了R/W装置1的谐振频率已经由于非接触式IC卡的天线线圈的影响而降低,所以进行控制,以便通过降低并联可变电容器14的电容 C_1 来增大谐振频率。

[0193] 在校正传输天线3的谐振特性之后,R/W装置1返回步骤S1的操作,并且重复步骤S1到S4的操作。在本实施方式中,通过这种方式,监控和确定R/W装置1的通信状态,并且根据结果,适当地校正通信特性。

[0194] 而且,在本实施方式中,等于或低于参考电压 V_{ref} 的监控电压 V_m 的范围已经设置为校正(控制)范围,但是这是因为在所有通信状态(包括信噪比较低的通信状态)中进行自动控制时,通信状态未聚集在最佳状态。然而,通过为比较器22提供滞后现象,以防止切换开关25以大约参考电压 V_{ref} (160mV)重复开/关操作,从而可解决在所有通信状态中进行自动控制的情况的问题。

[0195] [第二实施方式]

[0196] 在第一实施方式中,已经描述了通过改变并联可变电容器14的电容 C_1 来校正传输天线3的谐振特性的示例,但是本公开不限于此。可配置为在传输天线内制备两个并联电容器,并且根据通信状态来切换要使用的并联电容器。在第二实施方式中,下面描述其配置示例。而且,在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,下面描述配置示例,该配置示例确定通信状态是在图8中的区域B还是区域C的状态,并且根据确定结果,通过改变传输天线(谐振电路)的谐振特性,来校正谐振频率偏差。

[0197] (1)R/W装置的配置

[0198] 图13示出了根据第二实施方式的R/W装置的电路配置。而且,在图13中所示的本实施方式的R/W装置30中,与在图11中所示的第一实施方式的R/W装置1的元件相同的元件具有相同的参考数字。

[0199] R/W装置30(传输装置)包括信号输出单元2、传输天线31(传输单元)、监控电路单元4(通信监控单元)以及切换开关32(通信校正单元)。而且,监控电路单元4和切换开关32安装在位于实际电路内的单个LSI(集成电路)上。而且,由于本实施方式的信号输出单元2和监控电路单元4与第一实施方式的相应部件具有相同的配置,所以在本文中不再描述这种配置。

[0200] 传输天线31由天线线圈13、第一并联电容器33、第二并联电容器34以及串联电容器15配置。而且,本实施方式的天线线圈13和串联电容器15与第一实施方式的相应电路元件具有相同的配置。

[0201] 在本实施方式中,第一并联电容器33的一侧的端子连接至天线线圈13的一侧的端子以及串联电容器15的位于输出阻抗12的相对侧的端子,并且第一并联电容器33的另一侧的端子接地。而且,第二并联电容器34的一侧的端子通过切换开关32与天线线圈13的一侧的端子连接,并且第二并联电容器34的另一侧的端子接地。而且,天线线圈13的另一侧的端

子通过监控电路单元4的监控电阻器21接地。即,在本实施方式中,由第一并联电容器33、第二并联电容器34以及切换开关32配置的串联电路与由天线线圈13和监控电阻器21配置的串联电路彼此并联连接。

[0202] 切换开关32的“+”侧的控制端子连接至比较器22的输出端子,并且“-”侧的控制端子接地。而且,切换开关32的一侧的端子连接至天线线圈13的一侧的端子以及第一并联电容器33的一侧的端子,并且切换开关32的另一侧的端子连接至第二并联电容器34的一侧的端子。

[0203] 由比较器22的输出信号控制切换开关32的开/关。具体而言,在监控电压 V_m 高于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态为区域B的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关32控制为接通状态。另一方面,在监控电压 V_m 等于或低于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态为区域C的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关32控制为断开状态。

[0204] 即,在本实施方式中,在通信状态为图8中的区域C的通信状态的情况下(互感 M 的影响较大的情况),通过使第二并联电容器34与传输天线31断开来校正传输天线31的谐振特性(传输特性)。另一方面,在通信状态为图8中的区域B的通信状态的情况下(互感 M 的影响较小的情况),通过保持第二并联电容器34与传输天线31连接的状态,不校正传输天线31的谐振特性。

[0205] 因此,在本实施方式中,在通信状态为良好状态的情况下,适当地设置传输天线3的各个电路元件的常数(L_1 、 C_1 、 C_5 和 C_6),以使得在信号输出单元2与传输天线31之间实现阻抗匹配。而且,在本实施方式中,在校正通信状态时(在断开第二并联电容器34时),设置各个并联电容器的电容(C_5 和 C_6),以使得将通信状态从图8的区域C的通信状态校正为图8的区域B的通信状态。

[0206] (2)R/W装置的操作

[0207] 接下来,下面描述本实施方式的R/W装置30的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。通过与第一实施方式的步骤(图12)相同的步骤,执行根据本实施方式的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。具体而言,顺次重复监控流过传输天线3的线圈电流(监控电压 V_m)的操作(步骤S1)、确定通信状态的操作(步骤S2)、确定是否校正通信特性的操作(步骤S3)以及校正通信特性的操作(步骤S4)。

[0208] 然而,当在步骤S3中确定需要校正通信特性时,本实施方式的R/W装置30通过利用切换开关32使第二并联电容器34与传输天线31断开,从而在步骤S4中校正传输天线31的谐振特性。

[0209] 如上所述,甚至在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,R/W装置30可确定通信状态并且可根据确定结果将通信状态校正为良好的状态。而且,与在第一实施方式中一样,本实施方式的R/W装置30不能连续地校正传输天线的谐振特性,但是电路配置比第一实施方式的电路配置简单。而且,由于本实施方式被配置为切换两个并联电容器,所以未发生在第一实施方式中已经描述的通信状态未聚集至最佳状态的问题。

[0210] 然而,在本实施方式的配置中,需要具有优异的高频特性以及高电压电阻性能的昂贵开关,作为切换开关32。因此,在成本上,第一实施方式的配置比本实施方式的配置更有利。

[0211] [第三实施方式]

[0212] 在第二实施方式中,已经描述了通过切换两个并联电容器来校正传输天线的谐振特性的示例,但是本公开不限于此。可配置为在传输天线内制备两个天线线圈,并且根据通信状态来切换要使用的天线线圈。在第三实施方式中,下面描述其配置示例。而且,在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,下面描述配置示例,其确定通信状态是在图8中的区域B还是区域C的状态,并且通过根据确定结果改变传输天线的谐振特性(通信特性),来校正谐振频率偏差。

[0213] (1)R/W装置的配置

[0214] 图14示出了根据第三实施方式的R/W装置的电路配置。而且,在图14中所示的本实施方式的R/W装置40中,与在图11中所示的第一实施方式的R/W装置1的元件相同的元件具有相同的参考数字。

[0215] R/W装置40(传输装置)包括信号输出单元2、传输天线41(传输单元)、监控电路单元42(通信监控单元)以及切换开关43(通信校正单元)。而且,监控电路单元42和切换开关43安装在位于实际电路内的单个LSI(集成电路)上。而且,由于本实施方式的信号输出单元2与第一实施方式的信号输出单元具有相同的配置,所以在本文中不再描述信号输出单元2。

[0216] 传输天线41由第一天线线圈44、第二天线线圈45、并联电容器46以及串联电容器15配置。而且,在本实施方式中的串联电容器15与第一实施方式的串联电容器具有相同的配置。而且,在本实施方式中,每个天线线圈的尺寸设为小尺寸。

[0217] 在本实施方式中,第一天线线圈44的一侧的端子连接至并联电容器46的一侧的端子以及串联电容器15的位于输出阻抗12的相对侧的端子。而且,第一天线线圈44的另一侧的端子通过监控电路单元42的监控电阻器21接地。

[0218] 第二天线线圈45的一侧的端子通过切换开关43连接至第一天线线圈44的一侧的端子,并且第二天线线圈45的另一侧的端子连接至第一天线线圈44的另一侧的端子。而且,并联电容器46的另一侧的端子接地。即,在本实施方式中,第一天线线圈44与由第二天线线圈45和切换开关43配置的串联电路并联连接。而且,即,在本实施方式中,由包括第一天线线圈44和第二天线线圈45的电路组和监控电阻器21配置的串联电路与并联电容器46并联连接。

[0219] 监控电路单元42是监控流过天线线圈的线圈电流的电路。监控电路单元42包括监控电阻器21、比较器22以及参考电源23。在本实施方式中,由于监控电阻器21,流过天线线圈的线圈电流被转换成电压(监控电压 V_m),并且根据所转换的监控电压 V_m ,确定通信状态。

[0220] 而且,监控电路单元42的各个元件与第一实施方式的元件具有相同的配置。然而,在本实施方式中,第一天线线圈44与监控电阻器21之间的连接点连接至比较器22的“+”侧的输入端子,并且参考电源23的输出端子连接至比较器22的“-”侧的输入端子。在本实施方式的监控电路单元42内,除了比较器22的两个输入端子的连接形式以外,配置与第一实施方式的监控电路单元4的配置相同。而且,在本实施方式中,由于天线线圈的尺寸设为小尺寸并且确定通信状态是在图8中的区域B还是区域C的状态,所以参考电压 V_{ref} 为160mV(见图8)。

[0221] 切换开关43的“+”侧的控制端子连接至比较器22的输出端子,并且“-”侧的控制端

子接地。而且,切换开关43的一侧的端子连接至第一天线线圈44的一侧的端子以及并联电容器46的一侧的端子,并且切换开关43的另一侧的端子连接至第二天线线圈45的一侧的端子。

[0222] 由比较器22的输出信号控制切换开关43的开/关。具体而言,在监控电压 V_m 高于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态为区域B的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关43控制为断开状态。另一方面,在监控电压 V_m 等于或低于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态为区域C的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关43控制为接通状态。

[0223] 即,在本实施方式中,在通信状态为图8中的区域C的通信状态的情况下(互感M的影响较大的情况),通过使第二天线线圈45与传输天线41连接,校正传输天线41的谐振特性(谐振频率增大)。另一方面,在通信状态为图8中的区域B的通信状态的情况下(互感M的影响较小的情况),通过保持第二天线线圈45与传输天线41断开的状态,不校正传输天线41的谐振特性。

[0224] 因此,在本实施方式中,在通信状态为良好状态的情况下,适当地设置两个电容器和第一天线线圈44的常数(C_2 、 C_7 和 L_3),以使得在信号输出单元2与传输天线41之间实现阻抗匹配。而且,在本实施方式中,在校正通信状态时(在连接第二天线线圈45时),设置各个天线线圈的电感(L_3 和 L_4),以便将通信状态从图8的区域C的通信状态校正为图8的区域B的通信状态。

[0225] (2)R/W装置的操作

[0226] 接下来,下面描述本实施方式的R/W装置40的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。通过与第一实施方式的步骤(图12)相同的步骤,执行根据本实施方式的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。具体而言,按照这种顺序重复监控流过传输天线41的线圈电流(监控电压 V_m)的操作(步骤S1)、确定通信状态的操作(步骤S2)、确定是否校正通信特性的操作(步骤S3)以及校正通信特性的操作(步骤S4)。

[0227] 然而,在步骤S3中确定需要校正通信特性时,本实施方式的R/W装置40通过利用切换开关43使第二天线圈45与传输天线41连接,从而在步骤S4中校正传输天线41的谐振特性(通信特性)。

[0228] 如上所述,甚至在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,R/W装置40可确定通信状态并且可根据确定结果将通信状态校正为良好的状态。

[0229] 而且,在R/W装置40与非接触式IC卡之间的磁耦合具有影响的情况下,存在天线线圈的电感改变的问题。因此,与在本实施方式中一样,直接校正天线线圈的电感的方法可精确地校正谐振特性并且确保更稳定的通信。而且,由于本实施方式被配置为切换两个天线线圈,所以简化了电路配置,并且未发生在第一实施方式中已经描述了的通信状态未聚集至最佳状态的问题。

[0230] 然而,甚至在本实施方式中,与在第二实施方式中一样,需要具有优异的高频特性以及高电压电阻性能的昂贵开关作为切换开关43。因此,在成本上,第一实施方式的配置比本实施方式的配置更有利。而且,在本实施方式中,由于使用两个天线线圈,所以传输天线41需要使用更小的天线线圈来配置。因此,在本实施方式的配置中,与第一实施方式的配置相比,可能引起对天线线圈的尺寸或布置的限制。

[0231] [第四实施方式]

[0232] 在第四实施方式中,下面描述R/W装置的示例,该R/W装置通过使用上述通信状态监控方法来确定通信状态,并且根据确定结果,来校正由构成传输天线的电路元件的时间变化造成的谐振频率偏差。

[0233] 本公开技术的提出人在早期提交的日本专利申请号2009-230093中公开了一种R/W装置,该装置通过其自身的接收天线来接收从传输天线输出的信号,并且通过优化在传输信号与接收信号之间的相位差,来校正谐振频率偏差。

[0234] 在本技术中,通过在R/W装置上安装相位差调整模式功能,甚至在运送调整以外的时间(例如,在半夜等),可通过定期执行调整模式来校正谐振频率偏差。通过执行这种调整模式,能够校正谐振频率的时间变化等,并且能够获得更稳定的通信特性。然而,由于仅仅在满足预定的条件时以该调整模式执行该技术,所以该处理可能较为复杂。而且,在该技术中,在执行调整模式时,需要暂时中断通信操作。

[0235] 然而,在使用本公开的上述通信状态监控方法的情况下,可校正谐振频率偏差(谐振频率的暂时变化),而不需要在校正谐振频率时向R/W装置提供相位差调整模式和中断通信。

[0236] 如上所述,在本公开的通信状态监控方法中,通过确定监控电压 V_m 是否为大约最大值的值,可确定在R/W装置的可通信范围内是否具有非接触式IC卡。因此,在本实施方式中,通过使用本公开的通信状态监控方法,来确定在R/W装置的可通信范围内是否具有非接触式IC卡,并且在没有非接触式IC卡时执行传输信号的相位差调整,从而校正谐振频率偏差。

[0237] (1)R/W装置的配置

[0238] 图15示出了根据第四实施方式的R/W装置的电路配置。而且,在图15中所示的本实施方式的R/W装置50中,与在图11中所示的第一实施方式的R/W装置1的元件相同的元件具有相同的参考数字。

[0239] R/W装置50(传输装置)包括信号输出单元2、传输天线3(传输单元)、监控电路单元51(通信监控单元)、校正电路单元52(通信校正单元)以及两个电阻器6和7。而且,监控电路单元51和校正电路单元52安装在位于实际电路内的单个LSI(集成电路)上。而且,由于本实施方式的信号输出单元2、传输天线3以及两个电阻器6和7与第一实施方式的相应部件具有相同的配置,所以在本文中不再描述这种配置。

[0240] 监控电路单元51是监控流过天线线圈13的线圈电流的电路。监控电路单元51包括监控电阻器21、比较器22以及参考电源53。而且,监控电路单元51的各个元件的连接关系与第一实施方式的连接关系相同。而且,在本实施方式中,由于监控电阻器21,所以流过天线线圈13的线圈电流转换成电压(监控电压 V_m),并且根据转换的监控电压 V_m 来确定通信状态。

[0241] 在本实施方式中,由于如上所述,确定在R/W装置的可通信范围内是否具有非接触式IC卡,所以将参考电压 V_{ref} 设为大约等于监控电压 V_m 的最大值的值。在本实施方式中,由于天线线圈的尺寸设为小尺寸,所以监控电压 V_m 的最大值大约为300mV。因此,在本实施方式中,用于确定在R/W装置的可通信范围内是否具有非接触式IC卡的阈值电压(V_{ref})被设为略微小于监控电压 V_m 的最大值的值,具体而言,290mV,比最大值小3%。即,参考电源53的

输出电压设为290mV。而且,在本实施方式中,用于确定通信状态的阈值电压(V_{ref})不限于290mV,并且可根据条件(例如,目的等)适当地变化。

[0242] 校正电路单元52包括相位比较器54、电阻器55、电容器56、误差放大器57、相位差参考电源58、切换开关25以及保持电容器59。而且,由于本实施方式的切换开关25与第一实施方式的切换开关具有相同的配置,所以在本文中不再描述切换开关25。

[0243] 相位比较器54的“+”侧的输入端子连接至位于天线线圈13与监控电阻器21之间的连接点,并且相位比较器54的“+”侧的输入端子连接至信号输出单元2的输出端子。而且,相位比较器54的输出端子连接至电阻器55的一侧的端子。

[0244] 相位比较器54比较从信号输出单元2中输出的信号的相位(在后文中称为信号源相位)与从传输天线3中传输的传输信号的相位(在后文中称为监控相位),并且将与双方的相位差对应的电压信号输出给电阻器55。

[0245] 电阻器55的另一侧的端子连接至电容器56的一侧的端子以及误差放大器57的“-”侧的输入端子。而且,电容器56的另一侧的端子接地。即,在本实施方式中,RC滤波器由电阻器55和电容器56配置。RC滤波器将从相位比较器54中输出的信号转换成串联电压,并且将转换的串联电压施加给误差放大器57的“-”侧的输入电压。而且,电阻器55可由例如具有电阻100k Ω 的电阻元件配置,并且电容器56可由例如具有电容1nF的电容元件配置。

[0246] 误差放大器57的“+”侧的输入端子连接至相位差参考电源58的输出端子,并且“-”侧的输入端子连接至位于电阻器55与电容器56之间的连接点(RC滤波器的输出端子)。误差放大器57的输出端子连接至切换开关25的输入端子。而且,相位差参考电源58的输出电压 V_p 输出与最佳相位差对应的电压(在后文中称为相位差参考电压 V_p)。而且,例如,提前适当地设置相位差参考电压 V_p ,考虑装置的类型或目的等条件。误差放大器57将直流电压(该电压与在信号源相位与监控相位之间的相位差对应)与相位差参考电压 V_p 之间的差值放大,并且将放大的电压输出给切换开关25。

[0247] 保持电容器59的一侧的端子连接至切换开关25的输出端子以及电阻器6的一侧的端子,并且保持电容器59的另一侧的端子接地。保持电容器59是这样一种电容器,即,该电容器被提供用于在未进行相位差调整时(切换开关25处于断开状态中),保持施加给并联可变电容器14的控制电压。保持电容器59可由例如具有电容10nF的电容器配置。

[0248] 而且,在本实施方式中,在监控电压 V_m 处于290mV到300mV的范围内(在R/W装置的可通信范围内没有非接触式IC卡的情况或者在具有非接触式IC卡但是可忽略其影响的情况下),进行相位差调整。具体地,在这种情况下,切换开关25由比较器22设为接通状态,因此,通过校正相位差(通信特性),来校正谐振频率偏差。另一方面,在监控电压 V_m 低于参考电压 V_{ref} (290mV)的情况下(在R/W装置的可通信范围内具有非接触式IC卡的情况),切换开关25由比较器22保持在断开状态中,并且不进行相位差调整。

[0249] (2)R/W装置的操作

[0250] 接下来,下面描述本实施方式的R/W装置50的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。通过与第一实施方式的步骤(图12)相同的步骤,执行根据本实施方式的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。具体而言,按照这种顺序重复监控流过传输天线3的线圈电流(监控电压 V_m)的操作(步骤S1)、确定通信状态的操作(步骤S2)、确定是否校正通信特性的操作(步骤S3)以及校正通信特性的操作(步骤S4)。

[0251] 然而,在本实施方式中,在步骤S3中,通过比较监控电压 V_m 和阈值电压($V_{ref}=290mV$),确定在R/W装置的可通信范围内是否存在非接触式IC卡。

[0252] 在步骤S3中确定在R/W装置的可通信范围内不存在非接触式IC卡时(在监控电压 $V_m=290mV$ 到 $300mV$ 时),步骤S3确定为是。在这种情况下,在步骤S4中,校正电路单元52将切换开关25设置为接通状态,对传输信号进行相位差调整,并且校正谐振频率偏差。具体而言,在与信号源相位与监控相位之间的相位差对应的电压与相位差参考电压 V_p 之间的差值电压作为控制电压施加给并联可变电容器14,并且对传输信号进行相位差调整。而且,此时,保持电容器59也带电。

[0253] 另一方面,在步骤S3中确定在R/W装置的可通信范围内存在非接触式IC卡时(在监控电压 $V_m<290mV$ 时),步骤S3确定为否。在这种情况下,在步骤S4中,校正电路单元52将切换开关25设置为断开状态。然而,在这种情况下,在保持电容器59内保持的电压作为控制电压施加给并联可变电容器14。而且,此时,由于没有电流流过电容器,所以施加给并联可变电容器14的控制电压在大约通信时间的时间段内几乎不改变,并且不发生谐振频率偏差的问题。

[0254] 在本实施方式中,如上所述,调整传输天线3的谐振频率偏差,并且校正谐振频率的暂时变化等。而且,在本实施方式中,已经描述了仅仅在监控电压 V_m 在参考电压 V_{ref} ($290mV$)到最大值($300mV$)的范围内时校正相位差(通信特性)的示例,但是本公开不限于此。通过将切换开关25设为接通状态,能够始终进行相位差调整。然而,与在本实施方式中一样,例如,通过执行限于预定电压范围的相位差调整,可避免由不必要的相位差调整操作造成的功耗增大或噪音产生。

[0255] [第五实施方式]

[0256] 在第一到第三实施方式中,已经描述了在通信状态是图8中的区域C的状态的情况下(互感 M 的影响较大的情况),校正R/W装置的传输天线的谐振特性(谐振频率)的示例,但是本公开不限于此。在通信状态是图8中的区域C的状态时减少在非接触式IC卡侧的检测电压 V_{ov} 的原因在于,在从R/W装置的信号源看时,由于在天线之间的磁耦合,使得传输天线的阻抗偏离预定的值,并且减少传输输出。

[0257] 因此,用于增大非接触式IC卡侧的检测电压 V_{ov} 的最可靠的方法是,增大R/W装置的传输输出。增大传输输出的方法例如可使用以下三种方法。

[0258] (a)增大传输电压

[0259] (b)增大传输电流(流过传输天线的电流)

[0260] (c)增大线圈电流(流过天线线圈的电流)

[0261] 在第五实施方式中,下面描述使用用于增大传输电流的方法(方法(b))的R/W装置的配置示例。而且,在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,下面描述了确定通信状态是图8中的区域B还是区域C的状态,并且通过根据确定结果改变R/W装置的输出特性(通信特性)来校正通信状态的示例。

[0262] (1)R/W装置的配置

[0263] 图16示出了根据第五实施方式的R/W装置的电路配置。而且,在图16中所示的本实施方式的R/W装置60中,与在图11中所示的第一实施方式的R/W装置1的元件相同的元件具有相同的参考数字。

[0264] R/W装置60(传输装置)包括信号输出单元61、传输天线62(传输单元)、监控电路单元4(通信监控单元)、校正电路单元5(通信校正单元)以及电阻器6。而且,监控电路单元4和校正电路单元5安装在位于实际电路内的单个LSI(集成电路)上。而且,由于本实施方式的监控电路单元4、校正电路单元5以及电阻器6与第一实施方式的相应部件具有相同的配置,所以在本文中不再描述这种配置。

[0265] 信号输出单元61由输出预定频率(13.56MHz)的信号的信号源11以及具有可变阻抗的可变输出阻抗63配置。而且,信号源11可与第一实施方式的信号源具有相同的配置。

[0266] 可变输出阻抗63通过电阻器6连接至校正电路单元5(切换开关25)的输出端子。根据通过电阻器6从校正电路单元5输入的信号,改变可变输出阻抗63的阻抗。

[0267] 传输天线62由天线线圈13、并联电容器64以及串联电容器15配置。在本实施方式中,第一天线线圈13的一侧的端子连接至并联电容器64的一侧的端子以及串联电容器15的与可变输出阻抗63相对侧的端子。而且,天线线圈13的另一侧的端子通过监控电路单元4的监控电阻器21接地。而且,并联电容器64的另一侧的端子接地。即,在本实施方式中,并联电容器64与由天线线圈13和监控电阻器21配置的串联电路并联连接。

[0268] 而且,在本实施方式中,由于天线线圈13的尺寸设为小尺寸并且确定通信状态是图8中的区域B还是区域C的状态,所以用在监控电路单元4中的参考电压 V_{ref} 为160mV(见图8)。因此,在本实施方式中,在通信状态为良好的状态的情况下,适当地设置传输天线62的各个电路元件的常数(电感和电容),以便在信号输出单元61与传输天线62之间实现50 Ω 的阻抗匹配。

[0269] 在本实施方式的R/W装置60中,在监控电压 V_m 等于或低于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态是图8中的区域C的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关25控制为接通状态。因此,通过(由反馈控制)向可变输出阻抗63施加校正电路单元5的输出电压 V_e ,改变可变输出阻抗63的阻抗。此时,在本实施方式中,由于确定传输输出缺乏,所以通过减少可变输出阻抗63的阻抗,增大传输电流。结果,R/W装置60的传输输出(传输功率)增大,并且在非接触式IC卡侧上的检测电压 V_{ov} 也增大。

[0270] 另一方面,在监控电压 V_m 高于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态是图8中的区域B的通信状态的情况),R/W装置60进行控制,以使得切换开关25变成断开状态,并且不改变可变输出阻抗63的阻抗。

[0271] (2)R/W装置的操作

[0272] 接下来,下面描述本实施方式的R/W装置60的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。通过与第一实施方式的步骤(图12)相同的步骤,执行根据本实施方式的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。具体而言,按照这种顺序重复监控流过传输天线62的线圈电流(监控电压 V_m)的操作(步骤S1)、确定通信状态的操作(步骤S2)、确定是否校正通信特性的操作(步骤S3)以及校正通信特性的操作(步骤S4)。

[0273] 然而,在本实施方式中,在步骤S3中确定需要校正通信特性时,在步骤S4中,R/W装置60通过向可变输出阻抗63施加校正电路单元5的输出电压(V_e),来减小可变输出阻抗63的阻抗。此时,在本实施方式中,可变输出阻抗63的阻抗减小,以便将通信状态从图8的区域C的通信状态校正为图8的区域B的通信状态。因此,R/W装置60的传输输出(传输功率)增大,并且在非接触式IC卡侧上的检测电压 V_{ov} 增大。

[0274] 如上所述,甚至在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,R/W装置60可确定通信状态并且可根据确定结果将通信状态校正为良好的状态。然而,在本实施方式的通信特性校正方法中,例如,在传输和接收时的相位特性、阻抗匹配等的改进效果小于第一到第三实施方式的方法(谐振特性校正方法),因此,在调制和解调制信号的数据通信特性中的改进效果也小。

[0275] [第六实施方式]

[0276] 如在验证实验5(图10)中所述,在R/W装置的传输天线(谐振电路)的品质因数Q增大时,监控电流 I_m (线圈电流)增大。在第六实施方式中,下面描述通过增大传输天线的品质因数Q(通信特性)来增大线圈电流并且相应地增大R/W装置的传输输出的方法(方法(c))。而且,在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,下面描述了确定通信状态是图8中的区域B还是区域C的状态,并且通过根据确定结果改变R/W装置的输出特性来校正通信状态的示例。

[0277] (1)R/W装置的配置

[0278] 图17示出了根据第六实施方式的R/W装置的电路配置。而且,在图17中所示的本实施方式的R/W装置70中,与在图11中所示的第一实施方式的R/W装置1的元件相同的元件具有相同的参考数字。

[0279] R/W装置70(传输装置)包括信号输出单元2、传输天线62(传输单元)、监控电路单元71(通信校正单元)以及切换开关72(通信校正单元)。而且,监控电路单元71和切换开关72安装在位于实际电路内的单个LSI(集成电路)上。而且,本实施方式的信号输出单元2与第一实施方式的信号输出单元的配置相同,并且本实施方式的传输天线62与第六实施方式的传输天线的配置相同。因此,在本文中不再描述关于信号输出单元2与传输天线62的配置。

[0280] 监控电路单元71是监控流过天线线圈13的线圈电流的电路。监控电路单元71包括第一监控电阻器73、第二监控电阻器74、比较器22、第一电源开关75、第一参考电源76、第二电源开关77以及第二参考电源78。而且,本实施方式的比较器22与第一实施方式的比较器具有相同的配置。而且,在本实施方式中,由于监控电阻器,流过天线线圈13的线圈电流被转换成电压(监控电压 V_m),并且根据转换的监控电压 V_m 来确定通信状态。

[0281] 而且,第一监控电阻器73的一侧的端子连接至天线线圈13的一侧的端子,并且第一监控电阻器73的另一侧的端子连接至并联电容器64的一侧的端子和地。而且,在本实施方式中,第一监控电阻器73与第一实施方式的监控电阻器21具有相同的配置,并且例如由具有电阻 $1\ \Omega$ 的电阻元件构成。

[0282] 第二监控电阻器74的一侧的端子通过切换开关72连接至天线线圈13的一侧的端子,并且第二监控电阻器74的另一侧的端子连接至并联电容器64的一侧的端子和地。即,由第二监控电阻器74和切换开关72配置的串联电路与第一监控电阻器73并联连接。而且,在本实施方式中,第二监控电阻器74由电阻元件(例如,具有电阻 $1\ \Omega$ 的电阻元件)配置,该电阻元件的电阻与第一监控电阻器73的电阻相同。

[0283] 第一电源开关75的输入端子连接至第一参考电源76的输出端子,并且第一电源开关75的输出端子连接至比较器22的“+”侧的输入端子。而且,第一电源开关75的“+”侧的控制端子接地,并且“-”侧的控制端子连接至比较器22的输出端子。而且,由监控电路单元71

的比较器22的输出信号控制第一电源开关75的开/关。

[0284] 在不需要校正通信特性的情况(不需要增大传输天线62的品质因数Q的情况)的品质因数Q时,第一参考电源76输出监控电压 V_m 的最佳值(最大值的一半:第一参考电压 V_{ref1})。例如,如图8中所示,在检测输出 V_{ov} 与监控电压 V_m 之间具有相关性特性的R/W装置中,第一参考电源76可通过与第一实施方式的参考电源23相同的方式来配置,并且输出160mV的第一参考电压 V_{ref1} 。

[0285] 而且,第二电源开关77的输入端子连接至第二参考电源78的输出端子,并且第二电源开关77的输出端子连接至比较器22的“+”侧的输入端子。而且,第二电源开关77的“+”侧的控制端子连接至比较器22的输出端子,并且“-”侧的控制端子接地。而且,由监控电路单元71的比较器22的输出信号控制第二电源开关77的开/关。

[0286] 在校正通信特性的情况(增大传输天线62的品质因数Q的情况)的品质因数Q时,第二参考电源78输出监控电压 V_m 的最佳值(最大值的一半:第二参考电压 V_{ref2})。如在验证实验5(图10)中所述,在R/W装置70的传输天线62(谐振电路)的品质因数Q增大时,监控电压 V_m 的最大值和最佳值(最大值的一半:在检测输出 V_{ov} 最大时的监控电压 V_m)也改变。因此,在本实施方式中,在校正通信特性时,与监控电压 V_m 相比的参考电压(第二参考电压 V_{ref2})随着未进行校正时的参考电压(第一参考电压 V_{ref1})改变。

[0287] 切换开关72的“+”侧的控制端子连接至比较器22的输出端子,并且“-”侧的控制端子接地。而且,切换开关72的一侧的端子连接至天线线圈13与第一监控电阻器73之间的连接点,并且切换开关72的另一侧的端子连接至第二监控电阻器74的一侧的端子。而且,由监控电路单元71的比较器22的输出信号控制切换开关72的开/关。

[0288] 在本实施方式的R/W装置70中,在监控电压 V_m 高于第一参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态为图8中的区域B的状态的情况),切换开关72和第二电源开关77变成断开状态,并且第一电源开关75变成接通状态。因此,在该状态中,用于确定通信状态的阈值变成参考电压 V_{ref1} 。

[0289] 另一方面,在监控电压 V_m 等于或低于第一参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态为图8中的区域C的状态的情况),切换开关72和第二电源开关77变成接通状态,并且第一电源开关75变成断开状态。在这种情况下,由于监控电阻器的电阻是在进行开关切换之前的电阻的一半,所以品质因数Q增大,并且线圈电流也增大。结果,R/W装置70的传输输出(传输功率)增大,并且在非接触式IC卡侧上的检测电压 V_{ov} 增大。因此,在该状态中,用于确定通信状态的阈值变成第二参考电压 V_{ref2} 。

[0290] (2)R/W装置的操作

[0291] 接下来,下面描述本实施方式的R/W装置70的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。通过与第一实施方式的步骤(图12)相同的步骤,执行根据本实施方式的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。具体而言,按照这种顺序重复监控流过传输天线62的线圈电流(监控电压 V_m)的操作(步骤S1)、确定通信状态的操作(步骤S2)、确定是否校正通信特性的操作(步骤S3)以及校正通信特性的操作(步骤S4)。

[0292] 然而,在本实施方式中,在步骤S3中确定需要校正通信特性时,在步骤S4中,R/W装置70将切换开关72设置为接通状态,以便传输天线62的品质因数Q增大,以增大线圈电流。因此,R/W装置70的传输输出(传输功率)增大,并且在非接触式IC卡侧上的检测电压 V_{ov} 增

大。

[0293] 如上所述,甚至在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,R/W装置70可确定通信状态并且可根据确定结果将通信状态校正为良好的状态。然而,在本实施方式的通信特性校正方法中,与在第五实施方式中一样,例如,在传输和接收时的相位特性、阻抗匹配等的改进效果较小,因此,调制和解调信号的数据通信特性中的改进效果也小。

[0294] [第七实施方式]

[0295] 在第七实施方式中,下面描述一种通过增大传输天线的串联电容器的电容(通过减小阻抗)来增大线圈电流并由此增大R/W装置的传输输出的方法。而且,在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,下面描述了这样的一个示例,其确定通信状态是图8中的区域B还是区域C的状态,并且通过根据确定结果改变R/W装置的输出特性,来校正通信状态。

[0296] (1)R/W装置的配置

[0297] 图18示出了根据第七实施方式的R/W装置的电路配置。而且,在图18中所示的本实施方式的R/W装置80中,与在图11中所示的第一实施方式的R/W装置1的元件相同的元件具有相同的参考数字。

[0298] R/W装置80(传输装置)包括信号输出单元2、传输天线81(传输单元)、监控电路单元4(通信校正单元)、校正电路单元5(通信校正单元)以及两个电阻器6和7。而且,监控电路单元4和校正电路单元5安装在位于实际电路内的单个LSI(集成电路)上。而且,在本实施方式的R/W装置80中,由于除了传输天线81以外的配置与第一实施方式的相应部件的配置相同,所以下面仅仅描述传输天线81的配置。

[0299] 传输天线81由天线线圈13、并联电容器64、串联可变电容器82以及两个直流去除电容器83和84配置。而且,本实施方式的天线线圈13和并联电容器64与第六实施方式的相应电路元件具有相同的配置(图17)。即,在本实施方式中,传输天线81(天线线圈13)的天线尺寸为小尺寸(见图2)。

[0300] 在本实施方式中,直流去除电容器83、串联可变电容器82以及直流去除电容器84按照这种顺序串联连接。三个电容器的串联电路的一侧(在直流去除电容器83侧上)的端子连接至输出阻抗12的一侧的端子。而且,三个电容器的串联电路的另一侧(在直流去除电容器84侧上)的端子连接至天线线圈13的一侧(监控电阻器21侧的相对侧)的端子以及并联电容器64的一侧(接地侧的相对侧)的端子。

[0301] 而且,在直流去除电容器84侧上的串联可变电容器82的端子通过电阻器6连接至校正电路单元5(切换开关25)的输出端子,并且在直流去除电容器83侧上的串联可变电容器82的端子通过电阻器7接地。

[0302] 串联可变电容器82由可变电容元件配置,通过增加偏置电压(控制电压)来改变可变电容元件的电容。例如,串联可变电容器82可由使用铁电体的薄膜电容器、称为变容二极管的二极管等配置。而且,两个直流去除电容器83和84是被提供以使得施加给串联可变电容器82的控制电压不能施加给天线线圈13的电容器。因此,两个直流去除电容器83和84的电容C10和C11均被设置为串联可变电容器82的电容C9的至少10倍。

[0303] 在本实施方式的R/W装置80中,在监控电压 V_m 等于或低于参考电压 V_{ref} (160mV)的情况下(通信状态是图8中的区域C的通信状态的情况),比较器22的输出信号将切换开关25控制为接通状态。在这种情况下,将校正电路单元5的输出电压 V_e 施加给位于直流去除电容

器84侧上的串联可变电容器82的端子,并且在串联可变电容器82的两个端子之间施加的偏置电压降低。因此,串联可变电容器82的电容C9增大(串联可变电容器82的阻抗减小),并且线圈电流(传输电流)增大。结果,R/W装置80的传输输出(传输功率)增大,并且在非接触式IC卡侧上的检测电压Vov也增大。

[0304] 另一方面,在监控电压V_m高于参考电压V_{ref}(160mV)的情况下(通信状态是图8中的区域B的通信状态的情况),R/W装置80进行控制,以使得切换开关25变成断开状态,并且不改变串联可变电容器82的电容C9。

[0305] (2)R/W装置的操作

[0306] 接下来,描述本实施方式的R/W装置80的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。通过与第一实施方式的步骤(图12)相同的步骤,执行根据本实施方式的通信状态监控操作以及通信特性校正操作。具体而言,按照这种顺序重复监控流过传输天线81的线圈电流(监控电压V_m)的操作(步骤S1)、确定通信状态的操作(步骤S2)、确定是否校正通信特性的操作(步骤S3)以及校正通信特性的操作(步骤S4)。

[0307] 然而,在本实施方式中,在步骤S3中确定需要校正通信特性时,在步骤S4中,R/W装置80将校正电路单元5的输出电压(V_e)施加给位于直流去除电容器84侧上的串联可变电容器82的端子。因此,串联可变电容器82的电容C9增大。而且,此时,在本实施方式中,串联可变电容器82的电容C9增大,以便将通信状态从图8的区域C的通信状态校正为图8的区域B的通信状态。结果,R/W装置80的传输输出(传输功率)增大,并且在非接触式IC卡侧上的检测电压Vov增大。

[0308] 如上所述,甚至在本实施方式中,与在第一实施方式中一样,R/W装置80可确定通信状态并且可根据确定结果将通信状态校正为良好的状态。然而,在本实施方式的通信特性校正方法中,如上所述,传输输出(输出特性)被校正,但是传输天线81的串联电容器的电容也改变。因此,传输天线81的谐振特性也被校正。

[0309] 而且,在本实施方式中,已经描述了改变串联可变电容器82的电容C9的示例,但是本公开不限于此,还可配置为在传输天线中制备两个串联电容器,并且根据通信状态切换要使用的串联电容器。

[0310] <3、各种变形例和各种应用>

[0311] 根据本公开的传输装置(R/W装置),通信状态监控方法以及通信特性校正方法不限于上述各种实施方式,并且可考虑各种变形例和应用。

[0312] [变形例1]

[0313] 在第一到第三实施方式中,已经描述了通过改变并联电容器的电容或天线线圈的电感来校正通信特性的示例。而且,在第五到第七实施方式中的每个中,已经描述了通过改变传输天线的品质因数Q和串联电容器的电容的一个参数来校正通信特性的示例。然而,本公开不限于此。例如,可通过使第一到第三以及第五到第七实施方式适当地相结合并且改变多个参数,来校正通信状态。

[0314] [变形例2]

[0315] 第一到第七实施方式的R/W装置可包括显示单元,该显示单元显示通信状态的确定结果。在这种情况下,可在显示单元上显示当前的通信状态,而与良好的通信状态和较差的通信状态无关,并且仅仅在通信状态较差时,可在显示单元上显示通信状态。而且,在后

一种情况下,例如,可配置为显示单元由灯具等配置,并且在通信状态较差时,通过点亮灯具等,来通知用户通信状态较差。

[0316] [变形例3]

[0317] 第一到第七实施方式的R/W装置中的每一个可具有将与通信状态的确定结果相关的数据传输给外部装置的功能。而且,在这种情况下,可进一步在R/W装置内设置显示通信状态的确定结果的显示单元,并且可在显示单元上显示与通信状态的确定结果相关的数据。

[0318] [应用1]

[0319] 在各种实施方式中,已经描述了其中本公开的通信状态监控方法以及通信特性校正方法应用于R/W装置(即,传输装置)的示例,但是本公开不限于此。通信状态监控方法以及通信特性校正方法可应用于例如具有R/W功能和IC卡功能的便携式通信装置(通信装置)中,例如,移动通信终端。在这种情况下,在便携式通信装置的非接触式通信单元内设置与在各种实施方式中所述的R/W装置具有相同电路配置的传输功能单元以及例如在图1中所述的评价系统100的非接触式IC卡120具有相同电路配置的接收功能单元。

[0320] [应用2]

[0321] 在各种实施方式中,主要描述了传输和接收信息的非接触式通信系统的通信状态监控技术以及使用该技术的R/W装置。然而,例如,与非接触式传输系统相同的电路配置还用于无线电力传输系统(无线馈电系统)中,该无线电力传输系统通过磁耦合传输天线与接收天线,来发送和接收能量和信号。因此,本公开的技术还可适用于例如无线电力传输系统与用于该相应系统内的非接触式馈电装置(传输装置)。

[0322] 此外,还可如下配置本技术。

[0323] (1)一种传输装置,包括:

[0324] 传输单元,所述传输单元包括天线线圈并且通过电磁耦合与外部装置进行通信;

[0325] 信号输出单元,所述信号输出单元生成预定频率的信号并且将所生成的信号输出至所述传输单元;

[0326] 通信监控单元,所述通信监控单元监控关于流过所述天线线圈的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态;以及

[0327] 通信校正单元,根据在所述通信监控单元中所述通信状态的确定结果,来校正通信特性。

[0328] (2)根据(1)所述的传输装置,

[0329] 其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果通过改变所述传输单元的电容、电感以及Q因数中的至少一个,来校正所述通信特性。

[0330] (3)根据(2)所述的传输装置,

[0331] 其中,所述传输单元包括并联电容器,所述并联电容器与所述天线线圈并联连接并且具有可变电容,并且

[0332] 其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果,来改变所述并联电容器的电容。

[0333] (4)根据(2)所述的传输装置,

[0334] 其中,所述传输单元包括串联电容器,所述串联电容器与所述天线线圈串联连接

并且具有可变电容,并且

[0335] 其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果,来改变所述串联电容器的电容。

[0336] (5)根据(1)到(4)中任一项所述的传输装置,

[0337] 其中,所述通信校正单元根据所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果通过增大流过所述天线线圈的电流,来校正所述通信特性。

[0338] (6)根据(1)到(5)中任一项所述的传输装置,

[0339] 其中,所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果通过减少所述信号输出单元的输出阻抗,来校正所述通信特性。

[0340] (7)根据(1)到(6)中任一项所述的传输装置,

[0341] 其中,所述通信校正单元根据在所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果,来将所述传输单元的Q因数从第一Q因数变成大于所述第一Q因数的第二Q因数,并且

[0342] 其中,所述通信监控单元具有所述通信状态的第一确定阈值以及所述通信状态的第二确定阈值,并且根据所述通信状态的所述确定结果,在所述第一确定阈值与所述第二确定阈值之间切换用于确定通信状态的阈值,其中,所述第一确定阈值在所述传输单元的Q因数为第一Q因数时使用,所述第二确定阈值在所述通信单元的Q因数为第二值时使用。

[0343] (8)根据(1)到(7)中任一项所述的传输装置,

[0344] 其中,关于流过所述天线线圈的电流的信息是与流过所述天线线圈的电流对应的电压值。

[0345] (9)根据(8)所述的传输装置,

[0346] 其中,所述通信监控单元通过对与流过所述天线线圈的电流对应的电压值的最大值的一半与所监控的电压值进行比较,来确定所述通信状态。

[0347] (10)根据(8)所述的传输装置,

[0348] 其中,所述通信监控单元通过对用于识别在非接触式可通信范围内是否存在外部接收装置的预定阈值与所监控的电压值进行比较,来确定所述通信状态。

[0349] (11)根据(10)所述的传输装置,

[0350] 其中,在所述通信监控单元确定在所述非接触式可通信范围内不存在所述外部接收装置时,所述通信校正单元校正在由所述信号输出单元生成的信号的相位与从所述传输单元传输的信号的相位之间的差值。

[0351] (12)根据(1)到(11)中任一项所述的传输装置,进一步包括:显示单元,其显示在所述通信监控单元内的通信状态的确定结果。

[0352] (13)根据(1)到(12)中任一项所述的传输装置,进一步包括:

[0353] 其中,所述传输单元将与在所述通信监控单元中的所述通信状态的所述确定结果相关的数据传输到外部。

[0354] (14)一种传输/接收装置,包括:

[0355] 传输功能单元,包括:

[0356] 传输单元,所述传输单元包括天线线圈并且通过电磁耦合与外部进行通信,

[0357] 信号输出单元,所述信号输出单元生成预定频率的信号并且将所生成的信号输出至所述传输单元,

[0358] 通信监控单元,所述通信监控单元监控关于流过所述天线线圈的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态,以及

[0359] 通信校正单元,根据在所述通信监控单元中的所述通信状态的确定结果,来校正通信特性;以及

[0360] 接收功能单元,包括接收天线并且通过电磁耦合与外部进行通信。

[0361] (15)一种集成电路,包括:

[0362] 通信监控单元,监控关于流过传输天线的天线线圈的电流的信息并且根据所监控的信息确定通信状态,所述传输天线通过电磁耦合与外部装置进行通信;以及

[0363] 通信校正单元,根据在所述通信监控单元中的通信状态的确定结果,来校正通信特性。

[0364] (16)一种由传输装置执行的通信状态监控方法,所述传输装置包括:传输单元,包括天线线圈并且通过电磁耦合与外部进行通信;以及通信监控单元,监控关于流过所述天线线圈的电流的信息,所述方法包括:

[0365] 由所述通信监控单元监控关于流过所述天线线圈的电流的信息;以及

[0366] 由所述通信监控单元根据关于流过所述天线线圈的电流的监控信息确定通信状态。

[0367] 参考符号列表

[0368] 1、R/W装置2、信号输出单元3、传输天线4、监控电路单元5、校正电路单元6、7电阻器11、信号源12、输出阻抗13、天线线圈14、并联可变电容器15、串联电容器16、17直流去除电容器21、监控电阻器22、比较器23、参考电源24、误差放大器25、切换开关。

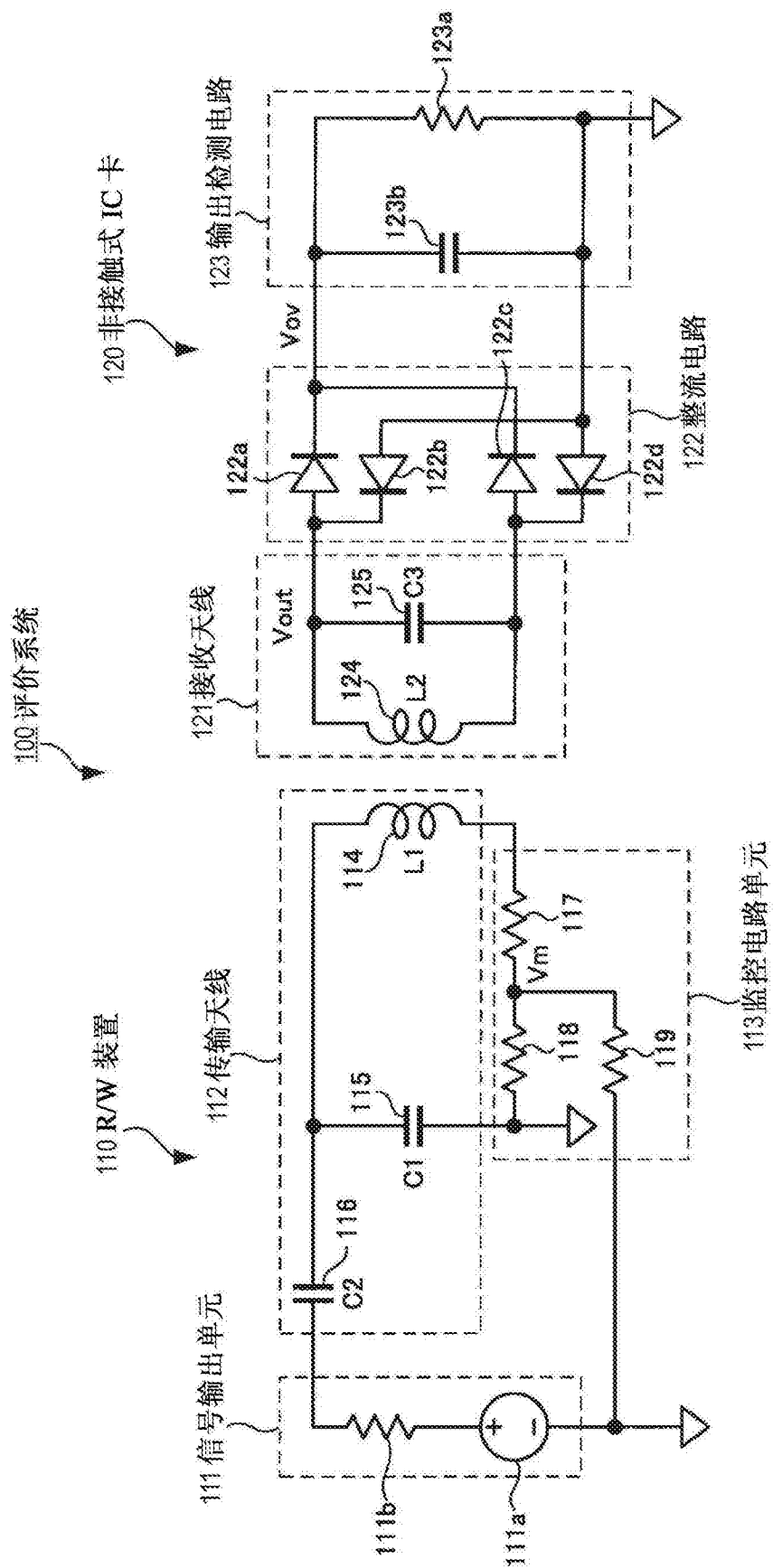


图1

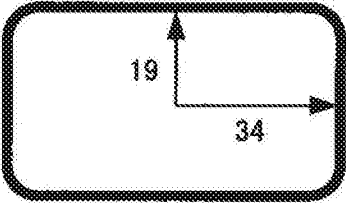
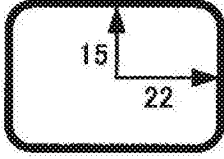
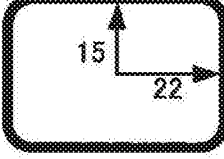
	大尺寸(mm)	中等尺寸(mm)	小尺寸(mm)
接收天线 (IC 卡)			
传输天线 (R/W)			

图2

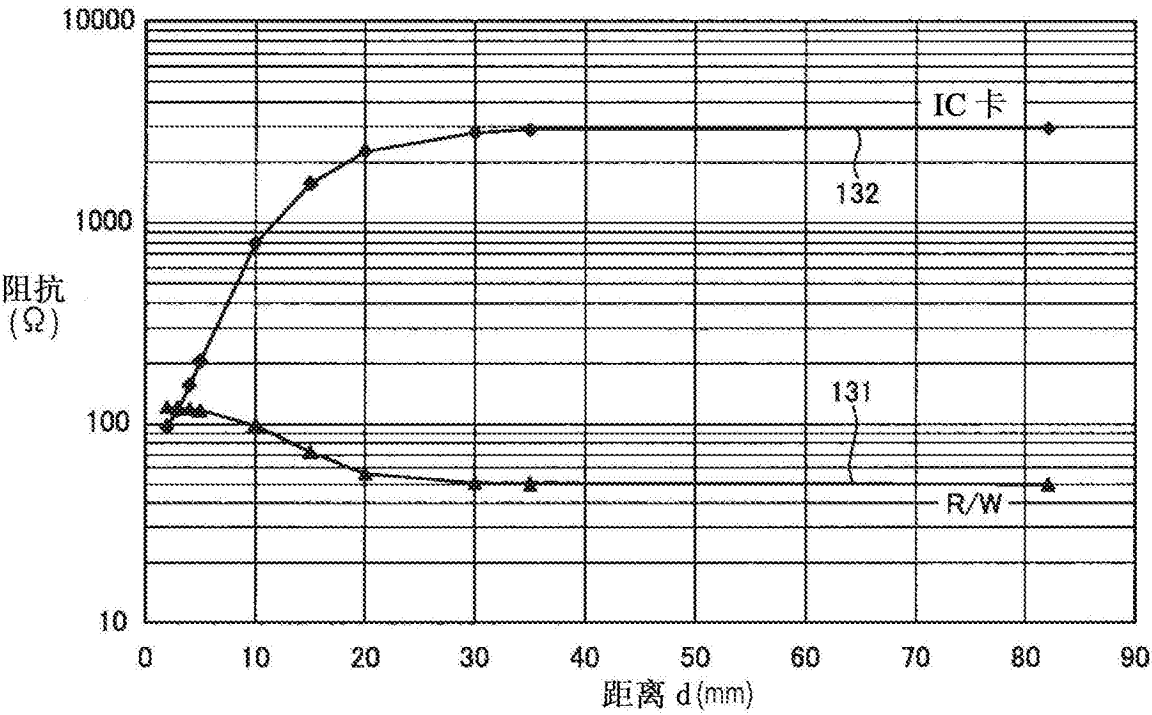


图3

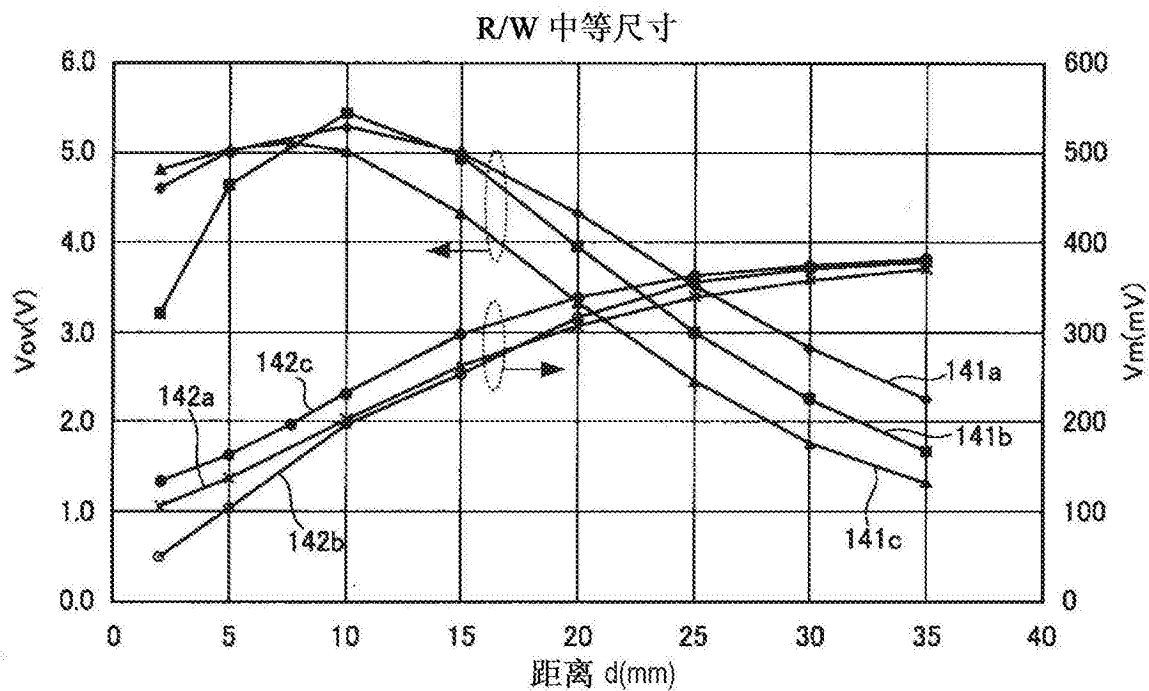


图4

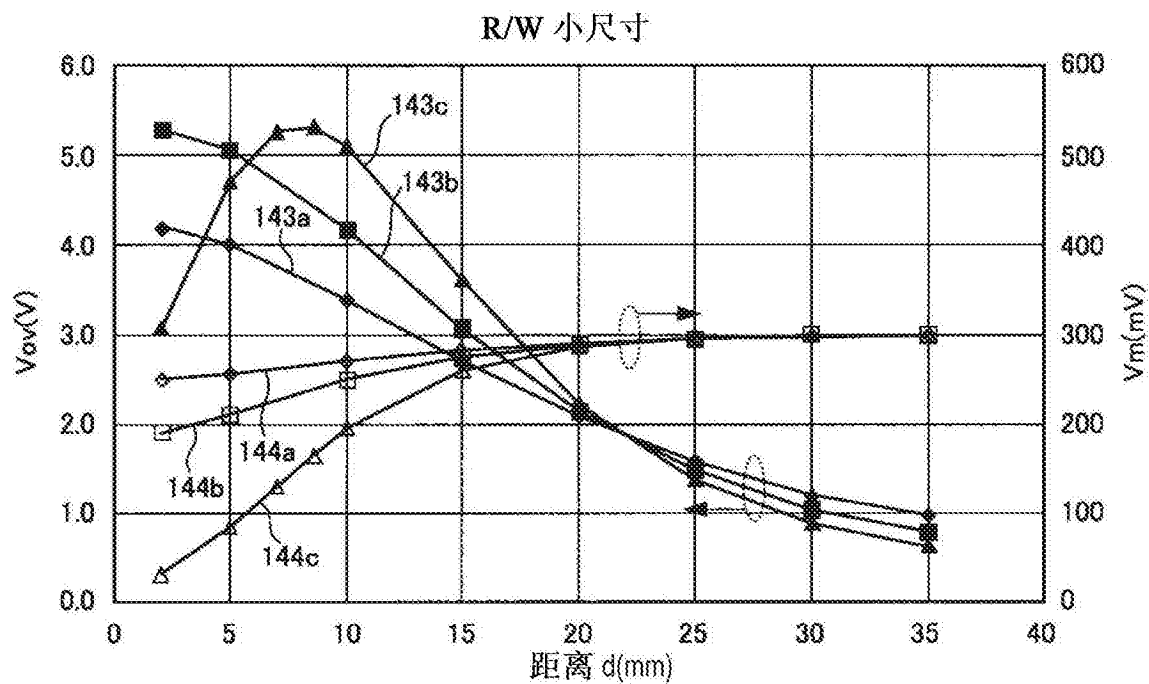


图5

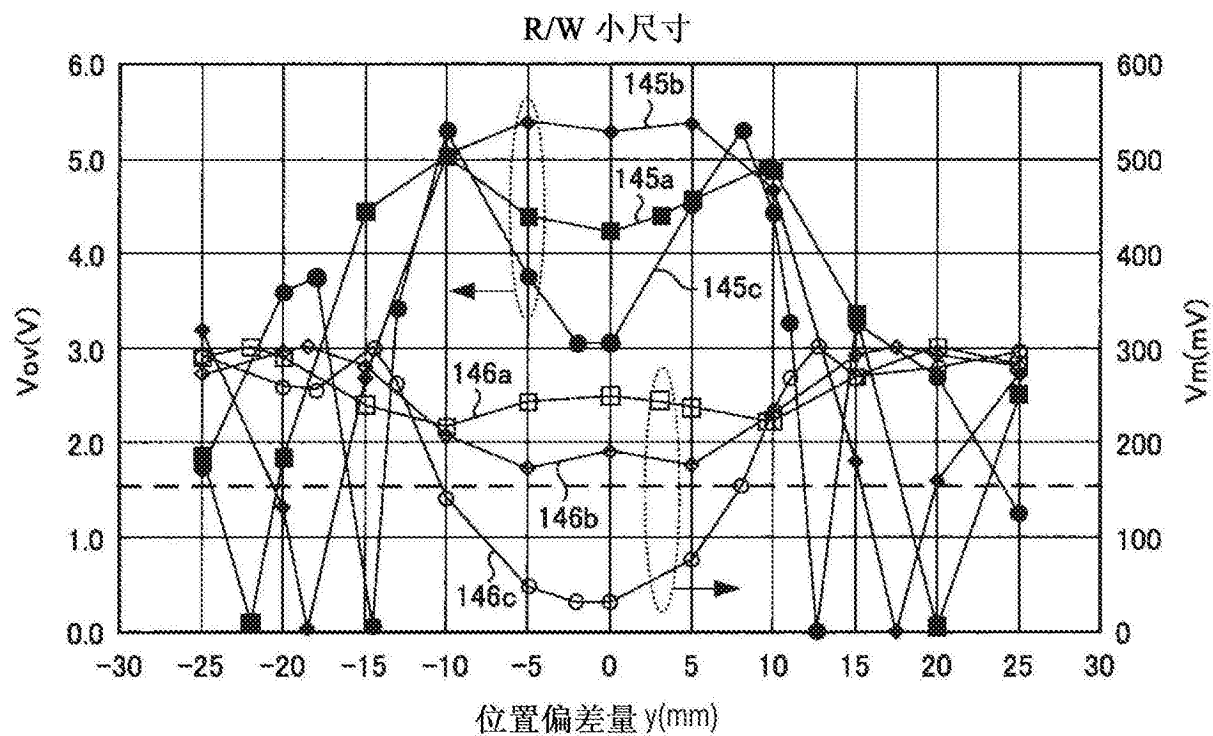


图6

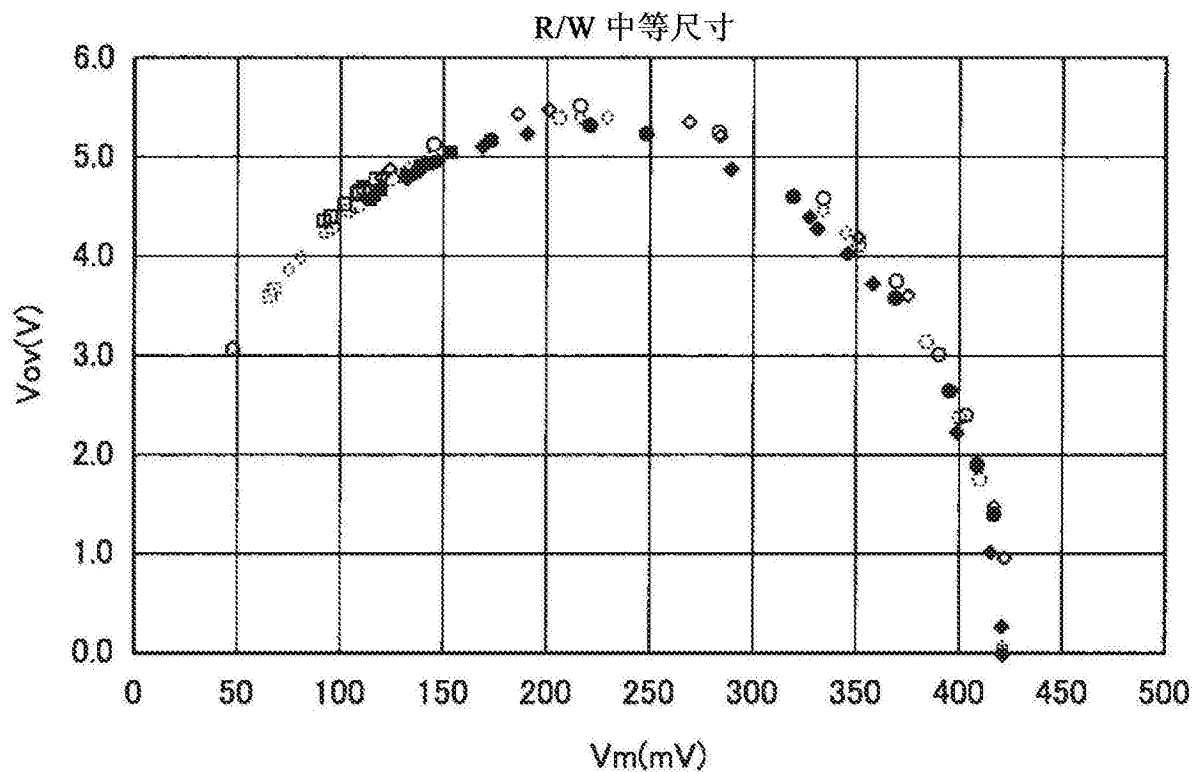


图7

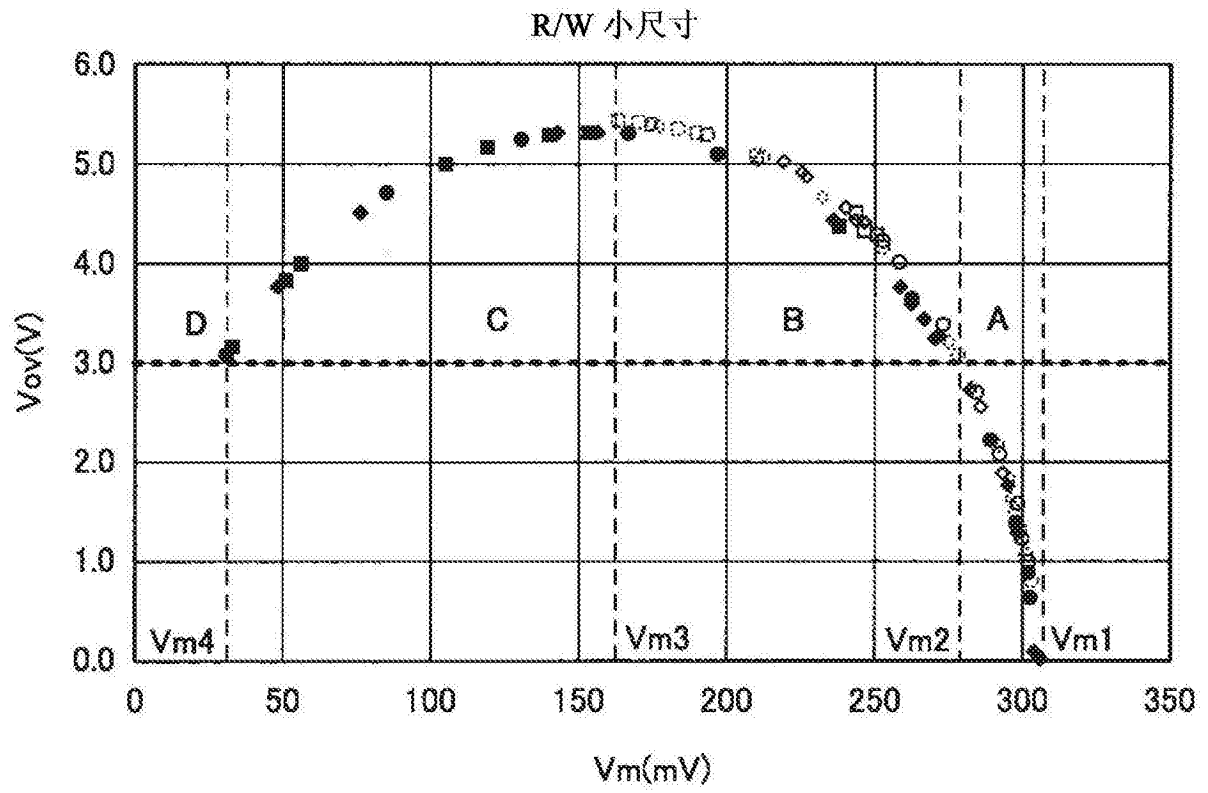


图8

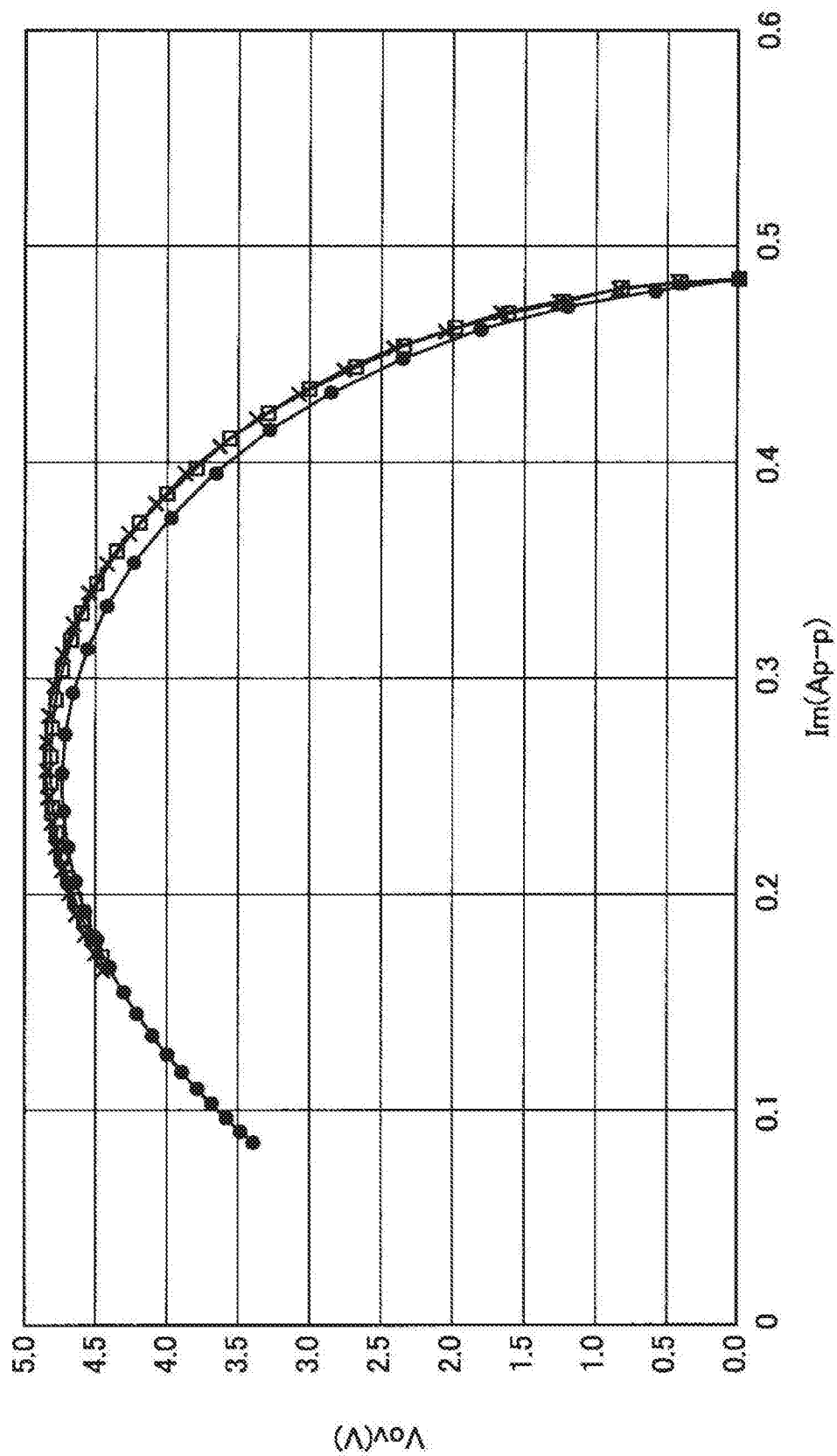


图9

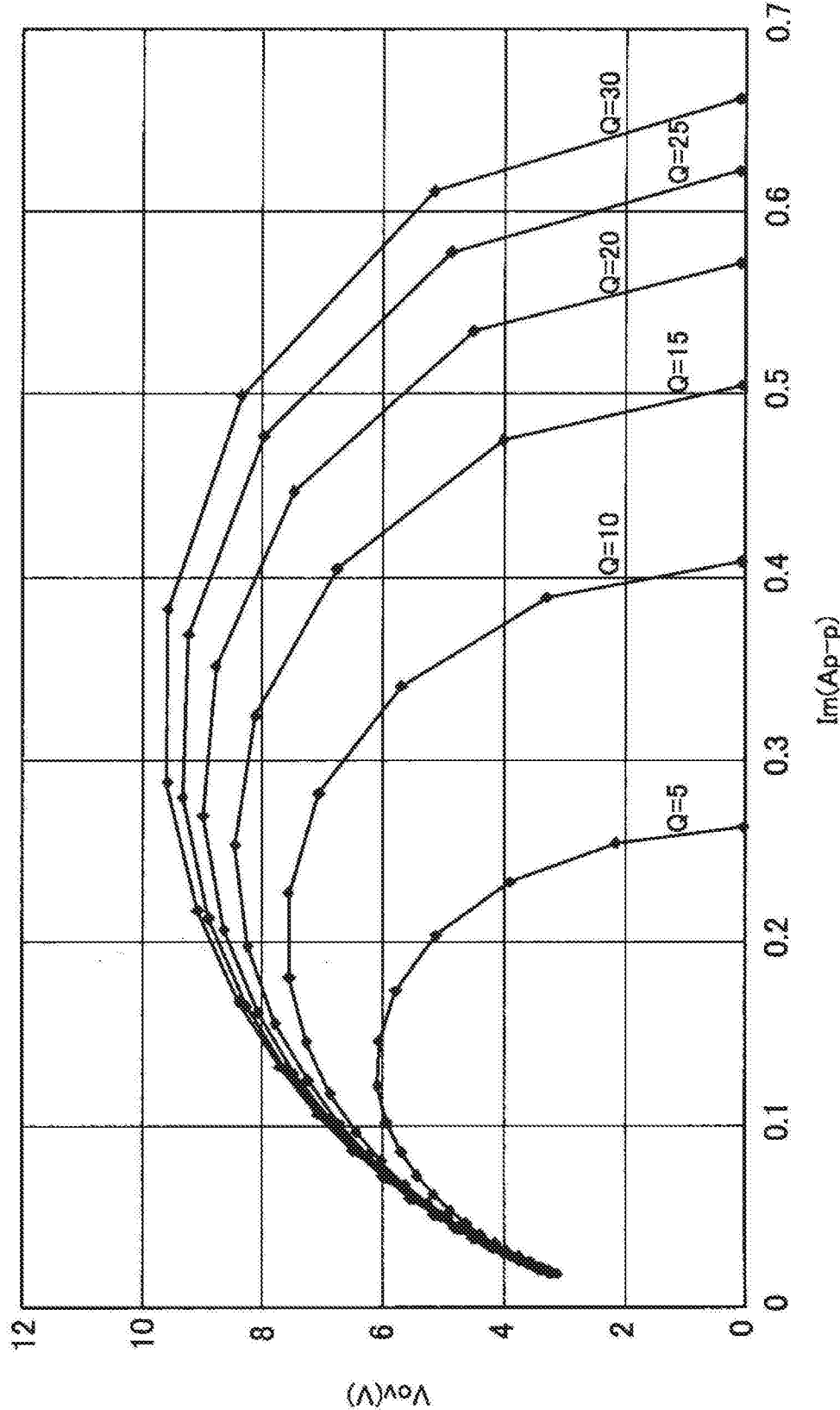
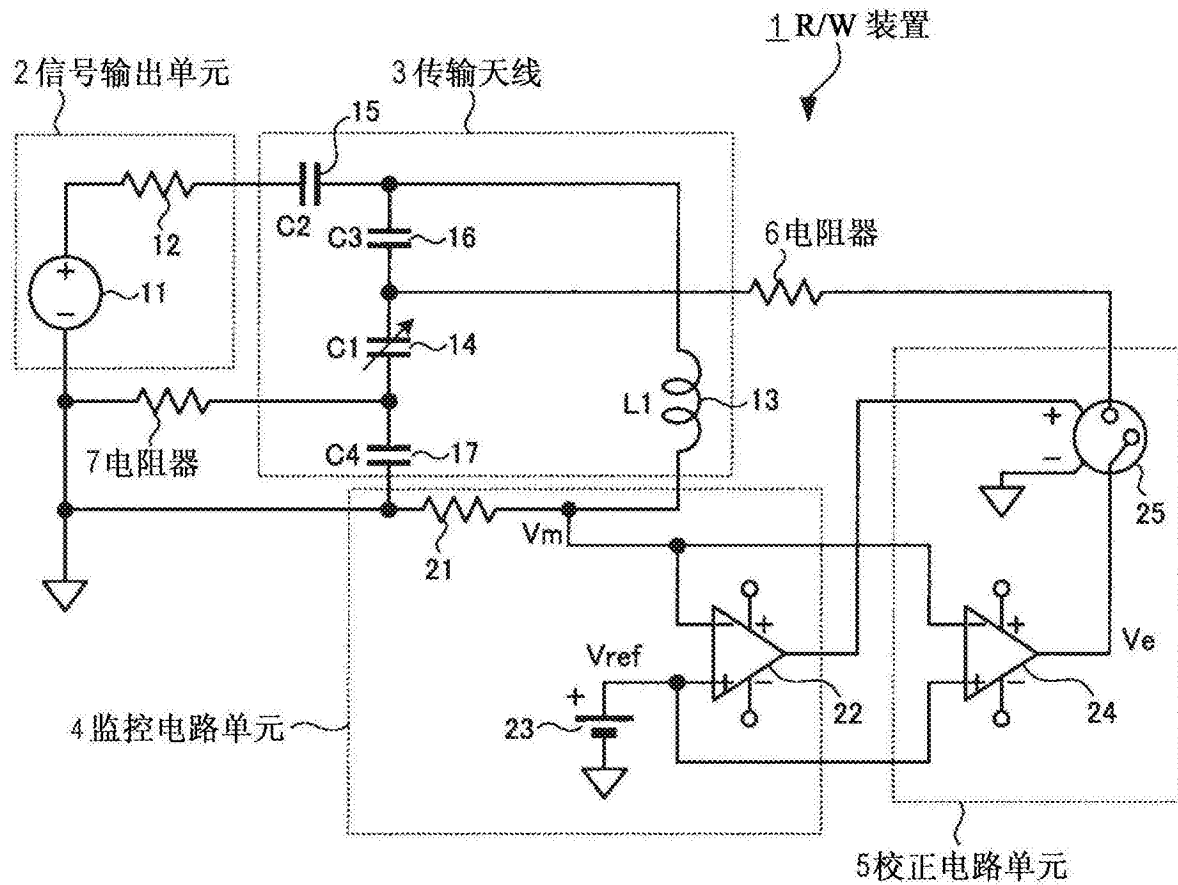


图10



11 信号源 12 输出阻抗 13 天线线圈 14 并联可变电容器
 15 串联电容器 16,17 直流去除电容器 21 监控电阻器 22 比较器
 23 参考电源 24 误差放大器 25 切换开关

图11

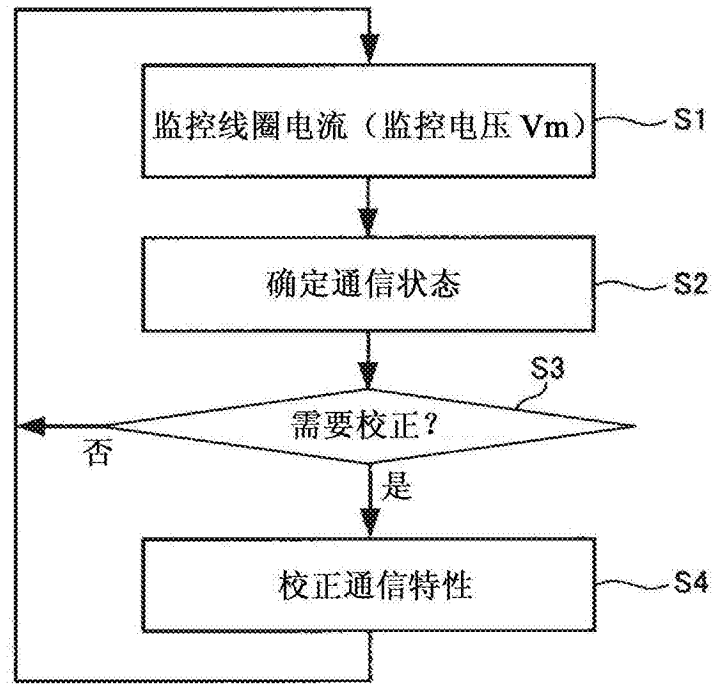


图12

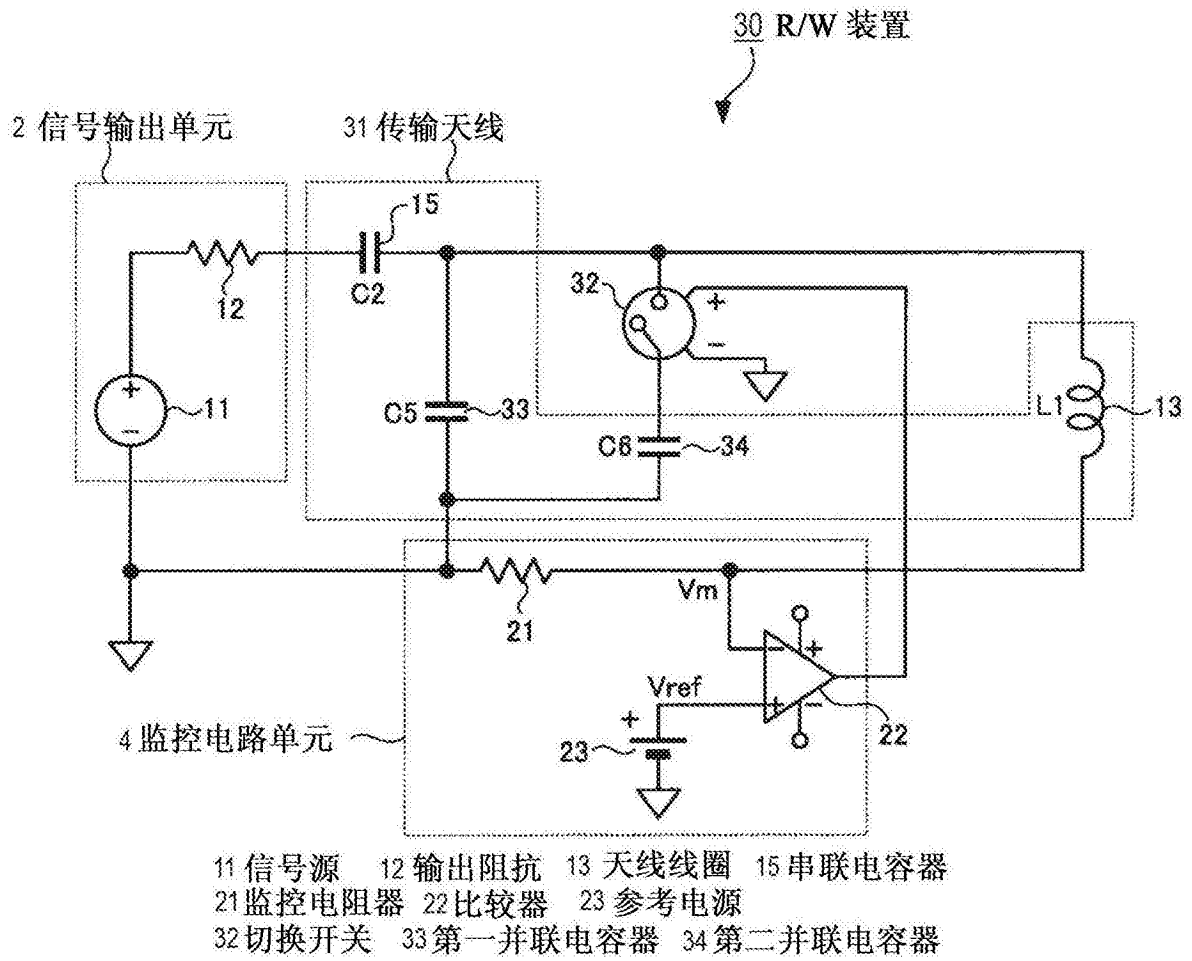
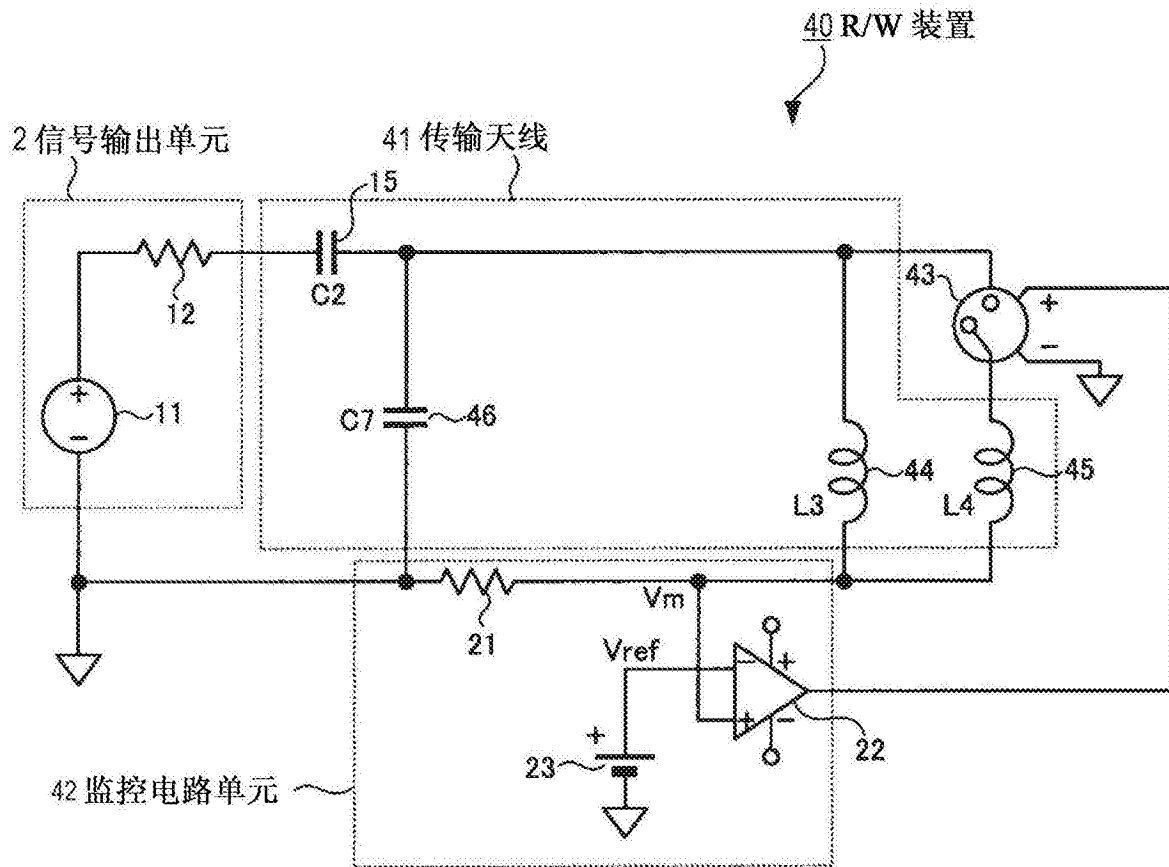


图13



11 信号源 12 输出阻抗 15 串联电容器 21 监控电阻器
 22 比较器 23 参考电源 43 切换开关 44 第一天线线圈
 45 第二天线线圈 46 并联电容器

图14

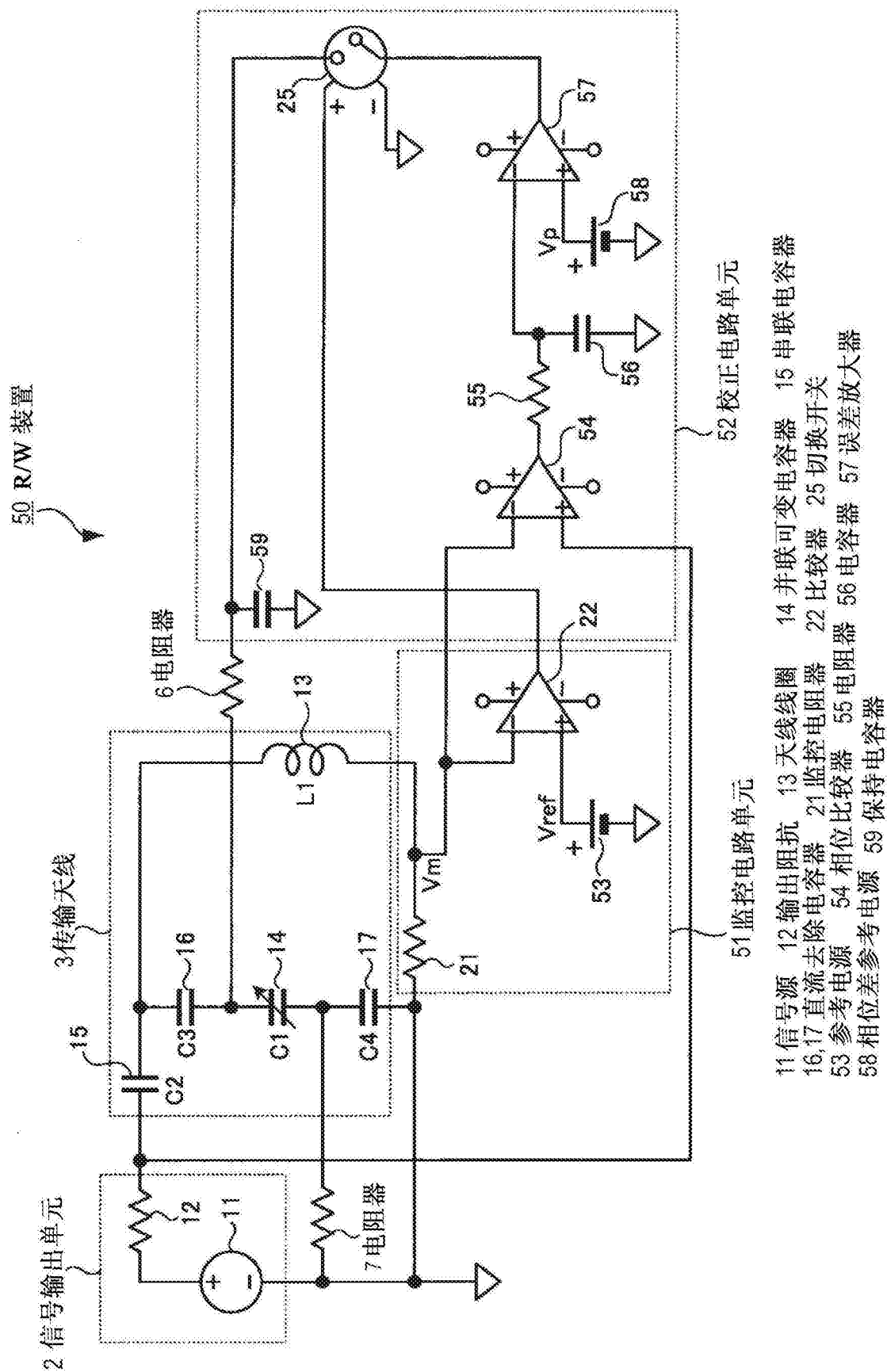
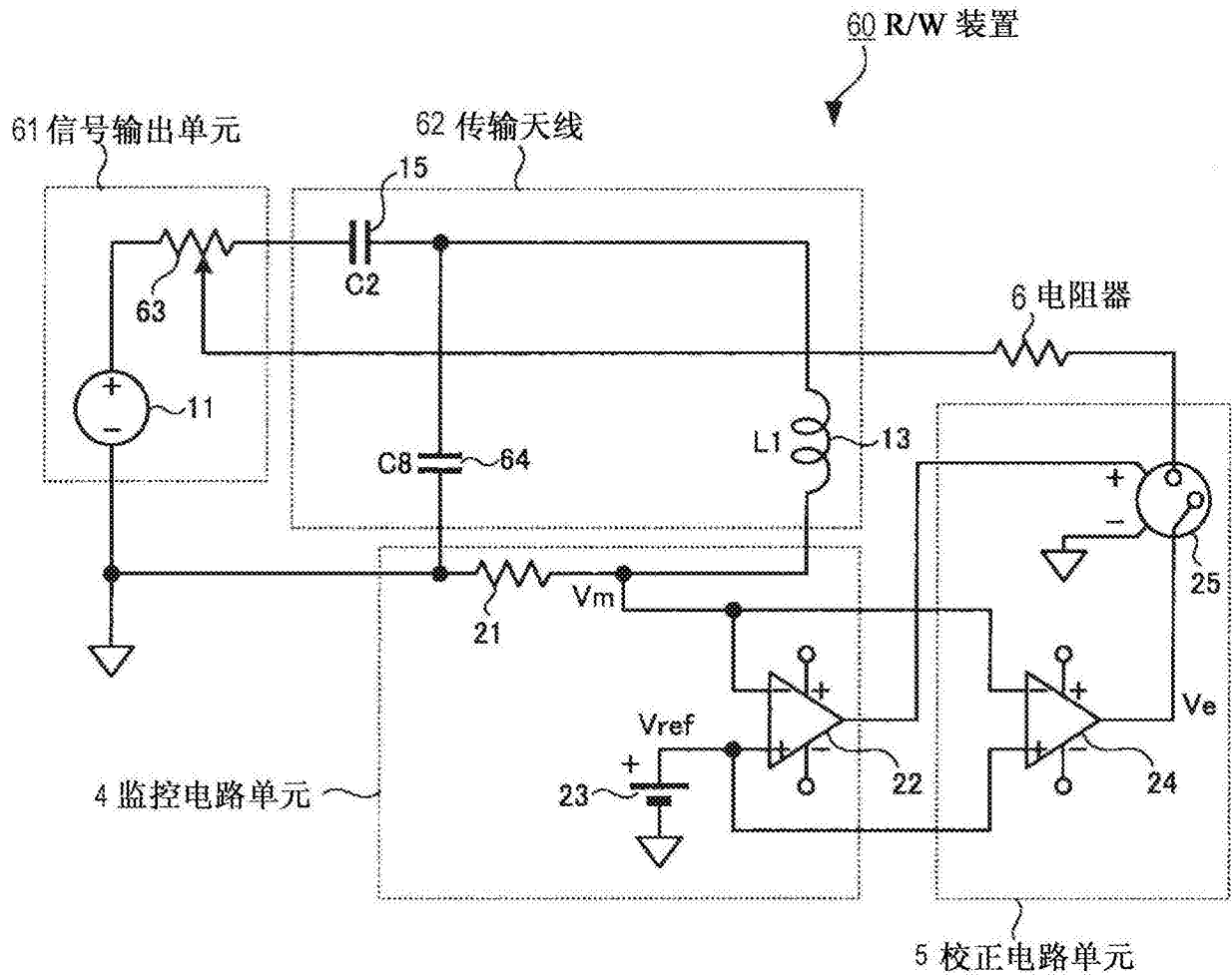


图15



11 信号源 13 天线线圈 15 串联电容器 21 监控电阻器
 22 比较器 23 参考电源 24 误差放大器 25 切换开关
 63 可变输出阻抗 64 并联电容器

图16

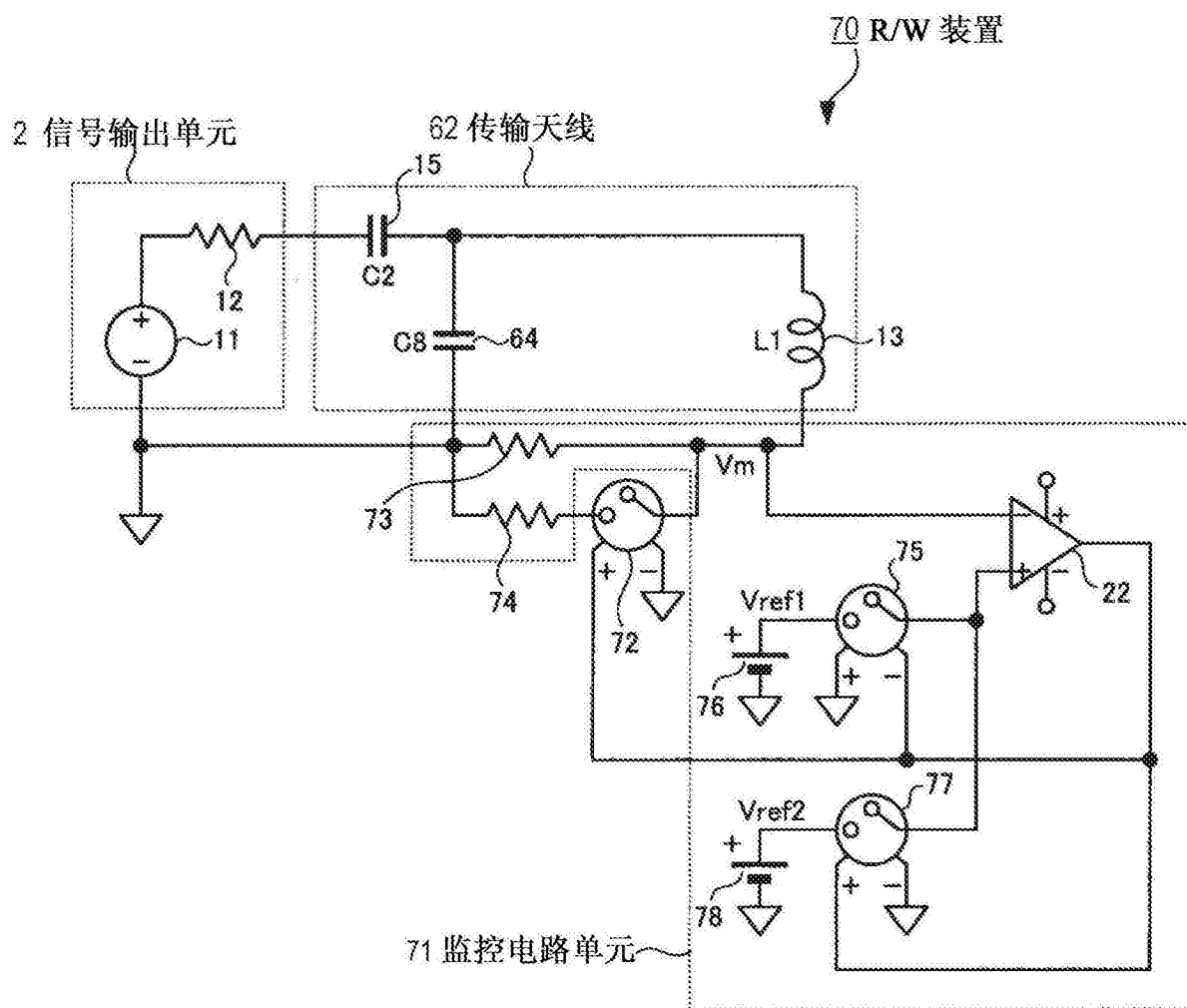


图17

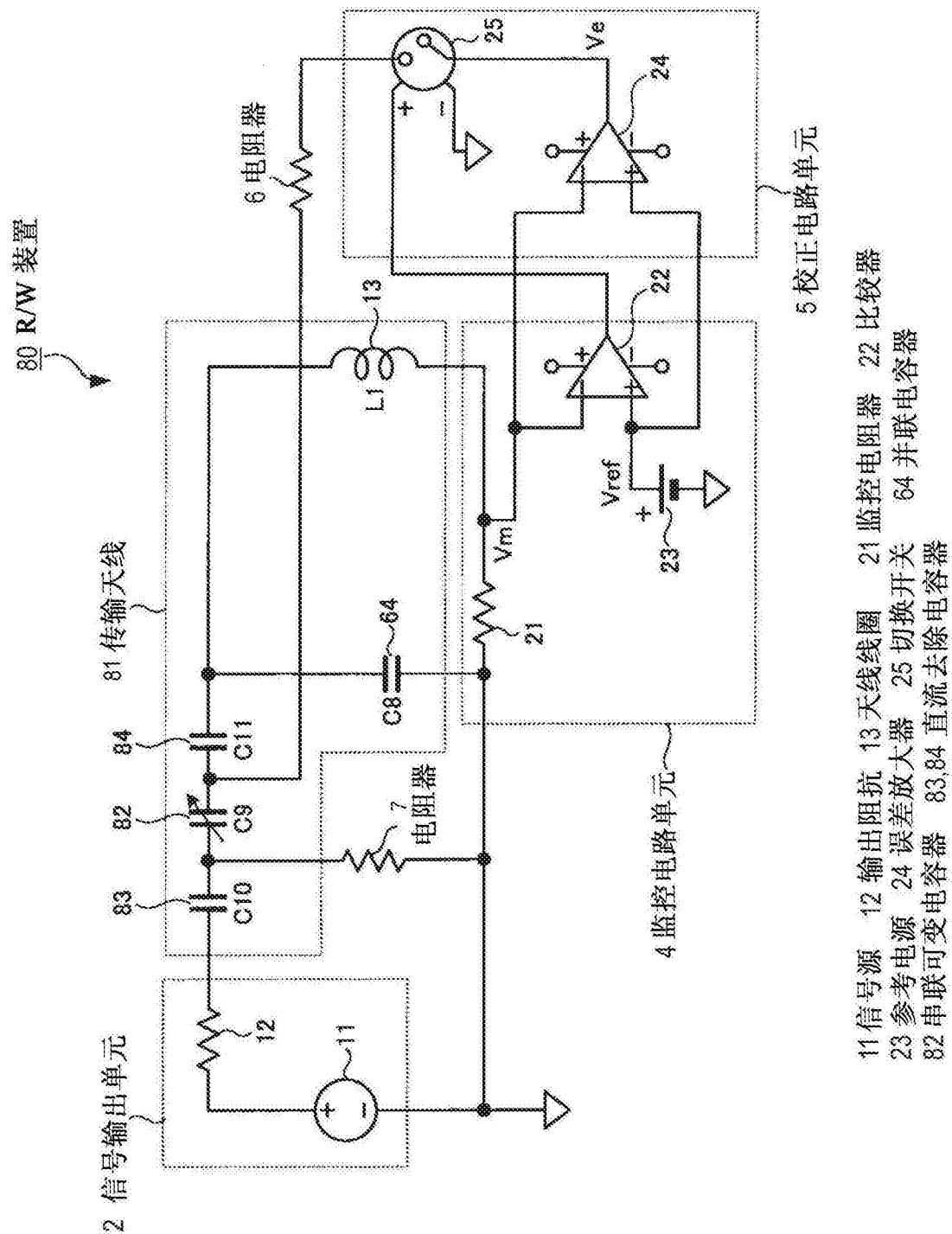


图18