



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103959604 B

(45)授权公告日 2017.09.01

(21)申请号 201380001945.9

(22)申请日 2013.05.01

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103959604 A

(43)申请公布日 2014.07.30

(30)优先权数据  
2012-257524 2012.11.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2013.12.30

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2013/062697 2013.05.01

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/080647 JA 2014.05.30

(73)专利权人 日东电工株式会社  
地址 日本大阪府

(72)发明人 畑中武藏 津田尚

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.  
H02J 50/12(2016.01)

(56)对比文件  
US 7218196 B2,2007.05.15,实施例1,6和  
图11,12.

US 7218196 B2,2007.05.15,实施例1,6和  
图11,12.

US 2010/0244582 A1,2010.09.30,说明书  
第54-60段和图5-13.

CN 102656648 A,2012.09.05,说明书第70-  
71段和图6-8.

CN 102640392 A,2012.08.15,全文.

审查员 金海琴

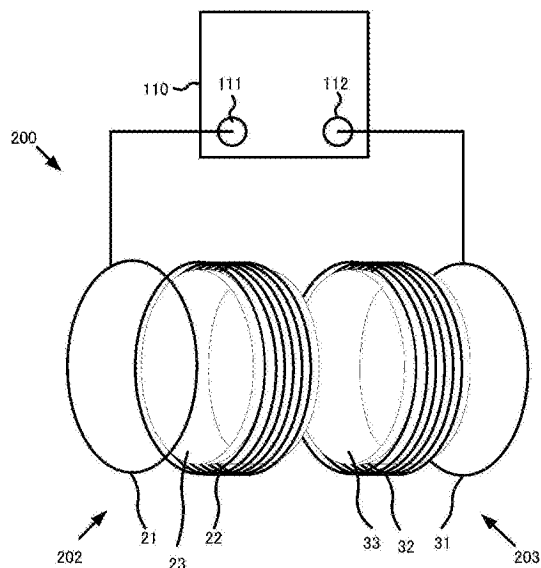
权利要求书1页 说明书19页 附图21页

(54)发明名称

无线电力传送装置

(57)摘要

供电模块(202)的供电共振器(22)的线圈面与受电模块(203)的受电共振器(32)的线圈面彼此相向地配置,在供电共振器(22)和受电共振器(32)的线圈内周面侧配置覆盖供电共振器(22)和受电共振器(32)的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件(23)和(33),使磁场在供电共振器(22)与受电共振器(32)之间变化来进行电力传送,由此通过磁性构件(23)和(33)阻断在供电共振器(22)和受电共振器(32)的周围产生的磁场,从而与没有配置磁性构件(23)和(24)的情况相比,使从供电模块(202)向受电模块(203)传送电力时的能量的送电效率提高。



1. 一种无线电力传送装置,使磁场在供电模块与受电模块之间变化来进行电力传送,其特征在于,

上述供电模块和上述受电模块分别具备线圈,且上述供电模块和上述受电模块中的至少任一个具备覆盖自身的线圈的内周面的至少一部分的筒状的磁性构件,

其中,在上述供电模块的筒状的磁性构件的筒内部配置振荡电路,和/或在上述受电模块的筒状的磁性构件的筒内部配置整流/稳定化电路、充电电路以及充电电池中的至少一个。

2. 根据权利要求1所述的无线电力传送装置,其特征在于,

上述磁性构件是以覆盖供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的外周面的方式配置的。

3. 根据权利要求1所述的无线电力传送装置,其特征在于,

上述磁性构件是以覆盖相对于上述供电模块中的线圈与上述受电模块中的线圈相向的面为相反侧的面的方式配置的。

4. 根据权利要求1所述的无线电力传送装置,其特征在于,还包括:

覆盖供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的外周面的方式配置的磁性构件,或覆盖供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的外周面的方式配置的磁性构件,及覆盖相对于上述供电模块中的线圈与上述受电模块中的线圈相向的面为相反侧的面的方式配置的磁性构件。

5. 根据权利要求1~4中的任一项所述的无线电力传送装置,其特征在于,

从上述供电模块中的线圈对上述受电模块中的线圈进行利用共振现象的电力传送。

6. 根据权利要求5所述的无线电力传送装置,其特征在于,

上述供电模块中的线圈是供电线圈及供电共振器,

上述受电模块中的线圈是受电线圈及受电共振器,

通过电磁感应将被输送到上述供电线圈的电力输送到上述供电共振器,通过使上述供电共振器和上述受电共振器共振来将被输送到上述供电共振器的电力以磁场能形式从上述供电共振器传送到上述受电共振器,通过电磁感应将被传送到上述受电共振器的电力输送到上述受电线圈,由此进行上述电力传送。

## 无线电力传送装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种以非接触方式传送电力的无线电力传送装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,笔记本型PC(personal computer:个人计算机)、平板型PC、数码相机、便携式电话等人们能够携带使用的小型电子设备正迅速普及。而且,这些电子设备中的大部分装载有充电电池,并需要定期进行充电。为了使对这些电子设备的充电电池的充电作业变得简单,通过在供电装置与装载于电子设备的受电装置之间利用无线方式的电力传送供电技术(使磁场变化来进行电力传送的无线电力传送技术)对充电电池进行充电的设备正不断增加。

[0003] 例如,作为无线电力传送技术,能够列举出利用线圈间的电磁感应进行电力传送的技术(例如参照专利文献1)、通过利用供电装置和受电装置所具备的共振器(线圈)间的共振现象使磁场耦合而进行电力传送的技术(例如参照专利文献2)。

[0004] 在这种无线电力传送技术中,当以无线方式进行传送时,与以有线方式的电力传送相比产生了大的传送损耗,因此减少该传送损耗、提高送电效率(受电装置接收的电力相对于供电装置输送的电力的比率)成为大的课题。

[0005] 为了解决这种课题,例如在专利文献2中公开了如下一种无线电力传送装置:即使在送电共振线圈与受电共振线圈之间的距离发生变动的情况下,也能够通过变更送电共振线圈的共振频率和受电共振线圈的共振频率,来逐次变更送电共振线圈与受电共振线圈之间的耦合强度来维持谐振状态,由此能够提高从送电装置向受电装置的电力的送电效率。另外,在专利文献3中公开了如下一种无线电力装置:通过使送电线圈与受电线圈的耦合强度变化,能够提高装置整体的送电效率。并且,在专利文献4中公开了如下一种供电系统:在供电线圈与受电线圈之间设置供电共振线圈和受电共振线圈,当以非接触方式供给电力时,检测供电共振线圈与受电共振线圈之间的距离 $c$ ,与该距离 $c$ 相应地对供电线圈与供电共振线圈的距离 $a$ 以及受电线圈与受电共振线圈的距离 $b$ 进行可变调整,使得供电效率最大。

[0006] 专利文献1:日本专利第4624768号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2010-239769号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2010-239777号公报

[0009] 专利文献4:日本特开2010-124522号公报

### 发明内容

[0010] 发明要解决的问题

[0011] 的确,通过上述公开的技术能够提高送电效率。然而,在上述公开技术中,需要变更共振频率的控制装置、使两个共振器间的耦合强度变化的控制装置、对供电线圈与供电共振线圈的距离以及受电线圈与受电共振线圈的距离进行调整的控制装置,不仅结构变得

复杂而且成本增加。

[0012] 因此,本发明的目的在于提供如下一种无线电力传送装置:不像以往那样使用变更共振频率的控制装置、使两个共振器间的耦合强度变化的控制装置、对供电线圈与供电共振线圈的距离以及受电线圈与受电共振线圈的距离进行调整的控制装置,就能够通过更为简单的结构提高送电效率。

[0013] 用于解决问题的方案

[0014] 用于解决上述课题的发明之一是一种使磁场在供电模块与受电模块之间变化来进行电力传送的无线电力传送装置,其特征在于,上述供电模块和上述受电模块具备:线圈;以及磁性构件,其覆盖除上述供电模块中的线圈与上述受电模块中的线圈相向的面以外的至少一部分。

[0015] 根据上述结构,磁性构件覆盖除供电模块中的线圈与受电模块中的线圈相向的面以外的至少一部分,由此当使磁场在供电模块与受电模块之间变化来进行电力传送时,能够使从供电模块向受电模块传送电力时的能量的送电效率与没有配置磁性构件的情况相比提高。

[0016] 另外,关于用于解决上述课题的发明之一,其特征在于,在上述无线电力传送装置中,上述磁性构件是以覆盖供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的内周面的方式配置的。

[0017] 根据上述结构,将磁性构件以覆盖供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的内周面的方式进行配置,由此在使磁场在供电模块与受电模块之间变化来进行电力传送时,能够使从供电模块向受电模块传送电力时的能量的送电效率与在供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的内周面侧没有配置磁性构件的情况相比提高。

[0018] 另外,关于用于解决上述课题的发明之一,其特征在于,在上述无线电力传送装置中,上述磁性构件是以覆盖供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的外周面的方式配置的。

[0019] 根据上述结构,将磁性构件以覆盖供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的外周面的方式进行配置,由此在使磁场在供电模块与受电模块之间变化来进行电力传送时,能够使从供电模块向受电模块传送电力时的能量的送电效率与在供电模块中的线圈和/或受电模块中的线圈的外周面侧没有配置磁性构件的情况相比提高。

[0020] 另外,关于用于解决上述课题的发明之一,其特征在于,在上述无线电力传送装置中,上述磁性构件是以覆盖相对于上述供电模块中的线圈与上述受电模块中的线圈相向的面为相反侧的面的方式配置的。

[0021] 根据上述结构,将磁性构件以覆盖相对于供电模块中的线圈与受电模块中的线圈相向的面为相反侧的面的方式进行配置,由此当使磁场在供电模块与受电模块之间变化来进行电力传送时,与在相对于供电模块中的线圈与受电模块中的线圈相向的面为相反侧的面没有配置磁性构件的情况相比,能够使从供电模块向受电模块传送电力时的能量的送电效率提高。

[0022] 另外,关于用于解决上述课题的发明之一,其特征在于,在上述无线电力传送装置中,从上述供电模块中的线圈对上述受电模块中的线圈进行利用共振现象的电力传送。

[0023] 根据上述结构,在供电模块中的线圈与受电模块中的线圈之间进行利用共振现象

的电力传送的情况下,能够提高从供电模块向受电模块传送电力时的能量的送电效率。

[0024] 另外,关于用于解决上述课题的发明之一,其特征在于,在上述无线电力传送装置中,上述供电模块中的线圈是供电线圈及供电共振器,上述受电模块中的线圈是受电线圈及受电共振器,通过电磁感应将被输送到上述供电线圈的电力输送到上述供电共振器,通过使上述供电共振器和上述受电共振器共振来将被输送到上述供电共振器的电力以磁场能形式从上述供电共振器传送到上述受电共振器,通过电磁感应将被传送到上述受电共振器的电力输送到上述受电线圈,由此进行上述电力传送。

[0025] 根据上述结构,在使用了供电线圈和供电共振器以及受电线圈和受电共振器来进行利用磁场谐振方式的电力传送的情况下,能够提高从供电模块向受电模块传送电力时的能量的送电效率。

[0026] 发明的效果

[0027] 能够提供如下一种无线电力供给系统:不像以往那样使用变更共振频率的控制装置、使两个共振器之间的耦合强度变化的控制装置、对供电线圈与供电共振线圈的距离以及受电线圈与受电共振线圈的距离进行调整的控制装置,就能够通过更为简单的结构提高送电效率。

## 附图说明

[0028] 图1是本发明所涉及的无线电力传送装置的概要说明图。

[0029] 图2是比较例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0030] 图3是示出比较例所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

[0031] 图4是比较例所涉及的磁场强度分布图。

[0032] 图5是实施例1所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0033] 图6是示出实施例1所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

[0034] 图7是实施例1所涉及的磁场强度分布图。

[0035] 图8是实施例2所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0036] 图9是示出实施例2所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

[0037] 图10是实施例2所涉及的磁场强度分布图。

[0038] 图11是实施例3所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0039] 图12是示出实施例3所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

[0040] 图13是实施例3所涉及的磁场强度分布图。

[0041] 图14是示出送电效率的测量结果的曲线图。

[0042] 图15是第二比较例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0043] 图16是第二实施例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0044] 图17是示出第二比较例和第二实施例所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

[0045] 图18是示出第二比较例和第二实施例所涉及的送电效率的测量结果的曲线图。

[0046] 图19是第三比较例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0047] 图20是第三实施例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0048] 图21是示出第三比较例和第三实施例所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

图。

[0049] 图22是示出第三比较例和第三实施例所涉及的送电效率的测量结果的曲线图。

[0050] 图23是第四比较例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0051] 图24是第四实施例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0052] 图25是示出第四比较例和第四实施例所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

[0053] 图26是示出第四比较例和第四实施例所涉及的送电效率的测量结果的曲线图。

[0054] 图27是第五比较例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0055] 图28是第五实施例所涉及的无线电力传送装置的结构图。

[0056] 图29是示出第五比较例和第五实施例所涉及的传送特性S21的测量结果的曲线图。

[0057] 图30是示出第五比较例和第五实施例所涉及的送电效率的测量结果的曲线图。

### 具体实施方式

[0058] 下面,基于实施例及实施方式来说明本发明所涉及的无线电力传送装置。

[0059] (概要)

[0060] 如图1所示,本发明所涉及的无线电力传送装置200具有供电模块202和受电模块203,其中,该供电模块202具备供电线圈21和供电共振器22(线圈),该受电模块203具备受电线圈31和受电共振器32(线圈),以使该供电共振器22的线圈面与受电共振器32的线圈面彼此相向的方式来配置供电共振器22和受电共振器32。另外,供电模块202和受电模块203具备磁性构件23和33,该磁性构件23和33覆盖除供电共振器22与受电共振器32相向的面以外的至少一部分。具体地说,磁性构件23呈圆筒形状,以覆盖线圈内周面整体的方式被配置在供电共振器22的线圈内周面侧。同样地,磁性构件33也呈圆筒形状,以覆盖线圈内周面整体的方式被配置在受电共振器32的线圈内周面侧。另外,供电模块202的供电线圈21与后述的网络分析器110的输出端子111通过配线相连接,能够以任意的频率从输出端子111向供电线圈21输出交流电力。另外,受电模块203的受电线圈31与网络分析器110的输入端子112通过配线相连接,能够测量从受电线圈31输入到输入端子112的电力。而且,利用共振现象使磁场变化而从供电模块202的供电共振器22对受电模块203的受电共振器32进行电力传送,由此能够利用磁性构件23和33阻断在供电共振器22和受电共振器32的周围产生的磁场,从而与没有配置磁性构件23和33的情况相比使从供电模块202向受电模块203传送电力时的能量的送电效率提高。

[0061] 在此,供电模块202所具备的供电共振器22和受电模块203所具备的受电共振器32是盘绕导线而形成的线圈,例如,能够列举出在聚酰亚胺基板上形成铜膜,在该铜膜上通过蚀刻等制成的螺旋状的线圈、螺线管状地盘绕导线而形成的线圈、环状的线圈等。另外,共振现象是指两个以上的线圈以共振频率进行调谐。另外,所谓以使线圈与线圈相向的方式配置,是指将线圈的径向截面作为线圈面,使线圈面彼此以不正交的方式彼此相向配合地配置。另外,送电效率是受电模块203接收的电力相对于供电模块202输送的电力的比率。

[0062] (第一实施例)

[0063] 接着,通过测量磁场强度、传送特性“S21”以及送电效率,对将供电模块中的供电

共振器22与受电模块中的受电共振器32相向配置,以覆盖除这些相向面以外的至少一部分的方式配置磁性构件的无线电力传送装置200、300、400(实施例1~3)以及没有配置磁性构件的无线电力传送装置100(比较例)进行说明。

[0064] (比较例所涉及的无线电力传送装置100的结构)

[0065] 如图2所示,比较例中使用的无线电力传送装置100具备供电模块102和受电模块103,其中,该供电模块102具备供电线圈21和供电共振器22,该受电模块103具备受电线圈31和受电共振器32。而且,供电线圈21与网络分析器110(Agilent Technologies股份有限公司制)的输出端子111相连接。另外,受电线圈31与网络分析器110的输入端子112相连接。在以这种方式构成的无线电力传送装置100中,当对供电模块102供给电力时,通过共振现象将电力以磁场能形式从供电共振器22供给到受电共振器32。

[0066] 网络分析器110能够以任意的频率从输出端子111向供电线圈21输出交流电力。另外,网络分析器110能够测量从受电线圈31输入到输入端子112的电力。并且,网络分析器110的详细内容后述,但设为能够测量图3等所示的传送特性“S21”以及图14所示的送电效率。

[0067] 供电线圈21发挥以下作用:通过电磁感应将从网络分析器110得到的电力供给到供电共振器22。该供电线圈21将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,并将线圈直径设定为80mm $\phi$ 。

[0068] 受电线圈31发挥以下作用:将以磁场能形式从供电共振器22传送到受电共振器32的电力通过电磁感应输出到网络分析器110的输入端子112。与供电线圈21同样地,该受电线圈31将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,并将线圈直径设定为80mm $\phi$ 。

[0069] 供电共振线圈22和受电共振线圈32分别是LC共振电路,发挥着创造出磁场谐振状态的作用。此外,在本实施方式中,通过元件来实现LC共振电路的电容器成分,但也可以将线圈的两端打开来通过寄生电容实现LC共振电路的电容器成分。在该LC共振电路中,当将电感设为L、将电容器容量设为C时,以(式1)决定的f为共振频率。

[0070]  $f=1/(2\pi\sqrt{LC})$  (式1)

[0071] 另外,供电共振器22和受电共振器32是将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕三圈而得到的线圈直径为100mm $\phi$ 的螺线管型的线圈。另外,供电共振器22和受电共振器32的共振频率为13.0MHz。另外,以使供电共振器22的线圈面与受电共振器32的线圈面彼此平行地相向的方式来配置供电共振器22和受电共振器32。

[0072] 如上所述,当使供电共振器22的共振频率与受电共振器32共振而在供电共振器22与受电共振器32之间创造出磁场谐振状态时,能够将电力以磁场能形式从供电共振器22传送到受电共振器32(利用了线圈间的共振现象的电力传送)。

[0073] 另外,将供电线圈21与供电共振器22之间的距离A设定为15mm,将受电线圈31与受电共振器32之间的距离B设定为15mm,将供电共振器22与受电共振器32之间的距离C设定为30mm(参照图2)。

[0074] (比较例的测量结果)

[0075] 对使用比较例所涉及的无线电力传送装置100测量出的磁场强度、传送特性“S21”以及送电效率的测量结果进行说明。此外,关于磁场强度的测量,通过使用电磁场分析来进行分析,以色调显示磁场强度来进行测量。

[0076] 首先,使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置100的交流电力的频率一边对比较例所涉及的无线电力传送装置100的传送特性“S21”进行测量。此时,如图3的曲线图所示,将横轴设为从输出端子111输出的交流电力的频率,将纵轴设为传送特性“S21”来进行测量。

[0077] 在此,所谓传送特性“S21”,表示在从输出端子111输入了信号时通过输入端子112的信号,以分贝表示,数值越大意味着送电效率越高。另外,如上所述,所谓送电效率,是指受电模块203接收的电力相对于供电模块202输送的电力的比率,在此,是指在将无线电力传送装置101连接于网络分析器110的状态下,输出到输入端子112的电力相对于从输出端子111供给到供电模块的电力的比率。

[0078] 根据测量的结果可知,如图3所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形141在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,将低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0079] 而且,在将供给到供电模块102的交流电力的频率设定为该低频侧的峰值附近的频率 $f_L$ 的情况下,供电共振器22和受电共振器32以同相成为共振状态,流经供电共振器22的电流的方向与流经受电共振器32的电流的方向为相同方向。将该同相共振模式下的磁场强度分布在图4的(A)中示出。根据该图4的(A)的磁场强度分布能够确认以供电共振器22和受电共振器32为中心磁场扩大。在此,将流经供电模块中的线圈(供电共振器22)的电流的方向与流经受电模块中的线圈(受电共振器32)的电流的方向为相同方向的共振状态称为同相共振模式。

[0080] 另一方面,在将供给到供电模块102的交流电力的频率设定为高频侧的峰值附近的频率 $f_H$ 的情况下,供电共振器22和受电共振器32以反相成为共振状态,流经供电共振器22的电流的方向与流经受电共振器32的电流的方向为相反方向。将该反相共振模式下的磁场强度分布在图4的(B)中示出。根据该图4的(B)的磁场强度分布也能够确认以供电共振器22和受电共振器32为中心磁场扩大。另外,还能够确认在供电共振器22与受电共振器32之间存在磁场的强度低的空间。在此,将流经供电模块中的线圈(供电共振器22)的电流的方向与流经受电模块中的线圈(受电共振器32)的电流的方向为相反方向的共振状态称为反相共振模式。

[0081] 接着,使用网络分析器110对比较例所涉及的无线电力传送装置100的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。将其测量结果在图14中示出。此时,在图14的曲线图中将比较例及实施例1~3配置为横轴,将送电效率[%]记载为纵轴。

[0082] 如图14所示,关于比较例,同相共振模式( $f_L$ )的送电效率是85%(参照图14:■151)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是69%(参照图14:●152)。

[0083] (实施例1所涉及的无线电力传送装置200的结构)

[0084] 接着,如图5所示,实施例1中使用的无线电力传送装置200具备供电模块202和受电模块203,其中,该供电模块202具备供电线圈21、供电共振器22以及覆盖该供电共振器22的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件23,该受电模块203具备受电线圈31、受电共振器32以及覆盖受电共振器32的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件33。而且,与比较例同样地,供电线圈21与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈31与网络分析器110的输入端子112相连接。



[0085] 磁性构件23和33由分散有磁性粉末的树脂形成。该磁性构件23和33所使用的树脂既可以是热固性树脂也可以是热塑性树脂,不作特别地限定。例如,如果是热固性树脂,则能够列举出环氧树脂、酚醛树脂、三聚氰胺树脂、乙烯酯树脂、氰基酯(Cyano ester)树脂、马来酰亚胺树脂、硅树脂等。另外,如果是热塑性树脂,则能够列举出丙烯酸类树脂、乙酸乙烯酯类树脂、聚乙烯醇类树脂等。此外,在本实施例中,使用以环氧树脂为主要成分的树脂。

[0086] 另外,对于分散在树脂中的磁性粉末,使用软磁性粉末。作为软磁性粉末,不作特别地限定,能够使用纯Fe、Fe-Si、Fe-Al-Si(铝硅铁粉)、Fe-Ni(坡莫合金)、软磁体氧化物、Fe基非晶体、Co基非晶体、Fe-Co(珀明德铁钴系高磁导率合金)等。

[0087] 上述磁性构件23和33呈厚度为1mm、外径为80mm $\phi$ 、内径为78mm的圆筒形状,其磁导率为100。此外,其它结构与比较例所涉及的无线电力传送装置100相同。

[0088] (实施例1的测量结果)

[0089] 对使用实施例1所涉及的无线电力传送装置200测量出的磁场强度、传送特性“S21”以及送电效率的测量结果进行说明。

[0090] 首先,使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置200的交流电力的频率一边对实施例1所涉及的无线电力传送装置200的传送特性“S21”进行测量。

[0091] 根据测量的结果可知,如图6所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形241在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,将低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0092] 而且,在将供给到供电模块202的交流电力的频率设定为该低频侧的峰值附近的频率 $f_L$ 的情况下(同相共振模式),供电共振器22和受电共振器32以同相成为共振状态,流经供电共振器22的电流的方向与流经受电共振器32的电流的方向为相同方向。将该同相共振模式下的磁场强度分布在图7的(A)中示出。根据该图7的(A)的磁场强度分布能够确认与比较例相比(参照图4的(A)),能够将供电共振器22和受电共振器32的内周侧的磁场有些减弱。

[0093] 另一方面,在将供给到供电模块202的交流电力的频率设定为高频侧的峰值附近的频率 $f_H$ 的情况下(反相共振模式),供电共振器22和受电共振器32以反相成为共振状态,流经供电共振器22的电流的方向与流经受电共振器32的电流的方向为相反方向。将该反相共振模式下的磁场强度分布在图7的(B)中示出。根据该图7的(B)的磁场强度分布能够确认与比较例相比(参照图4的(B)),供电共振器22和受电共振器32的内周侧的磁场大幅减弱。

[0094] 接着,使用网络分析器110对实施例1所涉及的无线电力传送装置200的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。其测量结果在图14中示出。

[0095] 如图14所示,关于实施例1,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是88%(参照图14:■251)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是75%(参照图14:●252)。这样,可知与比较例1所涉及的无线电力传送装置100相比,实施例1中的无线电力传送装置200的送电效率提高。即,与在供电共振器22和受电共振器32的内周面侧没有配置磁性构件23和33的无线电力传送装置100相比,根据如上述那样具备磁性构件23和33的无线电力传送装置200能够提高送电效率。

[0096] (实施例2所涉及的无线电力传送装置300的结构)

[0097] 接着,如图8所示,实施例2中使用的无线电力传送装置300具备供电模块302和受

电模块303,其中,该供电模块302具备供电线圈21、供电共振器22、覆盖供电共振器22的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件23以及覆盖供电共振器22的线圈外周面整体的圆筒状的磁性构件24,该受电模块303具备受电线圈31、受电共振器32、覆盖受电共振器32的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件33以及覆盖受电共振器32的线圈外周面整体的圆筒状的磁性构件34。而且,与实施例1同样地,供电线圈21与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈31与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0098] 与实施例1的磁性构件23和33同样地,磁性构件24和34由分散有磁性粉末的树脂形成。该磁性构件24和34呈厚度为1mm、外径为120mm $\phi$ 、内径为118mm $\phi$ 的圆筒形状,其磁导率为100。此外,其它结构与实施例1所涉及的无线电力传送装置200相同。

[0099] (实施例2的测量结果)

[0100] 对使用实施例2所涉及的无线电力传送装置300测量出的磁场强度、传送特性“S21”以及送电效率的测量结果进行说明。

[0101] 首先,使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置300的交流电力的频率一边对实施例2所涉及的无线电力传送装置300的传送特性“S21”进行测量。

[0102] 根据测量的结果可知,如图9所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形341在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,将低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0103] 而且,将供给到供电模块302的交流电力的频率设定为该低频侧的峰值附近的频率 $f_L$ 时(同相共振模式)的磁场强度分布在图10的(A)中示出。根据该图10的(A)的磁场强度分布能够确认与比较例相比(参照图4的(A)),供电共振器22和受电共振器32的内周侧的磁场有些减弱。另外,能够确认与实施例1相比(参照图7的(A)),漏出到供电共振器22和受电共振器32的外周侧的磁场减弱。

[0104] 另一方面,将供给到供电模块302的交流电力的频率设定为高频侧的峰值附近的频率 $f_H$ 时(反相共振模式)的磁场强度分布在图10的(B)中示出。根据该图10的(B)的磁场强度分布能够确认与比较例相比(参照图4的(B)),供电共振器22和受电共振器32的内周侧的磁场大幅减弱。另外,能够确认与实施例1相比(参照图7的(B)),漏出到供电共振器22和受电共振器32的外周侧的磁场减弱。

[0105] 接着,使用网络分析器110对实施例2所涉及的无线电力传送装置300的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。其测量结果在图14中示出。

[0106] 如图14所示,关于实施例2,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是90%(参照图14:■351)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是78%(参照图14:●352)。这样,可知与比较例1所涉及的无线电力传送装置100和实施例1所涉及的无线电力传送装置200相比,实施例2的无线电力传送装置300的送电效率提高。即,与仅在供电共振器22和受电共振器32的内周面配置有磁性构件23和33的无线电力传送装置200相比,根据如上述那样具备磁性构件23和33和磁性构件24和34的无线电力传送装置300能够提高送电效率。

[0107] (实施例3所涉及的无线电力传送装置400的结构)

[0108] 接着,如图11所示,实施例3中使用的无线电力传送装置400具备供电模块402和受电模块403,其中,该供电模块402具备供电线圈21、供电共振器22、覆盖供电线圈21和供电共振器22的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件23、覆盖供电线圈21和供电共振器22的线

圈外周面整体的圆筒状的磁性构件24以及覆盖与供电共振器22的线圈相向面为相反侧的侧面的环状的磁性构件25,该受电模块403具备受电线圈31、受电共振器32、覆盖受电线圈31和受电共振器32的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件33、覆盖受电线圈31和受电共振器32的线圈外周面整体的圆筒状的磁性构件34以及覆盖与受电共振器32的线圈相向面为相反侧的侧面的环状的磁性构件35。而且,与实施例2同样地,供电线圈21与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈31与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0109] 与实施例1的磁性构件23和33同样地,磁性构件25和35由分散有磁性粉末的树脂形成。该磁性构件25和35呈厚度为1mm、外径为120mm、内径为80mm的O形环状,其磁导率为100。此外,其它结构与实施例2所涉及的无线电力传送装置300相同。

[0110] (实施例3的测量结果)

[0111] 对使用实施例3所涉及的无线电力传送装置400测量出的磁场强度、传送特性“S21”以及送电效率的测量结果进行说明。

[0112] 首先,使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置400的交流电力的频率一边对实施例3所涉及的无线电力传送装置400的传送特性“S21”进行测量。

[0113] 根据测量的结果可知,如图12所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形441在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0114] 而且,将供给到供电模块402的交流电力的频率设定为该低频侧的峰值附近的频率 $f_L$ 时(同相共振模式)的磁场强度分布在图13的(A)中示出。根据该图13的(A)的磁场强度分布能够确认与比较例相比(参照图4的(A)),供电共振器22和受电共振器32的内周侧的磁场有些减弱。另外,能够确认与实施例1相比(参照图7的(A)),漏出到供电共振器22和受电共振器32的外周侧的磁场减弱。另外,能够确认与实施例2相比(参照图10的(A)),漏出到供电共振器22和受电共振器32的侧面的磁场减弱。

[0115] 另一方面,将供给到供电模块402的交流电力的频率设定为高频侧的峰值附近的频率 $f_H$ 时(反相共振模式)的磁场强度分布在图13的(B)中示出。根据该图13的(B)的磁场强度分布能够确认与比较例相比(参照图4的(B)),供电共振器22和受电共振器32的内周侧的磁场大幅减弱。另外,能够确认与实施例1相比(参照图7的(B)),漏出到供电共振器22和受电共振器32的外周侧的磁场减弱。另外,能够确认与实施例2相比(参照图10的(B)),漏出到供电共振器22和受电共振器32的侧面的磁场减弱。

[0116] 接着,使用网络分析器110对实施例3所涉及的无线电力传送装置400的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。将其测量结果在图14中示出。

[0117] 如图14所示,关于实施例3,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是97%(参照图14:■451)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是94%(参照图14:●452)。这样,可知与比较例1所涉及的无线电力传送装置100、实施例1所涉及的无线电力传送装置200以及实施例2所涉及的无线电力传送装置300相比,实施例3的无线电力传送装置400的送电效率提高。即,与仅在供电共振器22和受电共振器32的内周面侧和外周面侧配置有磁性构件23和33以及磁性构件24和34的无线电力传送装置300相比,根据如上述那样具备磁性构件23和33、磁性构件24和34以及磁性构件25和35的无线电力传送装置400能够提高送电效率。

[0118] (第二实施例)

[0119] 在上述第一实施例的无线电力传送装置200、300、400中,对供电模块中的供电线圈和供电共振器以及受电模块中的受电线圈和受电共振器使用了圆形和螺线管型的圆筒状的线圈的情况进行了说明,但在第二实施例中,对供电模块中的供电线圈和供电共振器以及受电模块中的受电线圈和受电共振器使用了四方形和四方柱型的筒状的线圈时的无线电力传送装置进行说明。具体地说,通过测量传送特性“S21”和送电效率,对将供电模块中的供电共振器与受电模块中的受电共振器相向配置,在供电共振器和受电共振器的线圈内周面侧配置有覆盖线圈内周面整体的四方柱型的筒状的磁性构件的无线电力传送装置1200和没有配置磁性构件的无线电力传送装置1100(以下称为第二比较例)进行说明。

[0120] (第二比较例所涉及的无线电力传送装置1100的结构)

[0121] 如图15所示,第二比较例中使用的无线电力传送装置1100具备供电模块1102和受电模块1103,其中,该供电模块1102具备呈四方形的供电线圈1121和呈四方柱型的筒状线圈构造的供电共振器1122,该受电模块1103具备呈四方形的受电线圈1131和呈四方柱型的筒状线圈构造的受电共振器1132。而且,与第一实施例同样地,供电线圈1121与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1131与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0122] 供电线圈1121发挥以下作用:通过电磁感应将从网络分析器110得到的电力供给到供电共振器1122。该供电线圈1121将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而呈一边为100mm的正方形。

[0123] 受电线圈1131发挥以下作用:通过电磁感应将从供电共振器1122以磁场能形式供给到受电共振器1132的电力输出到网络分析器110的输入端子112。与供电线圈1121同样地,该受电线圈1131将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而呈一边为100mm的正方形。

[0124] 供电共振器1122和受电共振器1132分别是LC共振电路,发挥创造出磁场谐振状态的作用。供电共振器1122和受电共振器1132呈将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕三圈而得到的一边为100mm的四方柱型的筒状线圈构造。

[0125] 另外,将供电线圈1121与供电共振器1122之间的距离设定为15mm,将供电共振器1122与受电共振器1132之间的距离设定为30mm,将受电共振器1132与受电线圈1131之间的距离设定为15mm。另外,供电共振器1122和受电共振器1132的共振频率为14.2MHz。另外,以使供电共振器1122的线圈面与受电共振器1132的线圈面彼此平行地相向的方式配置供电共振器1122和受电共振器1132。

[0126] (第二实施例所涉及的无线电力传送装置1200的结构)

[0127] 如图16所示,第二实施例中使用的无线电力传送装置1200具备供电模块1202和受电模块1203,其中,该供电模块1202具备呈四方形的供电线圈1221、呈四方柱型的筒状线圈构造的供电共振器1222以及覆盖供电共振器1222的线圈内周面整体的呈四方柱型的筒形状的磁性构件1223,该受电模块1203具备呈四方形的受电线圈1231、呈四方柱型的筒状线圈构造的受电共振器1232以及覆盖受电共振器1232的线圈内周面整体的呈四方柱型的筒形状的磁性构件1233。而且,与第二比较例同样地,供电线圈1221与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1231与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0128] 与第一实施例同样地,磁性构件1223和1233由分散有磁性粉末的树脂形成。该磁性构件1223和1233呈厚度为1mm、一个外边为82mm、内边为80mm、高度为30mm的四方柱型的

筒形状,其磁导率为100。此外,供电线圈1221、供电共振器1222、受电线圈1231、受电共振器1232等其它结构与第二比较例所涉及的无线电力传送装置1100相同。

[0129] (第二比较例和第二实施例的测量结果)

[0130] 对使用第二比较例所涉及的无线电力传送装置1100测量出的传送特性“S21”的测量结果以及使用第二实施例所涉及的无线电力传送装置1200测量出的传送特性“S21”的测量结果进行说明。

[0131] 使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置1100的交流电力的频率一边对第二比较例所涉及的无线电力传送装置1100的传送特性“S21”进行测量。同样地,一边改变供给到无线电力传送装置1200的交流电力的频率一边对第二实施例所涉及的无线电力传送装置1200的传送特性“S21”进行测量。此外,如上所述,传送特性“S21”表示在从输出端子111输入了信号时通过输入端子112的信号,以分贝表示,数值越大意味着送电效率越高。另外,如上所述,所谓送电效率,是指受电模块接收的电力相对于供电模块输送的电力的比率,在此,是指在无线电力传送装置101与网络分析器110相连接的状态下,输出到输入端子112的电力相对于从输出端子111供给到供电模块的电力的比率。

[0132] 根据第二比较例的测量的结果可知,如图17的(A)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1141在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0133] 另一方面,根据第二实施例的测量的结果可知,如图17的(B)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1241在低频侧和高频侧的峰值分离。而且,分离了的峰值的高频侧的频率 $f_H$ 的传送特性“S21”的值和低频侧的频率 $f_L$ 的传送特性“S21”的值二者都示出了比第二比较例的测量波形1141(参照图17的(A))高的值。由此,可知与第二比较例所涉及的无线电力传送装置1100的送电效率相比,第二实施例的无线电力传送装置1200的送电效率提高。即,根据传送特性“S21”的测量结果可知,即使将供电模块1202中的供电线圈1221和供电共振器1222以及受电模块1203中的受电线圈1231和受电共振器1232的线圈形状设为四方形和四方柱型的筒状形状,与在供电共振器1122和受电共振器1132的内周面侧没有配置磁性构件1223和1233的无线电力传送装置1100相比,只要构成为具备磁性构件1223和1233的结构也能够提高送电效率。

[0134] 接着,使用网络分析器110对第二比较例所涉及的无线电力传送装置1100的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率以及第二实施例所涉及的无线电力传送装置1200的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。将其测量结果在图18中示出。此时,在图18的曲线图中,将第二比较例和第二实施例配置为横轴,将送电效率[%]记载为纵轴。

[0135] 测量的结果如图18所示,关于第二比较例,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是74.3%(参照图18:■1151)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是51.8%(参照图18:●1152)。

[0136] 另一方面,关于第二实施例,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是85.2%(参照图18:■1251)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是67.9%(参照图18:●1252)。这样,可知与第二比较例所涉及的无线电力传送装置1100相比,第二实施例的无线电力传送装置1200的送电效率提高。即,可知与在供电共振器1122和受电共振器1132的内周面侧没有配置磁性

构件1223和1233的无线电力传送装置1100相比,根据如上述那样具备磁性构件1223和1233的无线电力传送装置1200能够提高送电效率。

[0137] (第三实施例)

[0138] 在上述第一实施例的无线电力传送装置200、300、400中,对供电模块中的供电线圈和供电共振器以及受电模块中的受电线圈和受电共振器使用了圆形和螺线管型的圆筒状的线圈的情况进行了说明,另外,在第二实施例的无线电力传送装置1200中,对供电模块中的供电线圈和供电共振器以及受电模块中的受电线圈和受电共振器使用了四方形和四方柱型的筒状的线圈的情况进行了说明,在第三实施例中,对供电模块中的供电线圈和供电共振器以及受电模块中的受电线圈和受电共振器如图19所示那样使用了新月形状和新月型的筒状的线圈时的无线电力传送装置进行说明。具体地说,通过测量传送特性“S21”和送电效率,对将供电模块中的供电共振器与受电模块中的受电共振器相向配置,在供电共振器和受电共振器的线圈内周面侧配置有覆盖线圈内周面整体的新月型的筒状的磁性构件的无线电力传送装置1400和没有配置磁性构件的无线电力传送装置1300(以下称为第三比较例)进行说明。

[0139] (第三比较例所涉及的无线电力传送装置1300的结构)

[0140] 如图19所示,第三比较例中使用的无线电力传送装置1300具备供电模块1302和受电模块1303,其中,该供电模块1302具备呈新月形状的供电线圈1321和呈新月型的筒状线圈构造的供电共振器1322,该受电模块1303具备呈新月形状的受电线圈1331和呈新月型的筒状线圈构造的受电共振器1332。而且,与第一实施例同样地,供电线圈1321与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1331与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0141] 供电线圈1321发挥以下作用:通过电磁感应将从网络分析器110得到的电力供给到供电共振器1322。该供电线圈1321将线径为 $1\text{mm}\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而如图19所示那样呈将供电线圈1321的线圈的外圆的直径设为60mm、内圆的直径为30mm的新月形状。

[0142] 受电线圈1331发挥以下作用:通过电磁感应将从供电共振器1322以磁场能形式传送到受电共振器1332的电力输出到网络分析器110的输入端子112。与供电线圈1321同样地,该受电线圈1331将线径为 $1\text{mm}\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而呈将受电线圈1331的线圈的外圆的直径设为60mm、内圆的直径为30mm的新月形状。

[0143] 供电共振器1322和受电共振器1332分别是LC共振电路,发挥创造出磁场谐振状态的作用。供电共振器1322和受电共振器1332将线径为 $1\text{mm}\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕三圈(线间设为0.1mm),从而呈将线圈的外圆的直径设为60mm、内圆的直径为30mm的新月型的筒状线圈构造。

[0144] 另外,将供电线圈1321与供电共振器1322之间的距离设定为10mm,将供电共振器1322与受电共振器1332之间的距离设定为8mm,将受电共振器1332与受电线圈1331之间的距离设定为10mm。另外,供电共振器1322和受电共振器1332的共振频率为15.5MHz。另外,以使供电共振器1322的线圈面与受电共振器1332的线圈面彼此平行地相向的方式来配置供电共振器1322和受电共振器1332。

[0145] (第三实施例所涉及的无线电力传送装置1400的结构)

[0146] 如图20所示,第三实施例中使用的无线电力传送装置1400具备供电模块1402和受

电模块1403,其中,该供电模块1402具备呈新月形状的供电线圈1421、呈新月型的筒状线圈构造的供电共振器1422以及覆盖供电共振器1422的线圈内周面整体的新月型的筒状的磁性构件1423,该受电模块1403具备呈新月形状的受电线圈1431、呈新月型的筒状线圈构造的受电共振器1432以及覆盖受电共振器1432的线圈内周面整体的新月型的筒状的磁性构件1433。而且,与第三比较例同样地,供电线圈1421与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1431与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0147] 与第一实施例同样地,磁性构件1423和1433由分散有磁性粉末的树脂形成。该磁性构件1423和1433呈沿着供电共振器1422和受电共振器1432的内周面的厚度为1mm的新月型的筒形状,其磁导率为100。此外,供电线圈1421、供电共振器1422、受电线圈1431、受电共振器1432等其它结构与第三比较例所涉及的无线电力传送装置1300相同。

[0148] (第三比较例和第三实施例的测量结果)

[0149] 对使用第三比较例所涉及的无线电力传送装置1300测量出的传送特性“S21”的测量结果以及使用第三实施例所涉及的无线电力传送装置1400测量出的传送特性“S21”的测量结果进行说明。

[0150] 使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置1300的交流电力的频率一边对第三比较例所涉及的无线电力传送装置1300的传送特性“S21”进行测量。同样地,一边改变供给到无线电力传送装置1400的交流电力的频率一边对第三实施例所涉及的无线电力传送装置1400的传送特性“S21”进行测量。

[0151] 根据第三比较例的测量结果可知,如图21的(A)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1341在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0152] 另一方面,根据第三实施例的测量的结果可知,如图21的(B)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1441在低频侧和高频侧的峰值分离。而且,分离了的峰值的高频侧的频率 $f_H$ 的传送特性“S21”的值和低频侧的频率 $f_L$ 的传送特性“S21”的值二者都示出了比第三比较例的测量波形1341(参照图21的(A))高的值。由此,可知与第三比较例所涉及的无线电力传送装置1300的送电效率相比,第三实施例的无线电力传送装置1400的送电效率提高。即,根据传送特性“S21”的测量结果可知,即使将供电模块1402中的供电线圈1421和供电共振器1422、受电模块1403中的受电线圈1431和受电共振器1432的线圈形状设为新月形状和新月型的筒状形状,与在供电共振器1322和受电共振器1332的内周面侧没有配置磁性构件1423和1433的无线电力传送装置1300相比,只要如上述那样构成为具备磁性构件1423和1433的结构也能够提高送电效率。

[0153] 接着,使用网络分析器110对第三比较例所涉及的无线电力传送装置1300的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率以及第三实施例所涉及的无线电力传送装置1400的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。将其测量结果在图22中示出。此时,在图22的曲线图中,将第三比较例和第三实施例配置为横轴,将送电效率[%]记载为纵轴。

[0154] 测量的结果如图22所示,关于第三比较例,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是38.7%(参照图22:■1351)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是9.1%(参照图22:●1352)。

[0155] 另一方面,关于第三实施例,同相共振模式(fL)下的送电效率是82.3%(参照图22:■1451)。另外,反相共振模式(fH)下的送电效率是39.9%(参照图22:●1452)。这样,可知与第三比较例所涉及的无线电力传送装置1300相比,第三实施例的无线电力传送装置1400的送电效率提高。即,可知与在供电共振器1322和受电共振器1332的内周面侧没有配置磁性构件1423和1433的无线电力传送装置1300相比,根据如上述那样具备磁性构件1423和1433的无线电力传送装置1400能够提高送电效率。

[0156] (第四实施例)

[0157] 在第一实施例的无线电力传送装置200、300、400中,对供电模块中的供电线圈和供电共振器以及受电模块中的受电线圈和受电共振器使用了将线圈直径设定为100mm $\phi$ 的相同直径的线圈的情况进行了说明,但在第四实施例中,对供电模块中的供电线圈和供电共振器以及受电模块中的受电线圈和受电共振器如图23所示那样使用了线圈直径不同的线圈的情况下的无线电力传送装置进行说明。具体地说,使用受电模块中的受电线圈和受电共振器的线圈直径比供电模块中的供电线圈和供电共振器的线圈直径小的无线电力传送装置。而且,通过测量传送特性“S21”和送电效率,对将供电模块中的供电共振器与受电模块中的受电共振器相向配置,在供电共振器和受电共振器的线圈内周面侧配置有覆盖线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件的无线电力传送装置1600和没有配置磁性构件的无线电力传送装置1500(以下称为第四比较例)进行说明。

[0158] (第四比较例所涉及的无线电力传送装置1500的结构)

[0159] 如图23所示,第四比较例中使用的无线电力传送装置1500具备供电模块1502和受电模块1503,其中,该供电模块1502具备呈圆形的供电线圈1521和呈圆筒形状的供电共振器1522,该受电模块1503具备呈圆形的受电线圈1531和呈圆筒形状的受电共振器1532。而且,与第一实施例同样地,供电线圈1521与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1531与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0160] 供电线圈1521发挥以下作用:通过电磁感应将从网络分析器110得到的电力供给到供电共振器1522。该供电线圈1521将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而呈内径为54mm $\phi$ 的圆形(参照图23的截面图)。

[0161] 受电线圈1531发挥以下作用:通过电磁感将从供电共振器1522以磁场能形式传送到受电共振器1532的电力输出到网络分析器110的输入端子112。该受电线圈1531将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而呈内径为36mm $\phi$ 的圆形(参照图23的截面图)。

[0162] 供电共振器1522和受电共振器1532分别是LC共振电路,发挥创造出磁场谐振状态的作用。供电共振器1522是将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕四圈而得到的线圈的内径为54mm $\phi$ 的螺线管型的线圈,共振频率为17.2MHz(参照图23的截面图)。另一方面,受电共振器1532是将线径为1mm $\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕六圈而得到的线圈的内径为36mm $\phi$ 的螺线管型的线圈,共振频率为17.2MHz(参照图23的截面图)。

[0163] 另外,将供电线圈1521与供电共振器1522之间的距离设定为5mm,将供电共振器1522与受电共振器1532之间的距离设定为18mm,将受电共振器1532与受电线圈1531之间的距离设定为5mm。另外,以使供电共振器1522的线圈面与受电共振器1532的线圈面彼此平行地相向的方式来配置供电共振器1522与受电共振器1532。



[0164] (第四实施例所涉及的无线电力传送装置1600的结构)

[0165] 如图24的截面图所示,第四实施例中使用的无线电力传送装置1600具备供电模块1602和受电模块1603,其中,该供电模块1602具备呈圆形的供电线圈1621、呈圆筒形状的供电共振器1622以及覆盖供电共振器1622的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件1623,该受电模块1603具备呈圆形的受电线圈1631、呈圆筒形状的受电共振器1632以及覆盖受电共振器1632的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件1633。而且,与第四比较例同样地,供电线圈1621与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1631与网络分析器110的输入端子112相连接。此外,在第四实施例中,使用改变了覆盖供电共振器1622的线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件1623的直径的三个模型(模型A1、模型A2、模型A3:详细情况后述)来进行测量。

[0166] 与第一实施例同样地,磁性构件1623和1633由分散有磁性粉末的树脂形成。而且,在模型A1中,如图24所示,磁性构件1623呈内径为46mm $\phi$ 、厚度为1mm的圆筒形状,其磁导率为100。在模型A2中,如图24所示,磁性构件1623呈内径为37mm $\phi$ 、厚度为1mm的圆筒形状,其磁导率为100。在模型A3中,如图24所示,磁性构件1623呈内径为28mm $\phi$ 、厚度为1mm的圆筒形状,其磁导率为100。此外,模型A1、模型A2、模型A3中的磁性构件1633呈内径为相同的28mm $\phi$ 、厚度为1mm的圆筒形状,其磁导率为100。另外,供电线圈1621、供电共振器1622、受电线圈1631、受电共振器1632等其它结构与第四比较例所涉及的无线电力传送装置1500相同。

[0167] (第四比较例和第四实施例的测量结果)

[0168] 对使用第四比较例所涉及的无线电力传送装置1500测量出的传送特性“S21”的测量结果以及使用第四实施例所涉及的无线电力传送装置1600测量出的传送特性“S21”的测量结果进行说明。

[0169] 使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置1500的交流电力的频率一边对第四比较例所涉及的无线电力传送装置1300的传送特性“S21”进行测量。同样地,一边改变供给到无线电力传送装置1600的交流电力的频率一边对第四实施例所涉及的无线电力传送装置1600的传送特性“S21”进行测量(分别对模型A1、模型A2、模型A3进行测量)。

[0170] 根据第四比较例的测量的结果可知,如图25的(A)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1541在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0171] 另一方面,根据第四实施例的模型A1的测量的结果可知,如图25的(B)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1641A1在低频侧和高频侧的峰值分离。而且,分离了的峰值的高频侧的频率 $f_H$ 的传送特性“S21”的值和低频侧的频率 $f_L$ 的传送特性“S21”的值二者都示出了比第四比较例的测量波形1541(参照图25的(A))高的值。

[0172] 另外,根据第四实施例的模型A2的测量的结果可知,如图25的(C)所示,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1641A2在低频侧和高频侧的峰值分离。而且,分离了的峰值的高频侧的频率 $f_H$ 的传送特性“S21”的值和低频侧的频率 $f_L$ 的传送特性“S21”的值二者都示出了比第四比较例的测量波形1541(参照图25的(A))高的值。

[0173] 另外,根据第四实施例的模型A3的测量的结果可知,如图25的(D)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1641A3在低频侧和高频侧的峰值分离。而且,分离了的峰

值的高频侧的频率 $f_H$ 的传送特性“S21”的值和低频侧的频率 $f_L$ 的传送特性“S21”的值二者都示出了比第四比较例的测量波形1541(参照图25的(A))高的值。

[0174] 由此,可知与第四比较例所涉及的无线电力传送装置1500的送电效率相比,第四实施例的无线电力传送装置1600的送电效率提高。即,根据传送特性“S21”的测量结果可知,即使供电模块1602中的供电线圈1621和供电共振器1622、受电模块1603中的受电线圈1631和受电共振器1632使用了线圈直径不同的线圈,与在供电共振器1522和受电共振器1532的内周面侧没有配置磁性构件1623和1633的无线电力传送装置1500相比,只要如上述那样构成为具备磁性构件1623和1633的结构也能够送电效率。

[0175] 接着,使用网络分析器110对第四比较例所涉及的无线电力传送装置1500的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率以及第四实施例所涉及的无线电力传送装置1600(模型A1、模型A2、模型A3)的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。将其测量结果在图26中示出。此时,在图26的曲线图中,将第四比较例、第四实施例(模型A1)、第四实施例(模型A2)、第四实施例(模型A3)配置为横轴,将送电效率[%]记载为纵轴。

[0176] 测量的结果如图26所示,关于第四比较例,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是21.6%(参照图26:■1551)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是22.3%(参照图26:●1552)。

[0177] 另一方面,关于第四实施例(模型A1),同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是88.5%(参照图26:■1651A1)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是87.6%(参照图26:●1652A1)。另外,关于第四实施例(模型A2),同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是90.7%(参照图26:■1651A2)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是87.0%(参照图26:●1652A2)。另外,关于第四实施例(模型A3),同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是92.9%(参照图26:■1651A3)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是87.0%(参照图26:●1652A3)。这样,可知与第四比较例所涉及的无线电力传送装置1500相比,第四实施例的无线电力传送装置1600的送电效率提高。即,可知即使供电模块1602中的供电线圈1621和供电共振器1622、受电模块1603中的受电线圈1631和受电共振器1632使用了线圈直径不同的线圈,与在供电共振器1522和受电共振器1532的内周面侧没有配置磁性构件1623和1633的无线电力传送装置1500相比,根据如上述那样具备磁性构件1623和1633的无线电力传送装置1600也能够提高送电效率。

[0178] (第五实施例)

[0179] 在上述无线电力传送装置200等中,对将供电线圈21与供电共振器22之间的距离A设定为15mm,将受电线圈31与受电共振器32之间的距离B设定为15mm,将供电共振器22与受电共振器32之间的距离C设定为30mm的情况进行了说明(参照图2),但在第五实施例中,对将供电线圈与供电共振器之间的距离A以及受电线圈与受电共振器之间的距离B设定为0mm、即在供电共振器的内周侧配置有供电线圈、在受电共振器的内周侧配置有受电线圈的情况下的无线电力传送装置进行说明。具体地说,通过测量传送特性“S21”和送电效率,对具备在供电共振器的内周侧配置有供电线圈且在供电线圈的内周侧配置有圆筒状的磁性构件的供电模块和在受电共振器的内周侧配置有受电线圈且在受电线圈的内周侧配置有圆筒状的磁性构件的受电模块的无线电力传送装置1800、以及没有配置磁性构件的无线电力传送装置1700(以下称为第五比较例)进行说明。

[0180] (第五比较例所涉及的无线电力传送装置1700的结构)

[0181] 如图27所示,第五比较例中使用的无线电力传送装置1700具备在供电共振器1722的内周侧配置有供电线圈1721的供电模块1702和在受电共振器1732的内周侧配置有受电线圈1731的受电模块1703。而且,与第一实施例同样地,供电线圈1721与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1731与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0182] 供电线圈1721发挥以下作用:通过电磁感应将从网络分析器110得到的电力供给到供电共振器1722。该供电线圈1721将线径为 $1\text{mm}\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而呈内径为 $70\text{mm}\phi$ 的圆形。

[0183] 受电线圈1731发挥以下作用:通过电磁感应将从供电共振器1722以磁场能形式传送到受电共振器1732的电力输出到网络分析器110的输入端子112。该受电线圈1731将线径为 $1\text{mm}\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕一圈,从而呈内径为 $70\text{mm}\phi$ 的圆形。

[0184] 供电共振器1722和受电共振器1732分别是LC共振电路,发挥创造出磁场谐振状态的作用。供电共振器1722和受电共振器1732是将线径为 $1\text{mm}\phi$ 的铜线材料(附有绝缘覆膜)盘绕三圈而得到的线圈的内径为 $100\text{mm}\phi$ 的螺线管型的线圈,共振频率为 $12.9\text{MHz}$ 。

[0185] 另外,将供电共振器1722与受电共振器1732之间的距离设定为 $30\text{mm}$ 。

[0186] (第五实施例所涉及的无线电力传送装置1800的结构)

[0187] 如图28所示,第五实施例中使用的无线电力传送装置1800具备供电模块1802和受电模块1803,其中,该供电模块1802在供电共振器1822的内周侧配置有供电线圈1821且在供电线圈1821的内周侧配置有圆筒状的磁性构件1823,该受电模块1803在受电共振器1832的内周侧配置有受电线圈1831且在受电线圈1831的内周侧配置有圆筒状的磁性构件1833。而且,与第五比较例同样地,供电线圈1821与网络分析器110的输出端子111相连接,受电线圈1831与网络分析器110的输入端子112相连接。

[0188] 与第一实施例同样地,磁性构件1823和1833由分散有磁性粉末的树脂形成。该磁性构件1823和1833呈内径为 $60\text{mm}\phi$ 、高度为 $30\text{mm}$ 、厚度为 $1\text{mm}$ 的圆筒形状,其磁导率为100。此外,供电线圈1821、供电共振器1822、受电线圈1831、受电共振器1832等其它结构与第五比较例所涉及的无线电力传送装置1700相同。

[0189] (第五比较例和第五实施例的测量结果)

[0190] 对使用第五比较例所涉及的无线电力传送装置1700测量出的传送特性“S21”的测量结果以及使用第五实施例所涉及的无线电力传送装置1800测量出的传送特性“S21”的测量结果进行说明。

[0191] 使用网络分析器110一边改变供给到无线电力传送装置1700的交流电力的频率一边对第五比较例所涉及的无线电力传送装置1700的传送特性“S21”进行测量。同样地,一边改变供给到无线电力传送装置1800的交流电力的频率一边对第五实施例所涉及的无线电力传送装置1800的传送特性“S21”进行测量。

[0192] 根据第五比较例的测量的结果可知,如图29的(A)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1741在低频侧和高频侧的峰值分离。将分离了的峰值中的高频侧的频率表示为 $f_H$ ,低频侧的频率表示为 $f_L$ 。

[0193] 另一方面,根据第五实施例的测量的结果可知,如图29的(B)所示那样,所测量出的传送特性“S21”的测量波形1841在低频侧和高频侧的峰值分离。而且,分离了的峰值的高

频侧的频率 $f_H$ 的传送特性“S21”的值和低频侧的频率 $f_L$ 的传送特性“S21”的值二者都示出了比第五比较例的测量波形1741(参照图29的(A))高的值。由此,可知与第五比较例所涉及的无线电力传送装置1700的送电效率相比,第五实施例的无线电力传送装置1800的送电效率提高。即,根据传送特性“S21”的测量结果可知,即使在供电共振器1822的内周侧配置有供电线圈1821,在受电共振器1832的内周侧配置有受电线圈1831,与在供电共振器1722和供电线圈1721以及受电共振器1732和受电线圈1731的内周面侧没有配置磁性构件1823和1833的无线电力传送装置1700相比,只要如上述那样构成为在供电线圈1821的内周侧配置圆筒状的磁性构件1823、在受电线圈1831的内周侧配置圆筒状的磁性构件1833的结构也能够提高送电效率。

[0194] 接着,使用网络分析器110对第五比较例所涉及的无线电力传送装置1700的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率以及第五实施例所涉及的无线电力传送装置1800的同相共振模式和反相共振模式下的送电效率进行测量。将其测量结果在图30中示出。此时,在图30的曲线图中,将第五比较例和第五实施例配置为横轴,将送电效率[%]记载为纵轴。

[0195] 测量的结果如图30所示,关于第五比较例,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是80.3%(参照图30:■1751)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是49.0%(参照图30:●1752)。

[0196] 另一方面,关于第五实施例,同相共振模式( $f_L$ )下的送电效率是92.1%(参照图30:■1851)。另外,反相共振模式( $f_H$ )下的送电效率是72.6%(参照图30:●1852)。这样,可知第五实施例的无线电力传送装置1800的送电效率提高。即,可知与在供电共振器1722和受电共振器1732的内周面侧没有配置磁性构件1823和1833的无线电力传送装置1700相比,根据如上述那样具备磁性构件1823和1833的无线电力传送装置1800能够提高送电效率。

[0197] (实施方式)

[0198] 接着,将在上述实施例中说明的无线电力传送装置的活用例作为实施方式简单地进行说明。

[0199] 例如,上述无线电力传送装置200具有供电模块202和受电模块203,其中,该供电模块202具备供电线圈21和供电共振器22,该受电模块203具备受电线圈31和受电共振器32,以使该供电共振器22的线圈面与受电共振器32的线圈面彼此相向的方式来配置供电共振器22和受电共振器32。另外,在供电共振器22和受电共振器32的线圈内周面侧分别配置有覆盖线圈内周面整体的圆筒状的磁性构件23和33。而且,在该实施方式中,设为如下结构:代替网络分析器110的输出端子111,将交流电源经由对供给到供电模块202的电力的频率进行调整的振荡电路来与供电模块202的供电线圈21相连接,代替网络分析器110的输入端子112,将充电电池经由对所接收到的交流电力进行整流化的整流/稳定化电路和防止过充电的充电电路来与受电模块203的受电线圈31相连接。

[0200] 而且,在本实施方式所涉及的无线电力传送装置200中,在供电模块202侧的供电共振器22的内周侧(磁性构件23的内周侧)收纳有振荡电路,在受电模块203侧的受电共振器32的内周侧(磁性构件33的内周侧)收纳有整流/稳定化电路。此外,也可以将充电电路和充电电池收纳在受电模块203的受电共振器32的内周侧。

[0201] 在如上述那样构成的无线电力传送装置200中,从交流电源经由振荡电路供给到供电线圈21的交流电力通过供电线圈21与供电共振器22之间的电磁感应、利用了供电共振器22与受电共振器32之间的共振(磁场谐振状态)的无线传送以及受电共振器32与受电线圈31之间的电磁感应,经由整流/稳定化电路和充电电路被供给到充电电池,并被蓄积到充电电池中。而且,当像这样从供电共振器22对受电共振器32进行了共振的电力供给时,与没有配置磁性构件23和33的情况相比,能够使从供电模块202向受电模块203传送电力时的电力能量的送电效率提高。即,能够减少无线电力传送时的传送损耗,从而能够高效地对充电电池进行充电。

[0202] 此外,在上述实施方式中,将磁性构件23和33配置在供电共振器22和受电共振器32的内周面侧,但也可以如实施例2的无线电力传送装置300那样,设为在供电共振器22和受电共振器32的外周面侧也配置磁性构件24和34的结构,还可以如实施例3的无线电力传送装置400那样,设为在供电共振器22和受电共振器32的侧面也配置磁性构件25和35的结构。与所制作的供电模块202、受电模块203的大小、成本相应地权宜决定磁性构件的配置位置、大小、形状。

[0203] 另外,在上述实施例及实施方式中,设为在供电模块和受电模块双方都设置了磁性构件23和33、磁性构件24和34、磁性构件25和35的结构,但也可以设为仅在供电模块或者受电模块的一方配置了上述磁性构件的结构。

[0204] 另外,在上述实施例及实施方式中,例示了通过利用供电模块和受电模块所具备的供电共振器与受电共振器32之间的共振现象使磁场耦合来进行无线电力传送的技术(磁场谐振型的无线电力传送)并进行了说明,但在使磁场在供电模块与受电模块之间变化并进行电力传送的技术中还包含利用线圈间的电磁感应进行电力传送的电磁感应型的无线电力传送技术(例如参照专利文献1)。在采用该电磁感应型的无线电力传送技术的情况下,磁性构件被配置在导出电磁感应的线圈的内周面侧、外周面侧、侧面。

[0205] 另外,在上述实施例及实施方式中,以磁性构件覆盖供电共振器22和受电共振器32的内周面整体、外周面整体的方式来配置磁性构件,但未必需要覆盖内周面整体、外周面整体,也可以是磁性构件覆盖内周面、外周面的一部分那样的结构。

[0206] 在以上详细的说明中,为了能够更容易地理解本发明,以特征性的部分为中心进行了说明,但本发明并不限于以上详细说明中所记载的实施方式和实施例,还能够应用于其它实施方式和实施例,应该理解为其适用范围尽可能地广泛。另外,本说明书中使用的用语和语法是为了可靠地说明本发明而使用的,而并不是为了限制本发明的解释而使用的。另外,如果是本领域的技术人员,想必能够容易地从本说明书所记载的发明的概念推出本发明的概念所包含的其它结构、系统、方法等。因而,应该视为权利要求书的记载在不脱离本发明的技术思想的范围内还包括相等的结构。另外,为了充分理解本发明的目的和本发明的效果,希望充分地参考已经公开的文献等。

#### [0207] 附图标记说明

[0208] 21:供电线圈;22:供电共振器;23:磁性构件;31:受电线圈;32:受电共振器;33:磁性构件;110:网络分析器;111:输出端子;112:输入端子;200:无线电力传送装置;202:供电模块;203:受电模块。

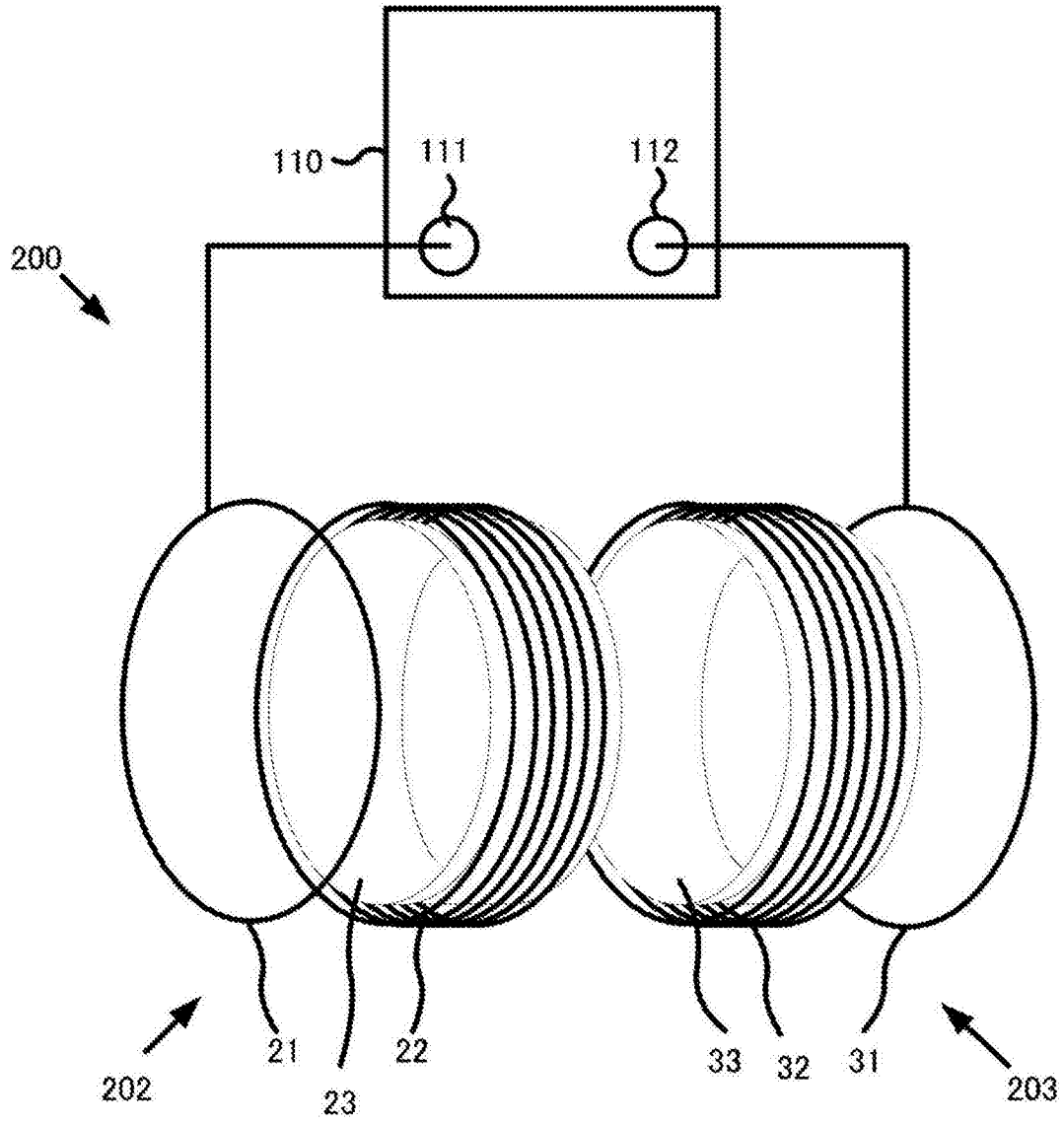


图1

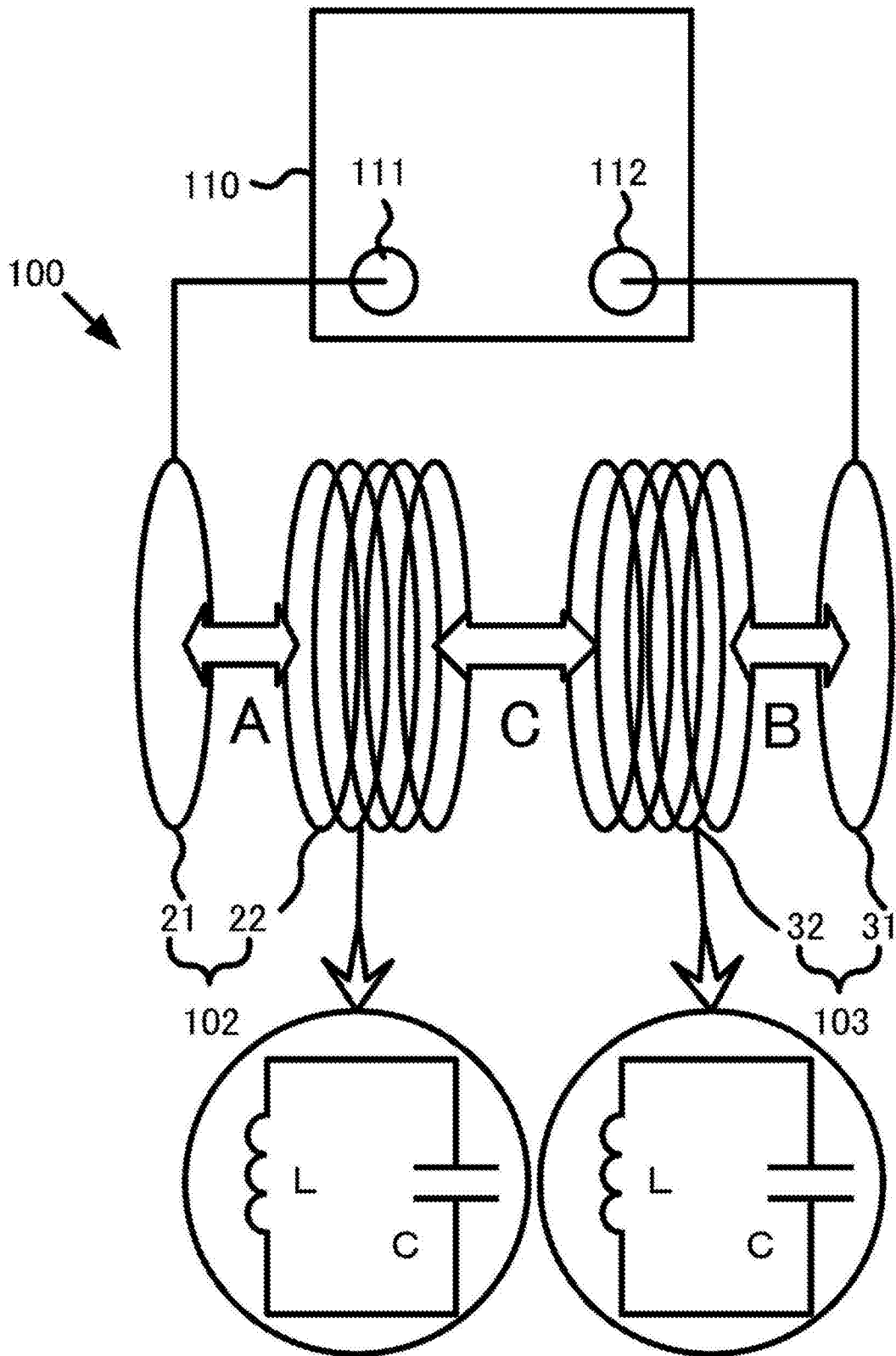


图2

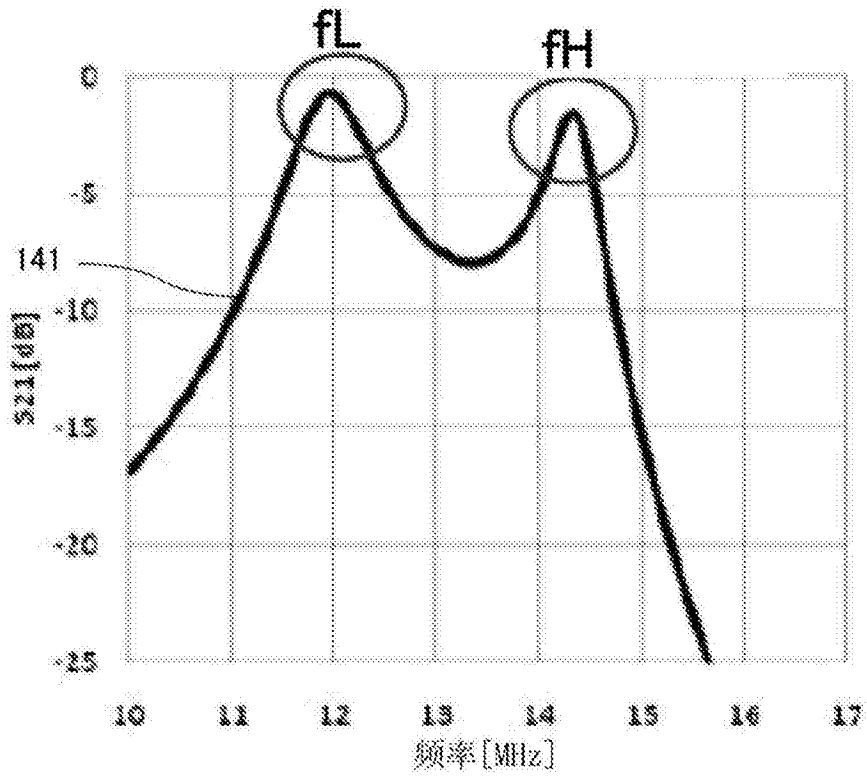


图3

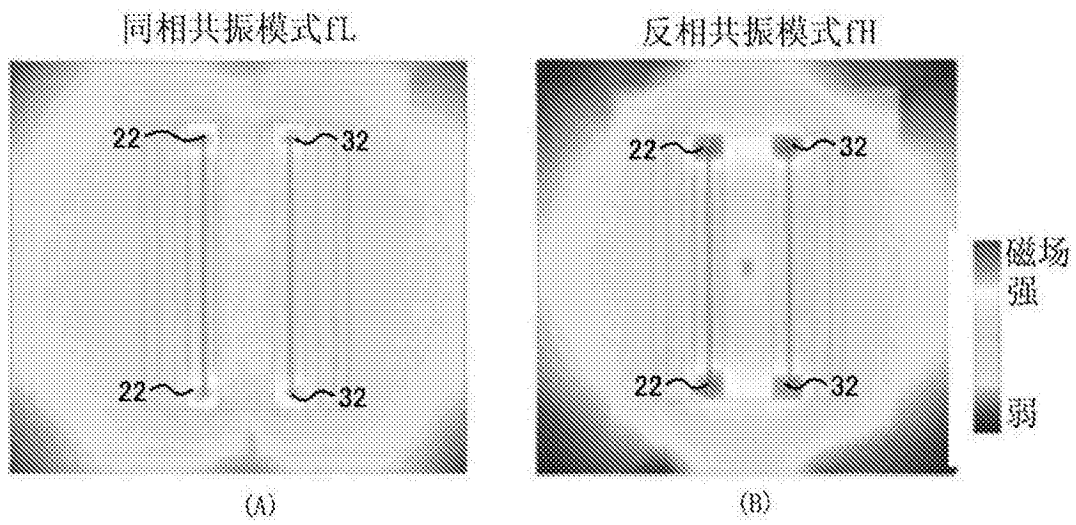


图4



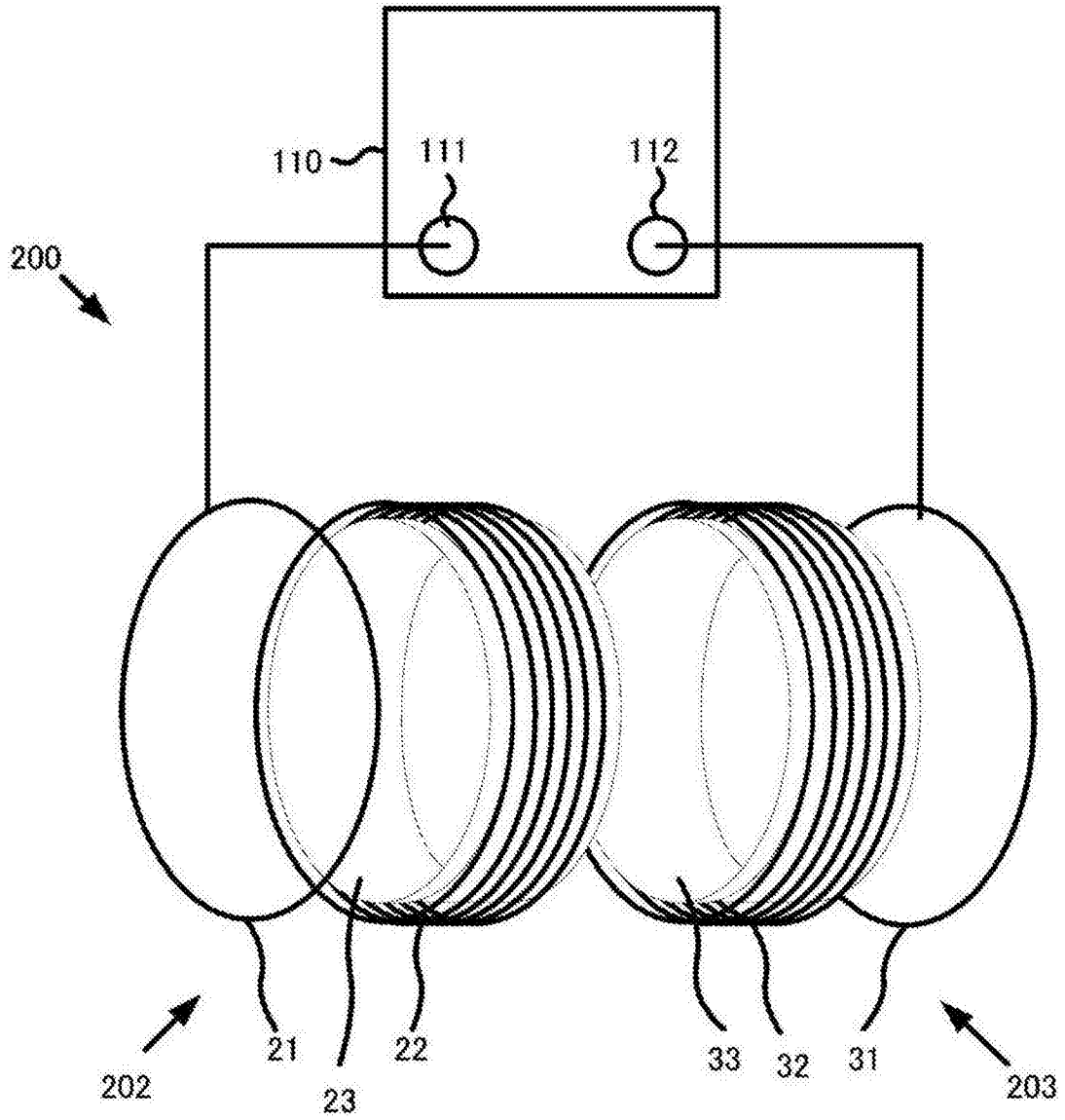


图5

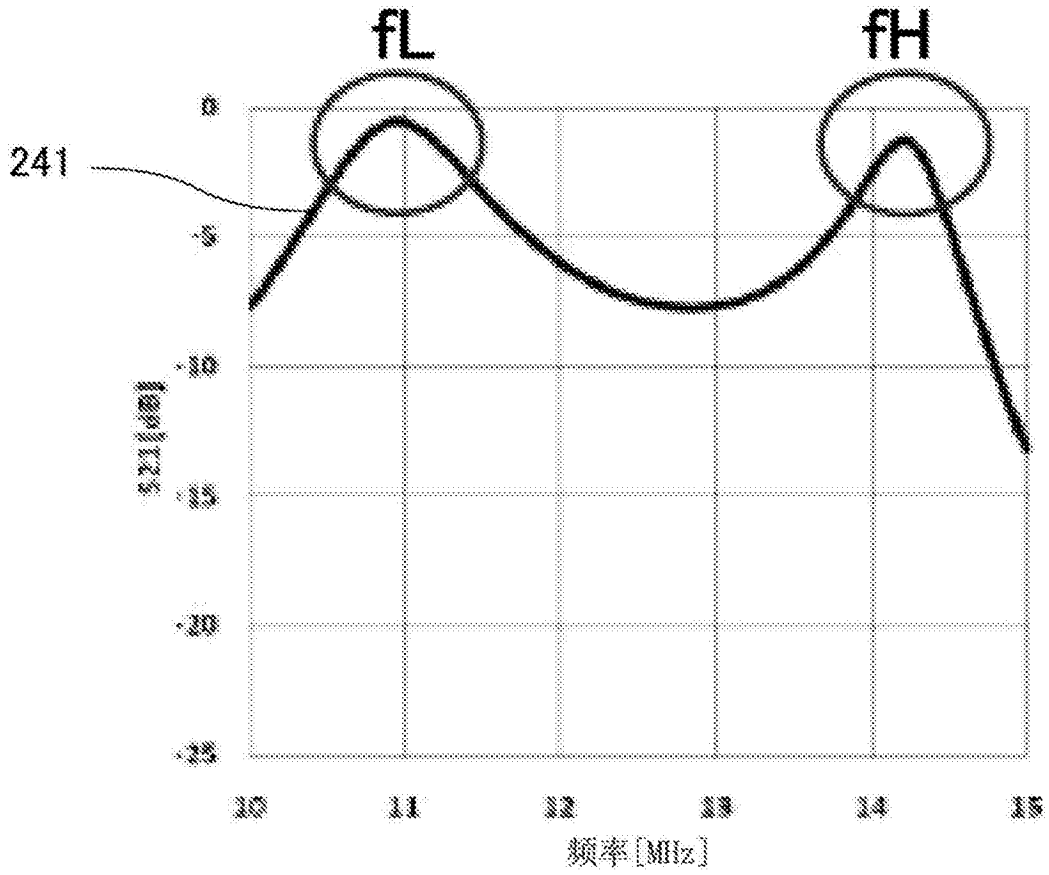


图6

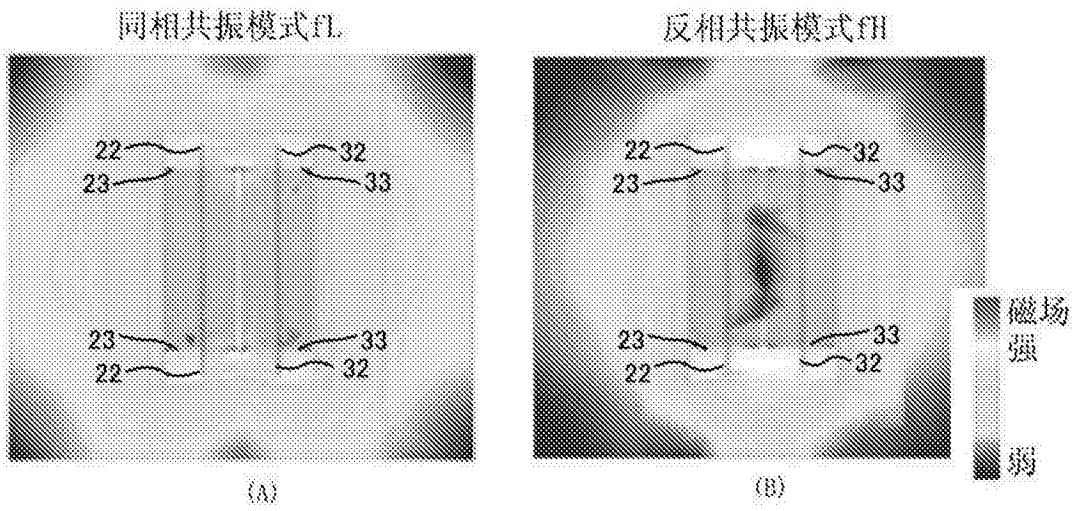


图7

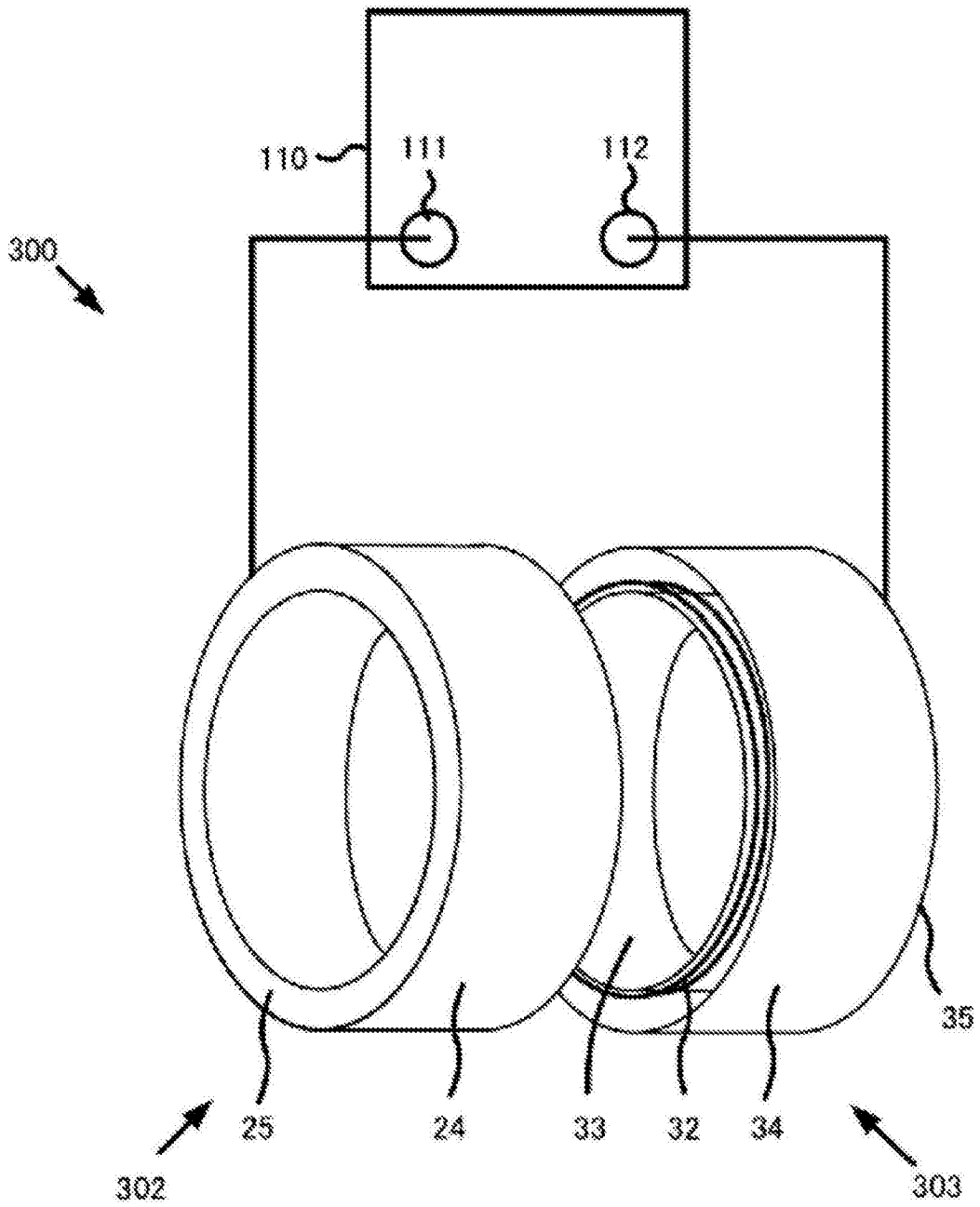


图8

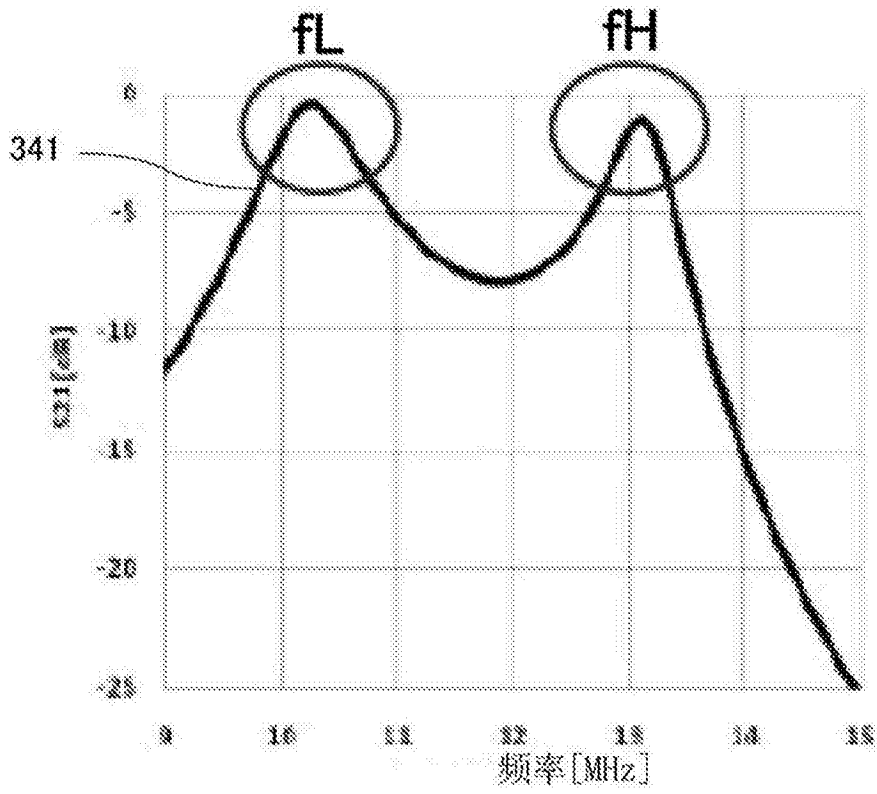


图9

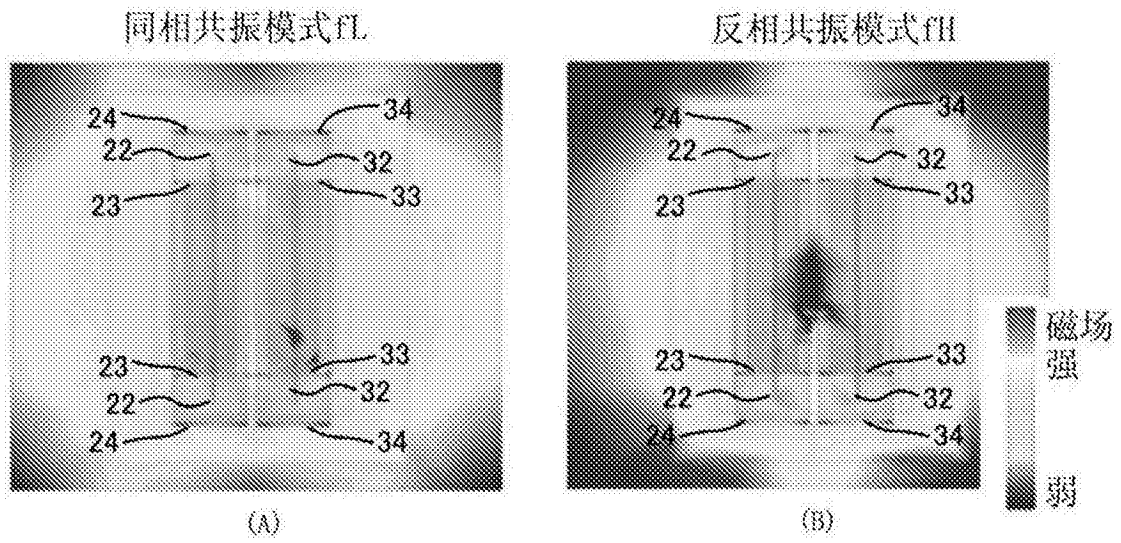


图10

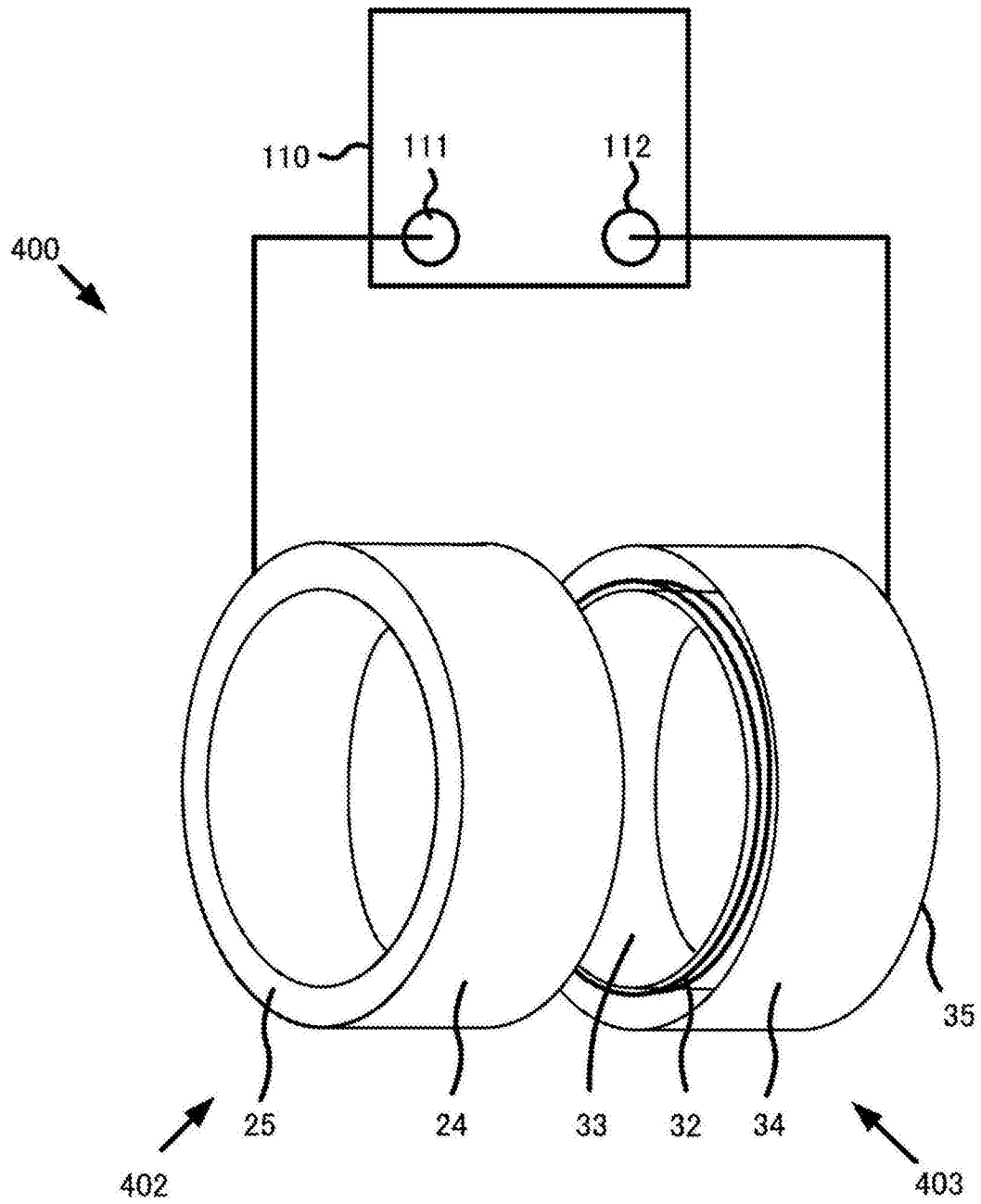


图11

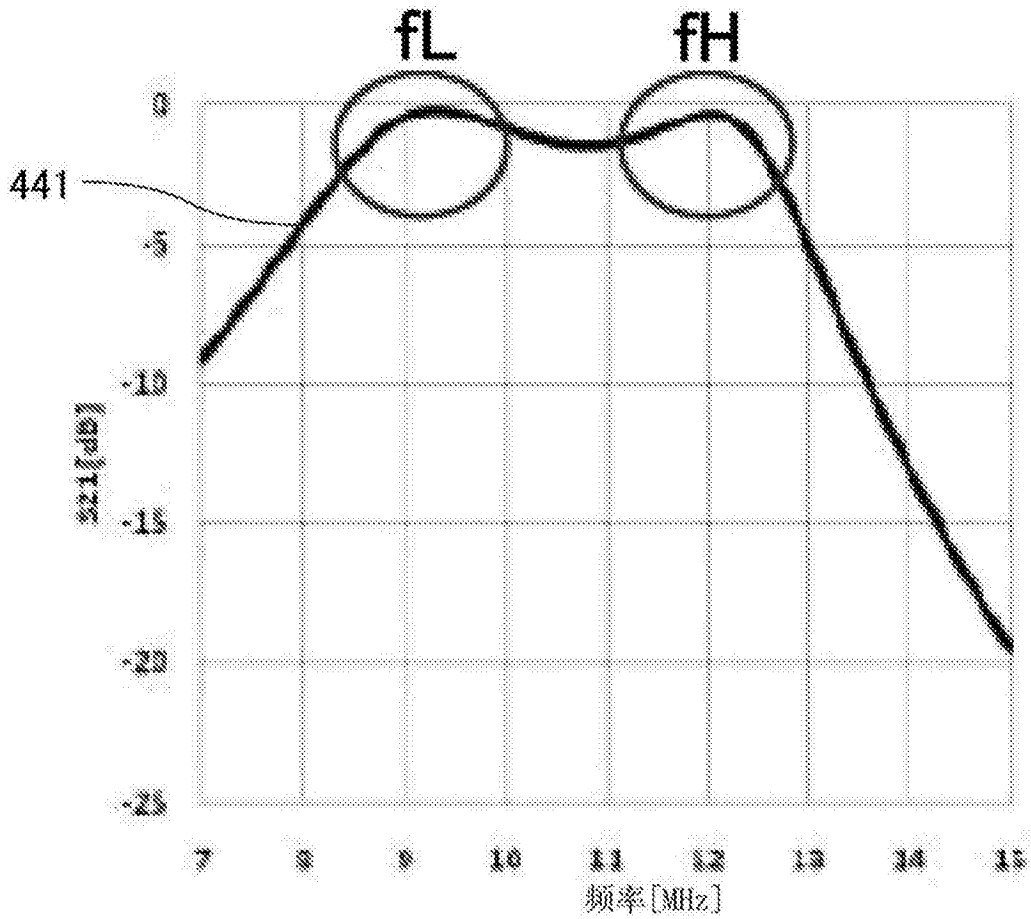


图12

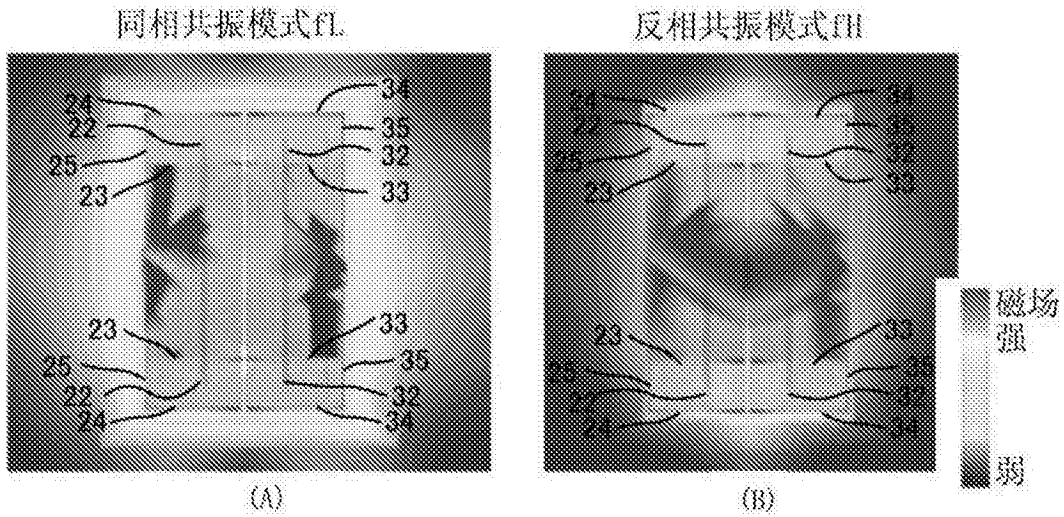


图13

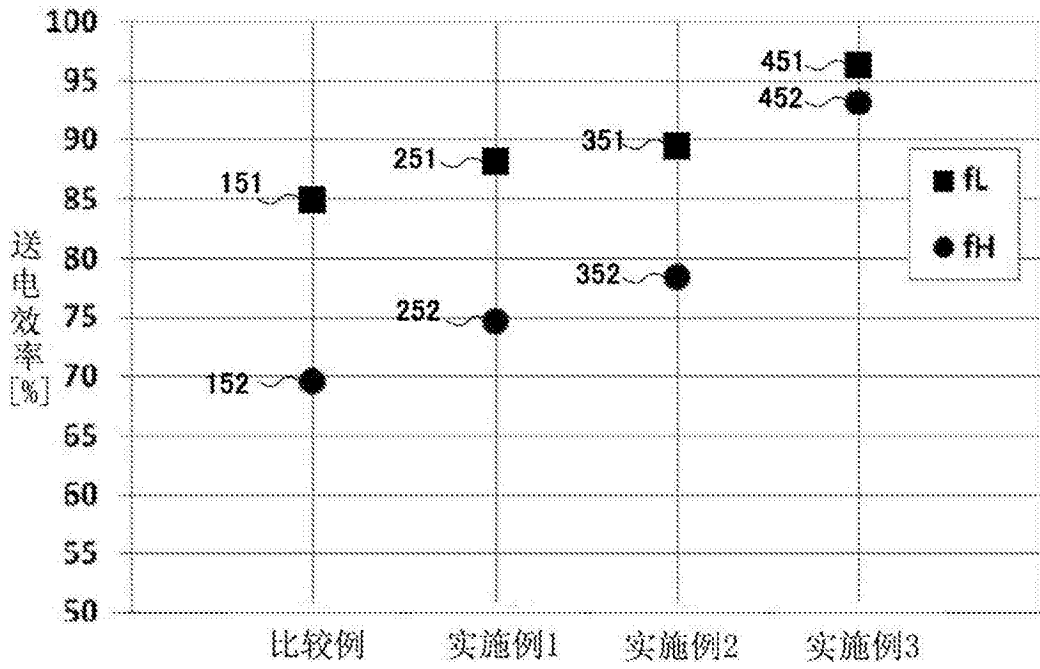


图14

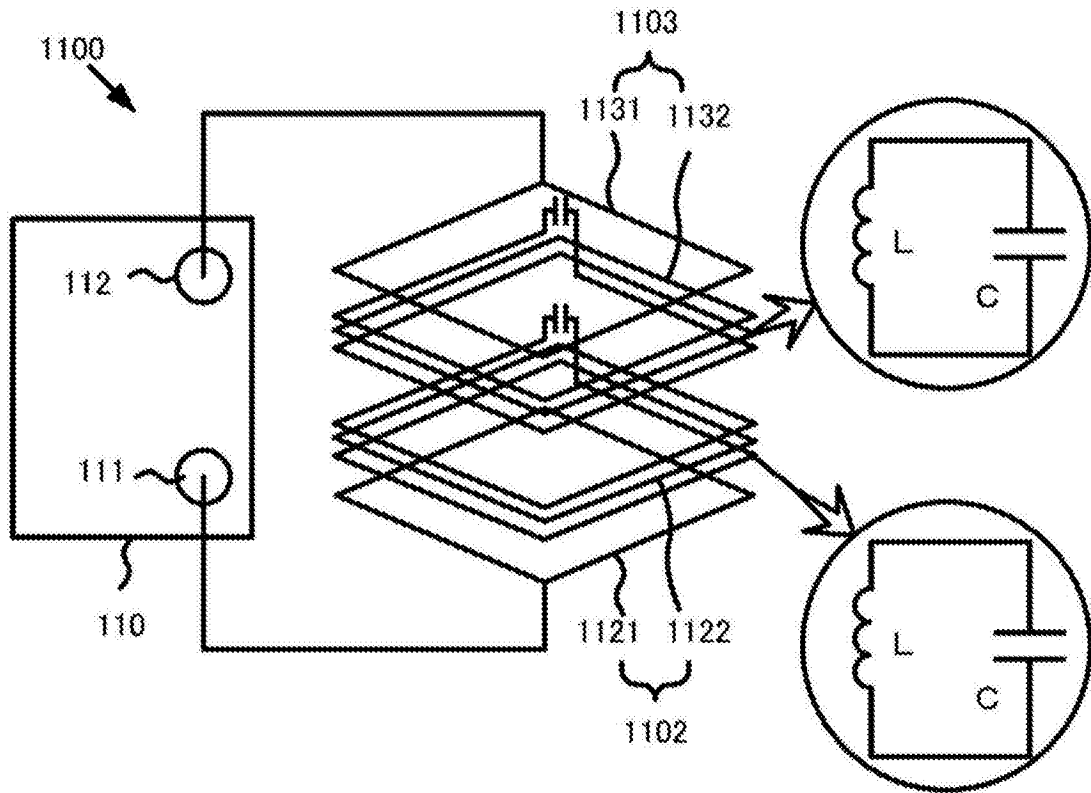


图15

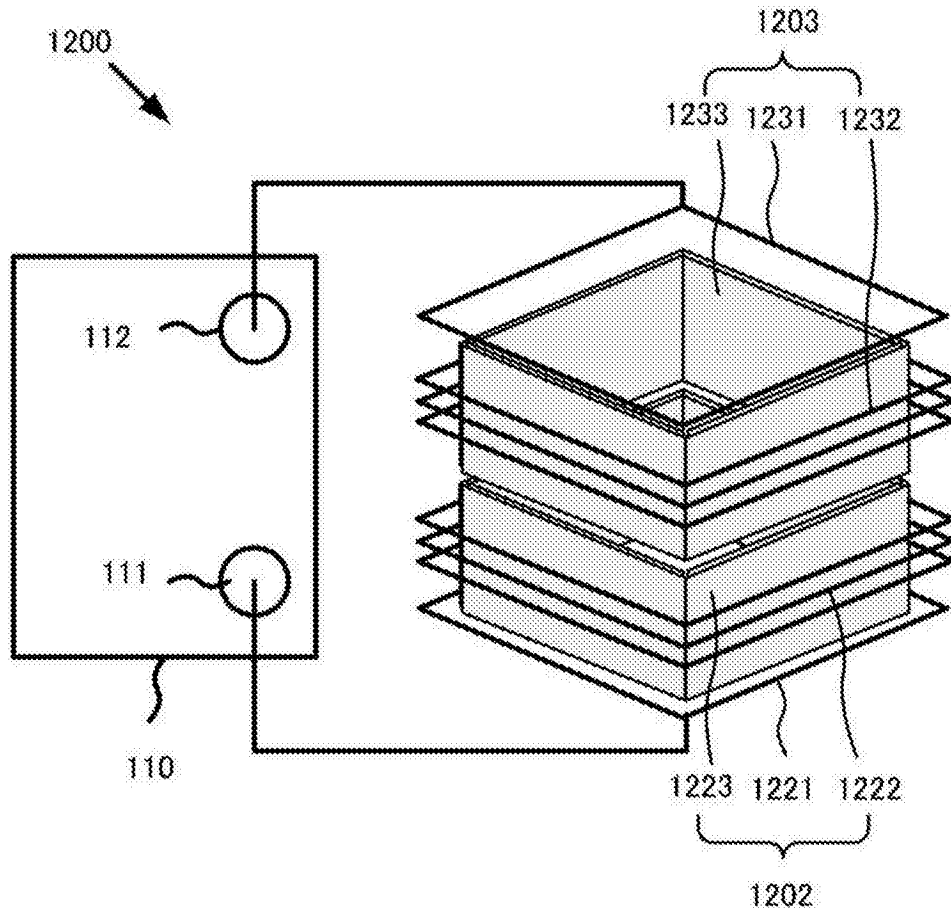


图16

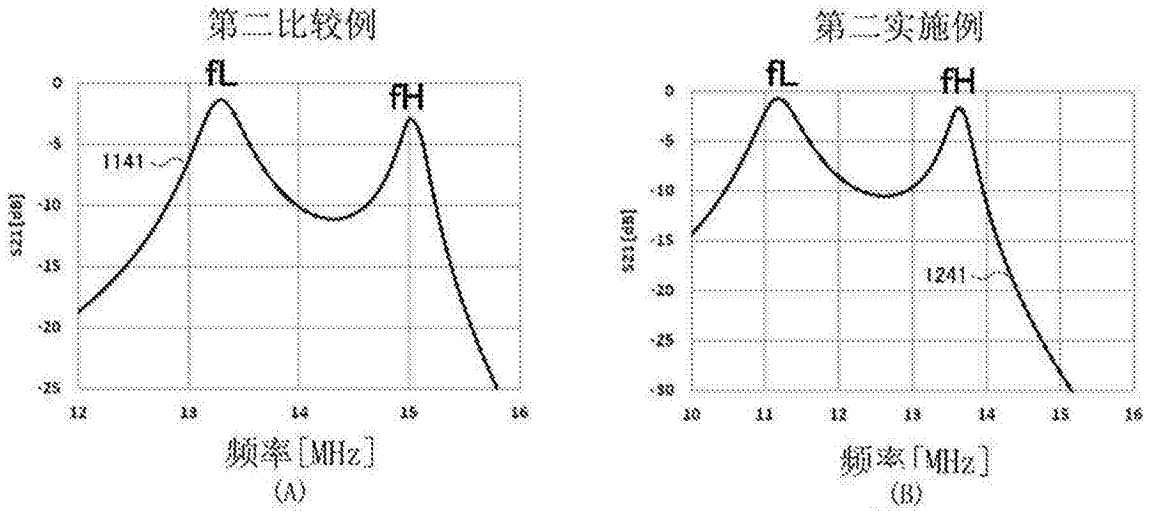


图17



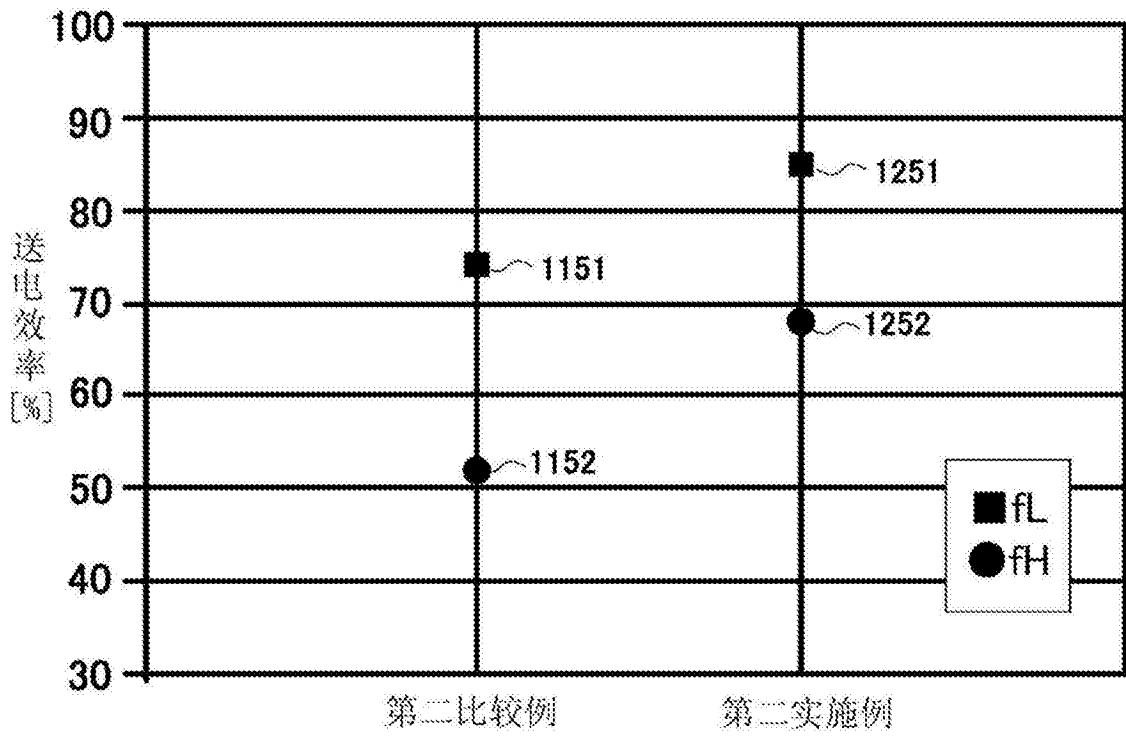


图18

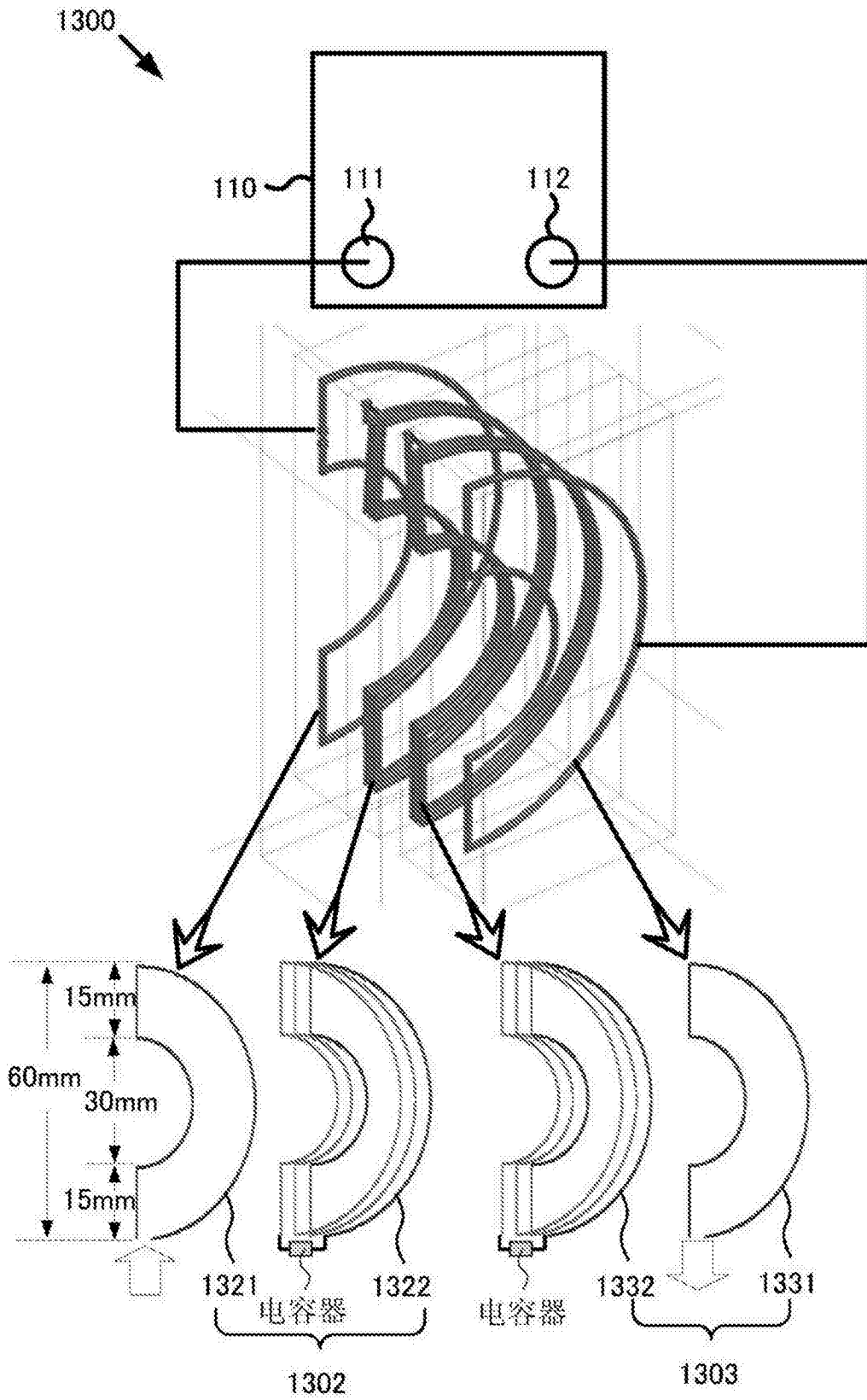


图19

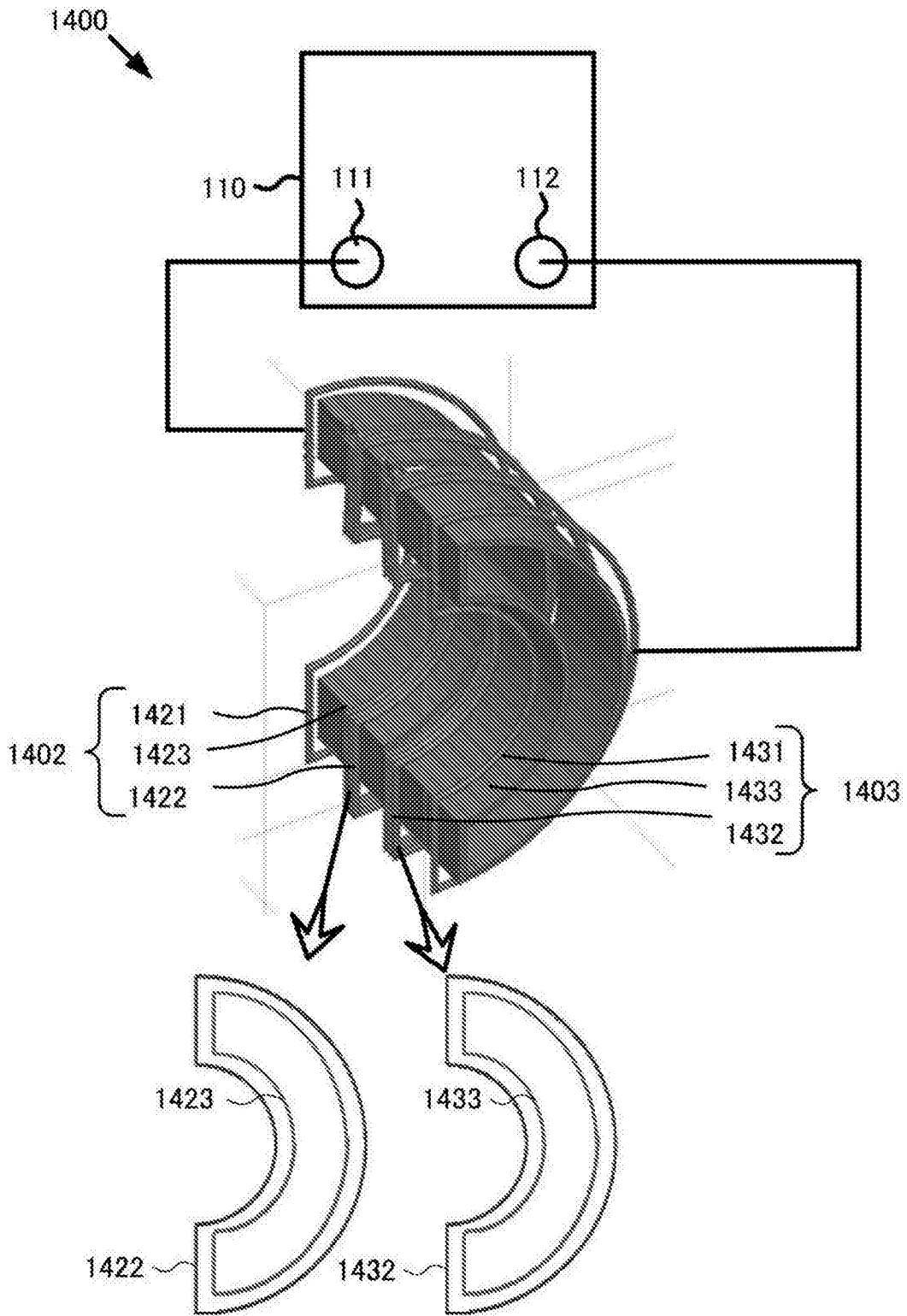


图20

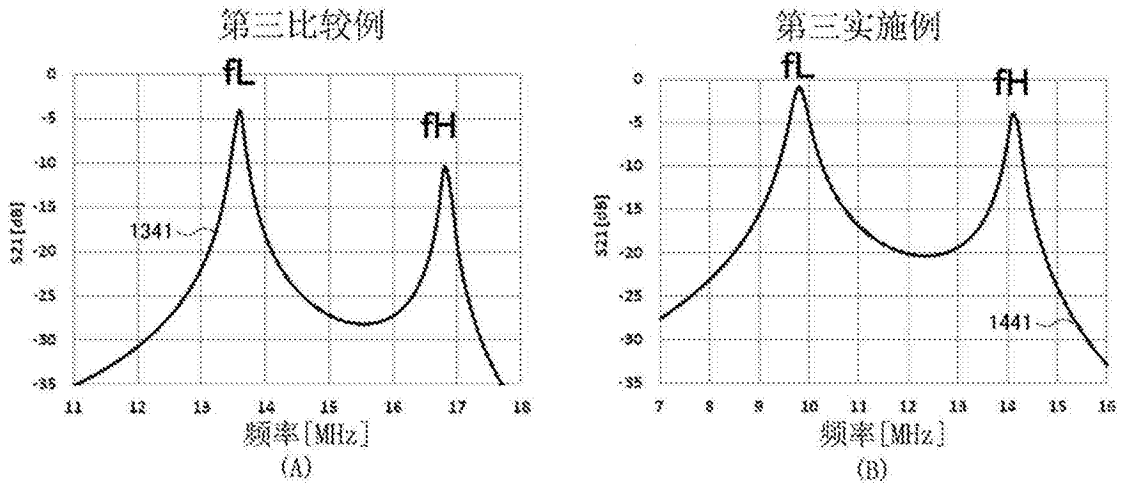


图21

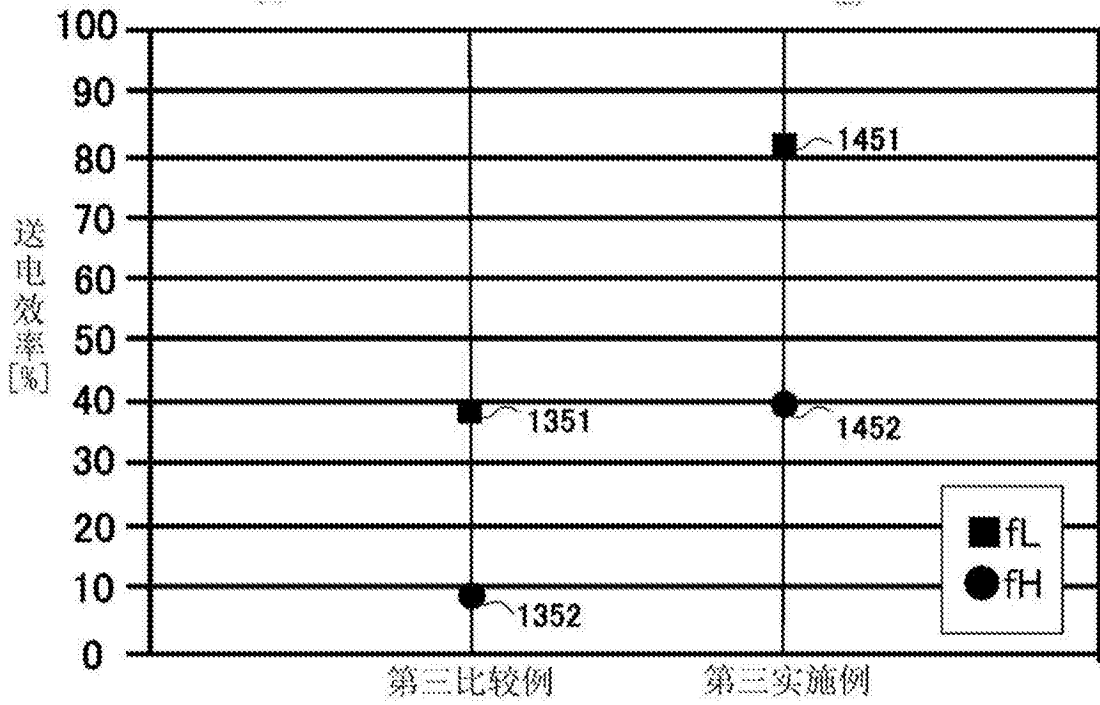


图22

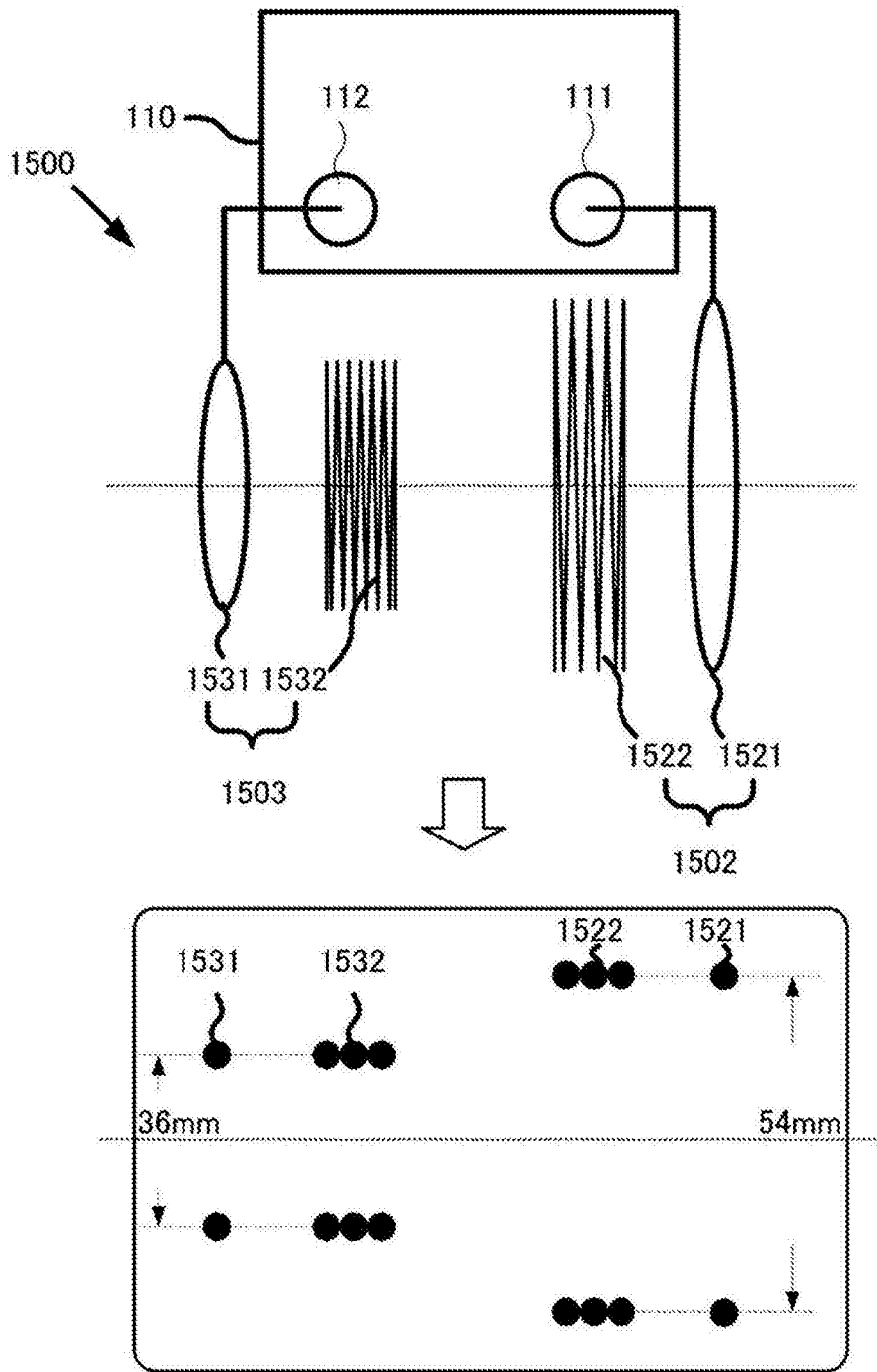


图23

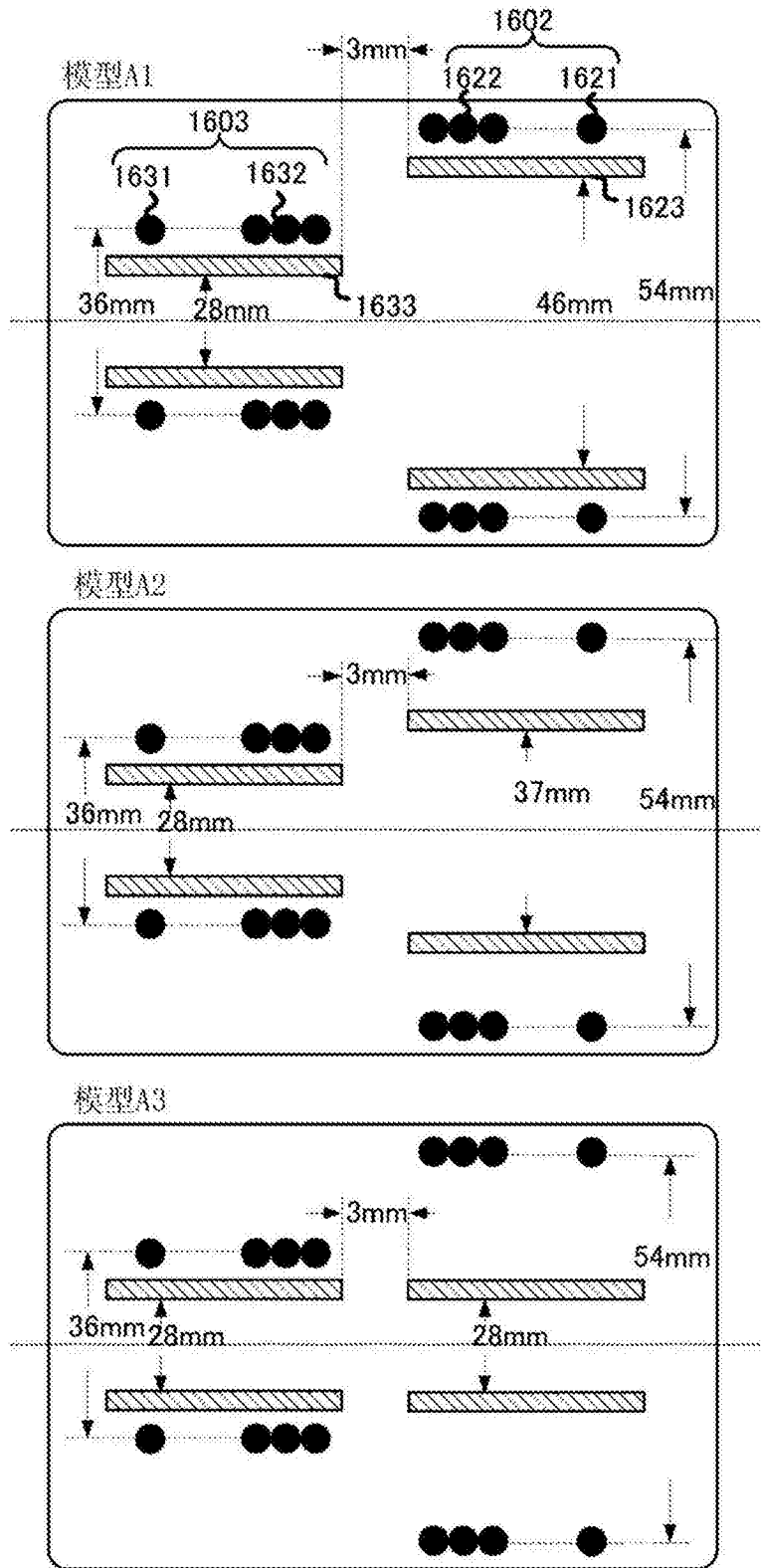


图24

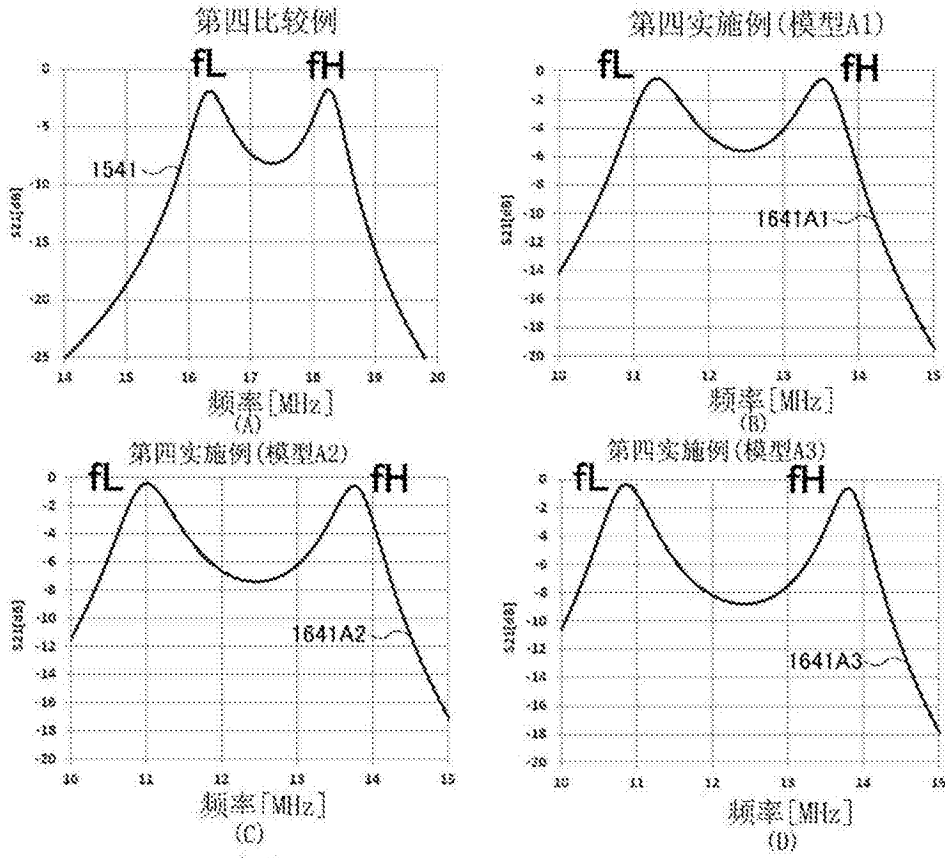


图25

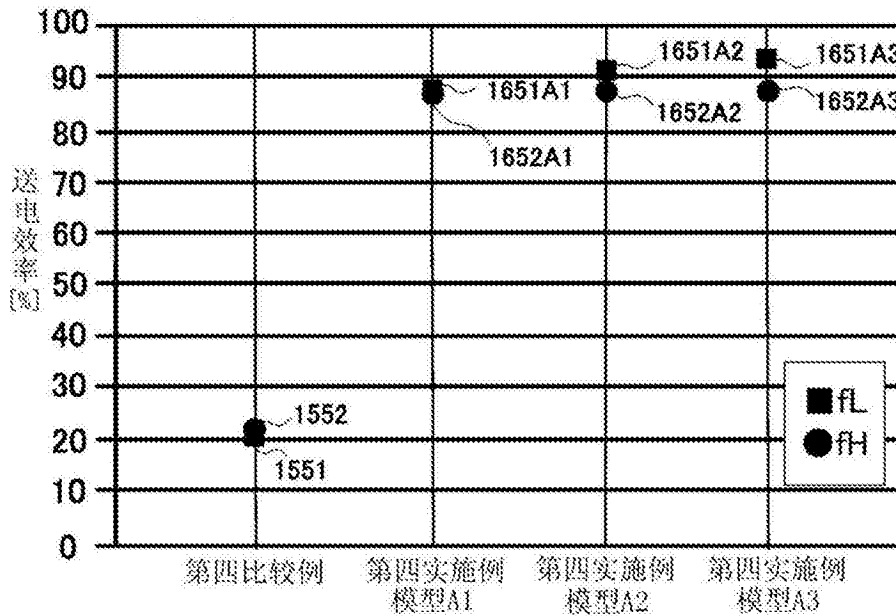


图26

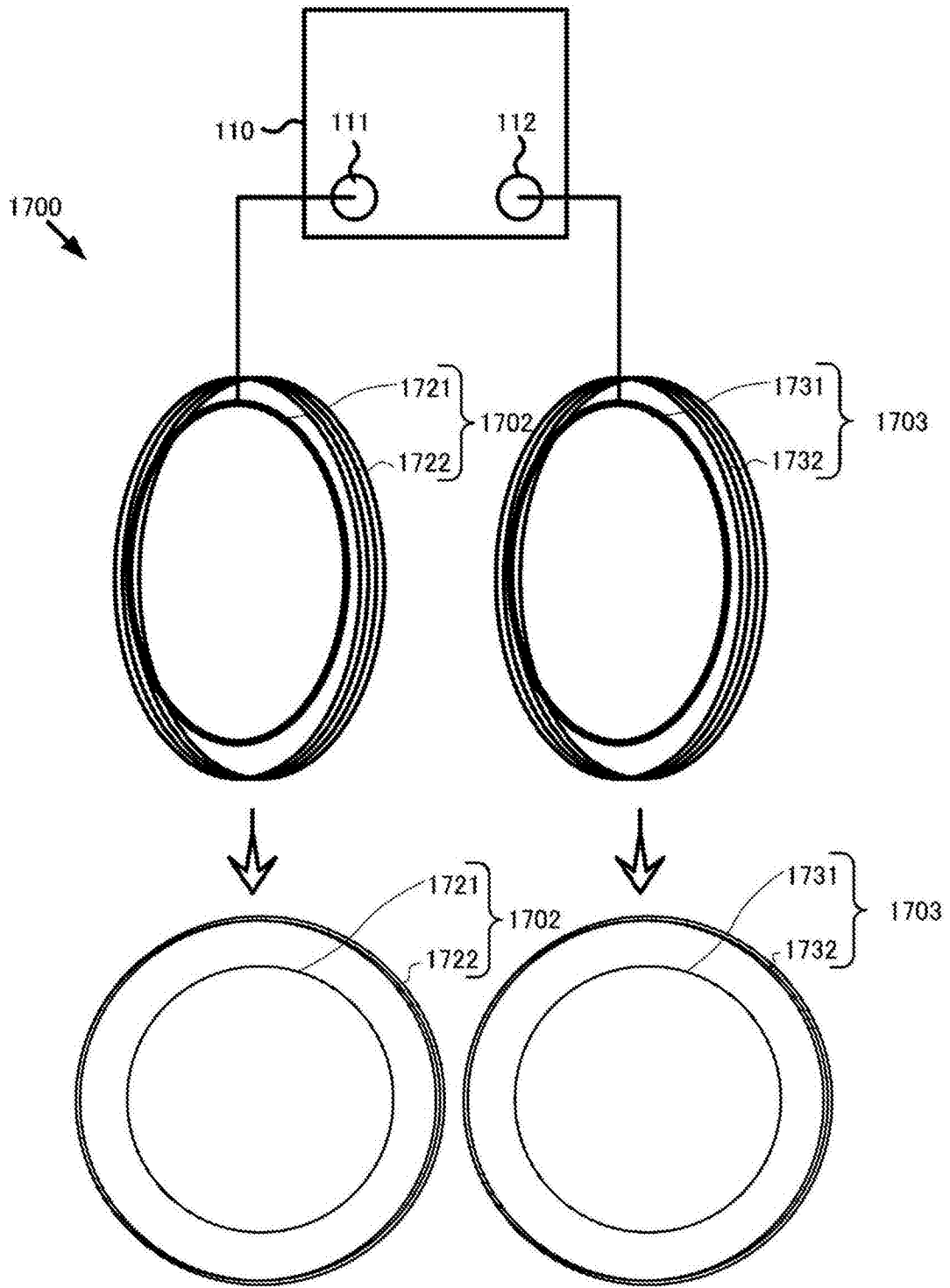


图27



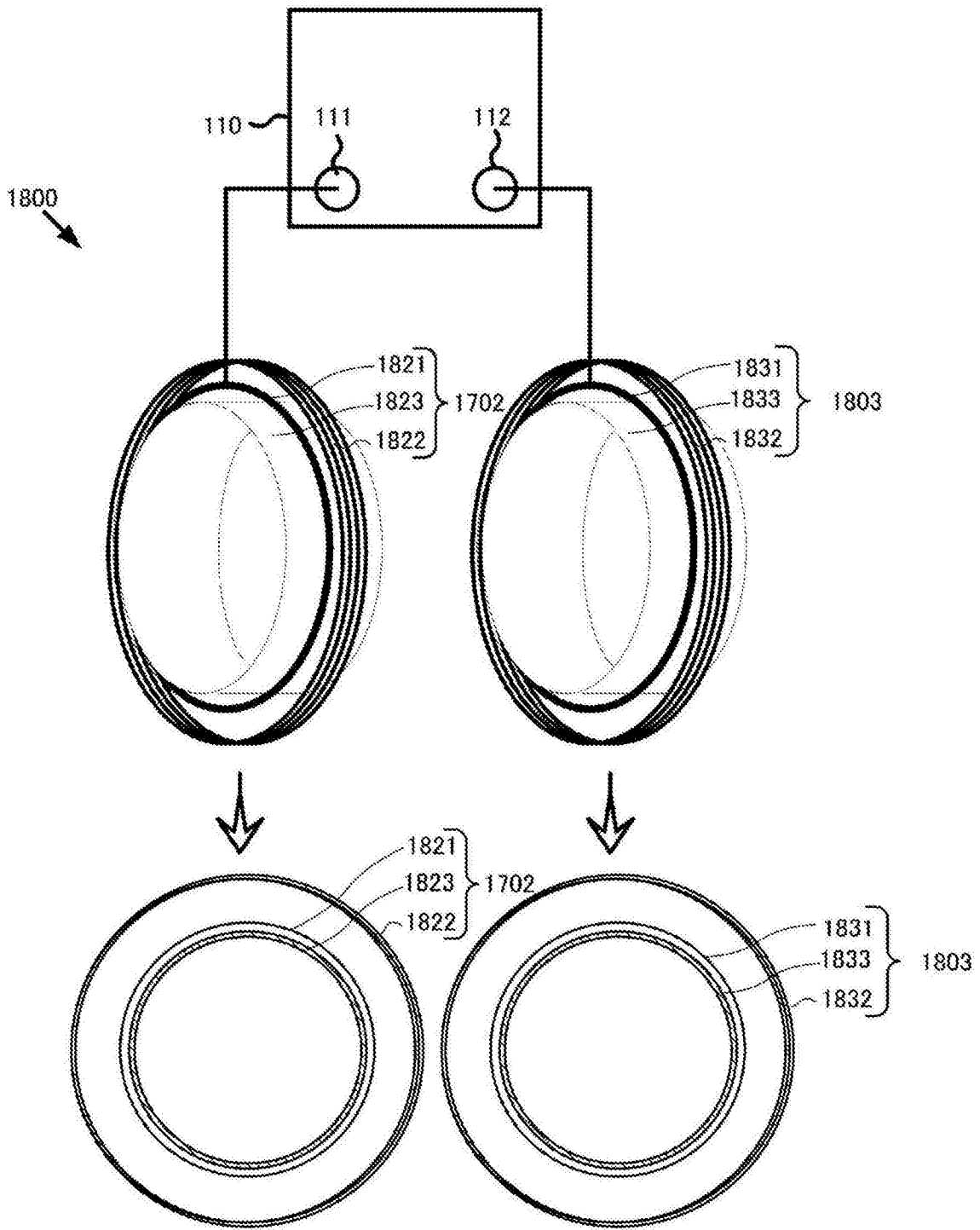


图28

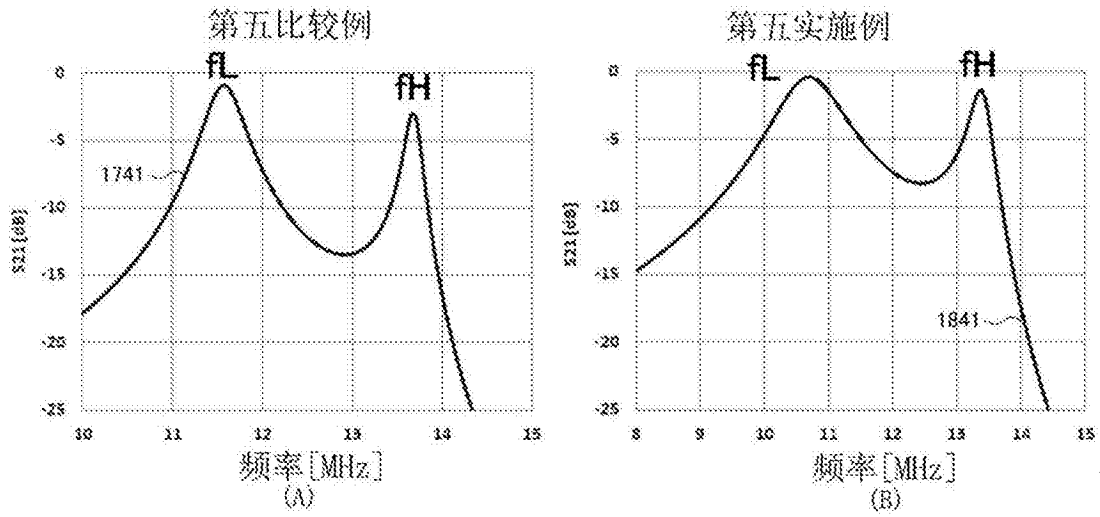


图29

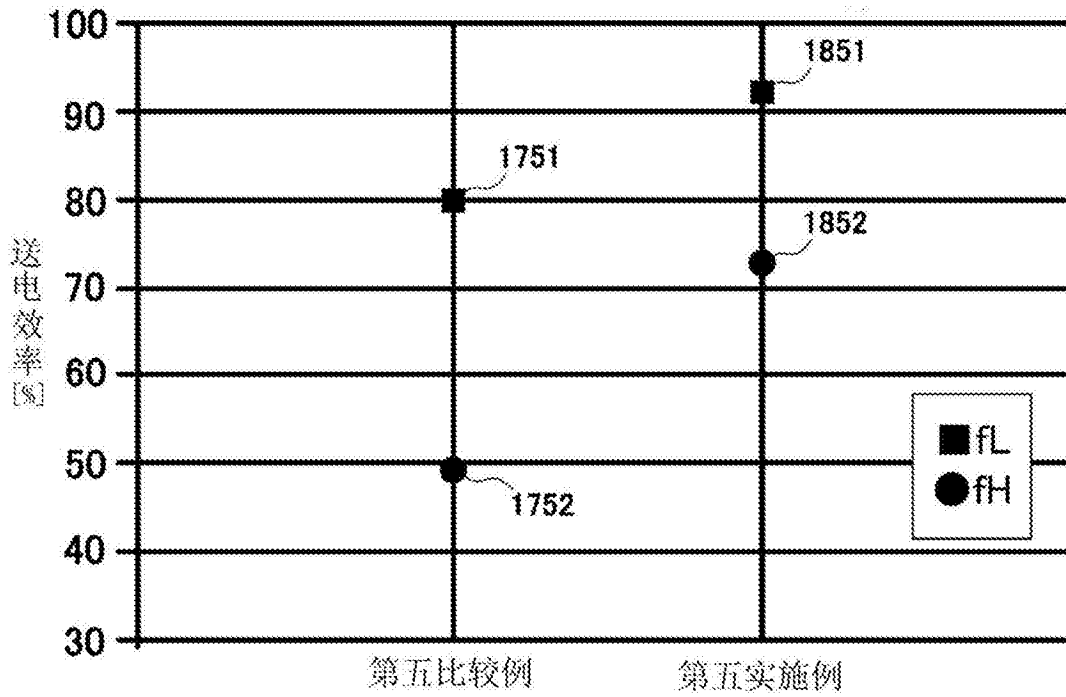


图30