



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102823110 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201180016435. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 03. 07

H02J 17/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-080737 2010. 03. 31 JP

2010-271282 2010. 12. 06 JP

(56) 对比文件

WO 2009/131121 A1, 2009. 10. 29, 全文.

CN 101667754 A, 2010. 03. 10, 全文.

WO 2009/054221 A1, 2009. 04. 30, 全文.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 27

审查员 孔舒红

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/055193 2011. 03. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/122249 JA 2011. 10. 06

(73) 专利权人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 K. 斯隆努姆凯 甲斐敏佑

皆川裕介

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邸万奎

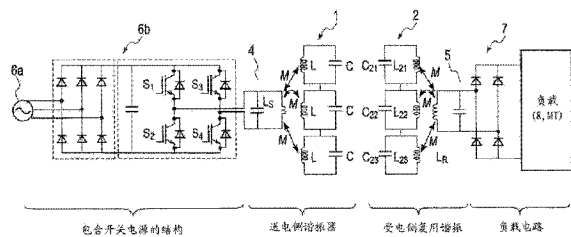
权利要求书2页 说明书8页 附图16页

(54) 发明名称

非接触供电装置以及非接触供电方法

(57) 摘要

作为本发明的一个方式的非接触供电装置包括:送电用谐振部;以及受电用谐振部,通过与送电用谐振部的磁场共振而磁性耦合。送电用谐振部与受电用谐振部通过磁场共振而磁性耦合,从而来自电源的电力经由送电用谐振部被供应至受电用谐振部。送电用谐振部以及受电用谐振部的一方具有规定的单一的谐振频率,送电用谐振部以及受电用谐振部的另一方具有包含规定的单一的谐振频率的多个谐振频率。



CN 102823110 B

1. 一种非接触供电装置,其特征在于,包括:
送电用谐振部;以及
受电用谐振部,通过与所述送电用谐振部的磁场共振而磁性耦合,
所述送电用谐振部与所述受电用谐振部通过磁场共振而磁性耦合,从而来自电源的电力经由所述送电用谐振部被供应至所述受电用谐振部,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的一方具有规定的单一的谐振频率,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的另一方具有规定的单一的谐振频率和与该规定的单一的谐振频率不同的谐振频率。
2. 一种非接触供电装置,其特征在于,包括:
送电用谐振部,设置在车辆的外部且被输入来自电源的电力,
所述送电用谐振部与在所述车辆中设置的受电用谐振部通过磁场共振而磁性耦合,从而来自所述电源的电力经由所述送电用谐振部被供应至所述受电用谐振部,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的一方具有规定的单一的谐振频率,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的另一方具有规定的单一的谐振频率和与该规定的单一的谐振频率不同的谐振频率。
3. 一种非接触供电装置,其特征在于,包括:
受电用谐振部,被设置在车辆中,
所述受电用谐振部与在所述车辆的外部设置且被输入来自电源的电力的送电用谐振部通过磁场共振而磁性耦合,从而来自所述电源的电力经由所述送电用谐振部被所述受电用谐振部接收,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的一方具有规定的单一的谐振频率,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的另一方具有规定的单一的谐振频率和与该规定的单一的谐振频率不同的谐振频率。
4. 如权利要求 1 至 3 的任一项所述的非接触供电装置,其特征在于,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的另一方具有的所述规定的单一的谐振频率和与该规定的单一的谐振频率不同的谐振频率中的至少一个谐振频率,被设定在相邻的另一谐振频率的半辐值的范围内。
5. 如权利要求 1 至 3 的任一项所述的非接触供电装置,其特征在于,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的一方,包含缠绕间距均匀的线圈。
6. 如权利要求 1 至 3 的任一项所述的非接触供电装置,其特征在于,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的另一方,包含缠绕间距变化的线圈。
7. 如权利要求 1 至 3 的任一项所述的非接触供电装置,其特征在于,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的一方,具有与所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的另一方具有的谐振电路的数量相同的数量的谐振电路,
所述送电用谐振部的各谐振电路与所述受电用谐振部的各谐振电路被靠近配置。
8. 如权利要求 1 至 3 的任一项所述的非接触供电装置,其特征在于,
所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的一方为所述送电用谐振部,所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部的另一方为所述受电用谐振部。
9. 如权利要求 8 所述的非接触供电装置,其特征在于,

所述送电用谐振部以及所述受电用谐振部分别包括多个。

10. 一种非接触供电方法,其特征在于,

具有规定的单一的谐振频率的一对谐振部的一方,与具有规定的单一的谐振频率和与该规定的单一的谐振频率不同的谐振频率的所述一对谐振部的另一方,通过磁场共振而磁性耦合,从而将来自电源的电力经由一方的谐振部供应至另一方的谐振部。

非接触供电装置以及非接触供电方法

技术领域

[0001] 本发明涉及基于共振法的非接触供电装置以及非接触供电方法。

[0002] 背景技术

[0003] 作为非接触（无线）的送电技术，已知利用送电侧和受电侧的电磁场的共振而送电的方法。通过在受电侧设置多组相同的谐振频率的谐振线圈，从而即使车辆的停车位置相对于规定位置偏移，也能够可靠且充分地接收从送电侧送电的电力（参照专利文献 1 的段落 [0094] 以及图 10）。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1：特开 2009-106136 号公报

[0007] 发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 但是，由于设置了多组的受电用谐振线圈为相同的谐振频率，因此当初设定的受电用或者送电用线圈的谐振频率因环境状况等外在原因而变动，则存在送电效率下降的问题。

[0010] 本发明想要解决的课题在于提供一种非接触供电装置以及非接触供电方法，即使送电用谐振部或者受电用谐振部的谐振频率相对地变动也能够抑制送电效率的下降。

[0011] 用于解决课题的方案

[0012] 作为本发明的一个方式的非接触供电装置包括：送电用谐振部；以及受电用谐振部，通过与送电用谐振部的磁场共振而磁性耦合。送电用谐振部与受电用谐振部通过磁场共振而磁性耦合，从而来自电源的电力经由送电用谐振部被供应至受电用谐振部。送电用谐振部以及受电用谐振部的一方具有规定的单一的谐振频率，送电用谐振部以及受电用谐振部的另一方具有规定的单一谐振频率和与该规定的单一的谐振频率不同的谐振频率。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明，就算送电用谐振部以及受电用谐振部的一方的谐振频率因外在因素等而变动，由于送电用谐振部以及受电用谐振部的另一方具有包含该谐振频率的多个谐振频率，因此能够以变动的谐振频率进行送电。由此，即使谐振频率相对地变动也能够抑制送电效率的下降。

附图说明

[0015] 图 1 是表示应用了本发明的第 1 实施方式的对电动车辆的供电系统的整体结构图。

[0016] 图 2 是表示图 1 的供电系统的详细结构的电气电路图。

[0017] 图 3A 是表示并联的 LC 谐振电路和其阻抗特性的曲线。

[0018] 图 3B 是表示串联的 LC 谐振电路和其阻抗特性的曲线。

[0019] 图 3C 是表示谐振频率不同的一对 LC 谐振电路和其阻抗特性的曲线。

[0020] 图 4 (a) 是表示图 1 以及图 2 的送电线圈 1 的阻抗特性的曲线, 图 4 (b) 是表示受电线圈 2 的阻抗特性的曲线。

[0021] 图 5 是表示图 2 的送电线圈 1 以及受电线圈 2 的另一例的电气电路图。

[0022] 图 6 是表示图 4 的送电线圈 1 的阻抗特性以及受电线圈 2 的阻抗特性的另一例的曲线。

[0023] 图 7 是表示图 2 的送电线圈 1 以及受电线圈 2 的缠绕间距的一例示意图。

[0024] 图 8 是表示图 7 的送电线圈 1 以及受电线圈 2 的自身谐振特性的曲线。

[0025] 图 9 是表示图 2 的送电线圈 1 以及受电线圈 2 的又一缠绕例的示意图。

[0026] 图 10 是表示图 1 的送电线圈 1 以及受电线圈 2 的另一配置例的立体图。

[0027] 图 11 是表示图 1 的供电系统的另一详细结构例的电气电路图。

[0028] 图 12 是表示图 1 的供电系统的又一详细结构例的电气电路图。

[0029] 图 13 是表示图 1 的供电系统的又一详细结构例的电气电路图。

[0030] 图 14 是表示图 12 的受电线圈 2 的谐振特性的曲线。

[0031] 图 15 是表示图 1 的送电线圈 1 或者受电线圈 2 的另一结构例的电气电路图。

具体实施方式

[0032] 《第 1 实施方式》

[0033] 以下, 基于附图说明本发明的第 1 实施方式。在附图之间, 对相同构件附加相同标号, 并省略说明。图 1 是表示应用了本发明的第 1 实施方式的对电动车辆的供电系统的整体结构图, 是在用于对电动车辆 V 的驱动用电动机 MT 供应电力的供电系统中实现了本发明的例子。

[0034] 本例的供电装置 10 包括高频交流电源 6、初级线圈 4、送电线圈 1、受电线圈 2、次级线圈 5、整流器 7、蓄电装置 8。在供电装置 10 中, 受电线圈 2、次级线圈 5、整流器 7、蓄电装置 8 被设置在电动车辆 V 中, 高频交流电源 6、初级线圈 4、送电线圈 1 被设置在电动车辆 V 的外部。作为电动车辆 V 的外部的一例, 有供电场所。

[0035] 另外, 在电动车辆 V 的驱动系统(动力传动系统)上连接了驱动用电动机 MT。驱动用电动机 MT 接受来自蓄电装置 8 的电力而产生车辆驱动力, 并经由驱动系统将该产生的车辆驱动力输出到车轮。由此, 电动车辆 V 行驶。此外, 在图 1 中虽然未图示, 但在利用交流电机作为驱动用电动机 MT 的情况下, 在蓄电装置 8 和驱动用电动机 MT 之间设置逆变器等的电力变换器。

[0036] 在电动车辆 V 侧设置的受电线圈(次级自身谐振线圈)2 的两端由开放(非接触)的 LC 谐振线圈构成, 通过磁场的共振与供电装置 10 的送电线圈(初级自身谐振线圈)1 磁耦合。由此, 受电线圈 2 能够从送电线圈 1 接收交流电力。即, 受电线圈 2 基于蓄电装置 8 的电压、送电线圈 1 和受电线圈 2 之间的送电距离、送电线圈 1 和受电线圈 2 的谐振频率等各种条件, 适当设定线圈的匝数、粗细、缠绕间距, 使得表示送电线圈 1 和受电线圈 2 的共振强度的 Q 值以及表示其耦合度的 κ 值增大。

[0037] 次级线圈 5 是两端连接到整流器 7 的一匝线圈, 通过电磁感应能够从受电线圈 2 接受电力。次级线圈 5 优选与受电线圈 2 设置在同轴上。次级线圈 5 是为了不改变受电线圈 2 的自身谐振频率而设置。次级线圈 5 将从受电线圈 2 接收的电力输出到整流器 7。

[0038] 整流器 7 对从次级线圈 5 接受的高频的交流电力进行整流后输出蓄电装置 8。另外,也可以代替整流器 7,利用将从次级线圈 5 接受的高频的交流电力变换为直流电力的 AC/DC 变换器。这时,直流电力的电压电平设为蓄电装置 8 的电压电平。

[0039] 蓄电装置 8 是能够进行充放电的直流电源,例如由锂离子和镍氢等二次电池构成。蓄电装置 8 的电压例如为 200~500V 左右。蓄电装置 8 除了积蓄从整流器 7 供应的电力之外,还能够积蓄通过驱动用电动机 MT 发电的再生电力。并且,蓄电装置 8 将该积蓄的电力供应给驱动用电动机 MT。另外,作为蓄电装置 8,也可以采用大容量的电容器来代替二次电池或者与其并用。蓄电装置 8 只要是能够临时积蓄来自整流器 7 或驱动用电动机 MT 的电力,并且将该积蓄的电力供应给驱动用电动机 MT 的电力缓存器即可。

[0040] 另一方面,在电动车辆 V 的外部(供电场所)设置的高频交流电源 6 例如包括系统电源 6a (电力公司具有的商用基础交流电源)和电力变换器 6b。电力变换器 6b 将从交流电源 6a 接受的交流电力变换为能够从送电线圈 1 送电至电动车辆 V 侧的受电线圈 2 的高频的交流电力,并将该变换后的高频的交流电力供应给初级线圈 4。

[0041] 初级线圈 4 能够通过电磁感应对送电线圈 1 传送交流电力,优选与送电线圈 1 配设同轴上。初级线圈 4 是为了不改变送电线圈 1 的自身谐振频率而设置。并且,初级线圈 4 将从电力变换器 6b 接收的电力输出到送电线圈 1。

[0042] 送电线圈 1 被配设在供电场所的例如地面附近。送电线圈 1 由两端开放(非接触)的 LC 谐振线圈构成,通过磁场的共振与电动车辆 V 的受电线圈 2 磁耦合。由此,送电线圈 1 能够对受电线圈 2 传送电力。即,送电线圈 1 基于通过从送电线圈 1 传送的电力而充电的蓄电装置 8 的电压、送电线圈 1 和受电线圈 2 之间的送电距离、送电线圈 1 和受电线圈 2 的共振频率等各种条件,适当设置线圈的匝数、粗细、缠绕间距,使得 Q 值以及耦合度的 κ 值增大。关于包含送电线圈 1 的谐振频率的设定的结构在后面叙述。

[0043] 图 2 是将图 1 所示的供电系统进一步具体化后的电路图。图 1 所示的电力变换器 6b 例如能够作为图 2 所示那样的开关电源来具体化。图 2 的开关电源 6b 包括:对交流电源 6a 进行整流的、由多个二极管构成的整流电路;以及根据该整流获得的直流电力生成高频的交流电力的、包含多个晶体管的斩波电路。

[0044] 初级线圈 4 在与送电线圈 1 具有的 3 个 LC 谐振线圈之间分别形成磁性的耦合 M,从而将由电力变换器 6b 生成的交流电力传递给送电线圈 1。

[0045] 例如,如图 2 所示,送电线圈 1 由相互串联连接的 3 个 LC 谐振电路构成。各个 LC 谐振电路被设定为每一个都具有单一的自身谐振频率 f_0 。另外,LC 谐振电路的自身谐振频率的设定能够调整线圈的匝数、粗细、缠绕间距等线圈形状和尺寸。

[0046] 另一方面,受电线圈 2 例如包括相互串联连接的 3 个 LC 谐振电路 $L_{21}C_{21}$ 、 $L_{22}C_{22}$ 、 $L_{23}C_{23}$ 。3 个 LC 谐振电路 $L_{21}C_{21}$ 、 $L_{22}C_{22}$ 、 $L_{23}C_{23}$ 被设置为能够接收从送电线圈 1 的各个谐振电路 LC 传送的交流电力。

[0047] 此外,次级线圈 5 具有在 3 个 LC 谐振电路 $L_{21}C_{21}$ 、 $L_{22}C_{22}$ 、 $L_{23}C_{23}$ 的各个线圈 L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 之间形成磁耦合 M 的线圈 L_R 。由此,次级线圈 5 能够从受电线圈 2 接收交流电力。整流器 7 能够通过接收的电力进行整流的、由多个二极管组成的电路来具体化。由此,能够将这三个 LC 谐振电路 $L_{21}C_{21}$ 、 $L_{22}C_{22}$ 、 $L_{23}C_{23}$ 接收的交流电力传递给蓄电装置 8 和电机 MT 等的负载。

[0048] 图 2 的交流电源 6a 以及电力变换器 6b 形成“包含开关电源的结构”，初级线圈 4 以及送电线圈 1 形成“送电侧谐振器”，受电线圈 2 以及次级线圈 5 形成“受电侧多重谐振器”，整流器 7 以及负载(8, MT) 形成负载电路。

[0049] 说明基于共振法的送电原理。共振法是与两个音叉共振同样地，具有相同的固有振动数的两个 LC 谐振线圈经由磁场而共振，从而从一个线圈通过无线方式向另一个线圈传递电力的方法。

[0050] 即，如图 1 所示，从高频交流电源 6 对初级线圈 4 输入高频的交流电力。于是，在初级线圈 4 中产生磁场，通过电磁感应在送电线圈 1 中产生高频的交流电力。送电线圈 1 以及受电线圈 2 的每一个作为基于线圈自身的电感 L 和导线之间的寄生电容 C 的 LC 谐振电路发挥作用。受电线圈 2 具有与送电线圈 1 相同的谐振频率，因此通过磁场的共振与送电线圈 1 磁性地耦合。由此，交流电力从送电线圈 1 被传递到受电线圈 2。并且，在接收了交流电力的接收线圈 2 中产生磁场。通过受电线圈 2 的磁场，在次级线圈 5 中产生基于电磁感应的高频的交流电力。次级线圈 5 的交流电力在通过整流器 7 被整流为直流电力之后供应给蓄电装置 8。

[0051] 进而，在图 3A 的上部表示电容器 C 以及线圈 L 并联连接的 LC 谐振电路，在图 3A 的下部表示并联的 LC 谐振电路的阻抗特性(频率 f- 阻抗 Z)。在图 3A 中 f_0 表示谐振频率， Δf 表示谐振频率的半幅值。在(1)式以及(2)式中，“L”表示线圈 L 的电感，“C”表示线圈 L 的导线之间的寄生电容，“R”表示线圈 L 的寄生电阻值。

[0052] [数 1]

$$[0053] \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

$$[0054] \quad \Delta f = \frac{R}{2\pi L} \quad (2)$$

[0055] 根据(1)式以及(2)式可知，线圈 L 的损耗越小则其寄生电阻也就越小，因此谐振频率的半幅值 Δf 变窄，并联的 LC 谐振电路表示锋利的谐振特性。

[0056] 在图 3B 的上部表示电容器 C 以及线圈 L 串联连接的 LC 谐振电路(也称为反谐振电路)，在图 3B 的下部表示串联的 LC 谐振电路的阻抗特性(频率 f- 阻抗 Z)。图 3B 所示的阻抗特性的不同点在于，不是成为图 3A 那样的极大值而是成为极小值。除此之外，图 3B 所示的串联的 LC 谐振电路示出与图 3A 所示的并联的 LC 谐振电路同样的阻抗特性。即，由于串联的 LC 谐振电路中线圈 L 的损耗越小则其寄生电阻也就越小，因此谐振频率的半幅值 Δf 变窄，串联的 LC 谐振电路示出锋利的谐振特性。

[0057] 共振是指谐振频率被设定为相同的一对 LC 谐振电路在该谐振频率中高效率地授受能量的状态。本发明者们一心努力研究的结果，获得了以下见解。例如，如图 3C 所示，即使在一方的 LC 谐振电路 L_1C_1 的谐振频率 f_{01} 和另一方的 LC 谐振电路 L_2C_2 的谐振频率 f_{02} 不同的情况下，如果互相的半幅值 Δf_1 、 Δf_2 的范围重叠，则也能够与共振同样地高效率地授受能量。

[0058] 基于上述的本发明者们的见解，送电线圈 1 和受电线圈 2 的阻抗特性被设定为如下。图 4 (a) 表示送电线圈 1 的阻抗特性，图 4 (b) 表示受电线圈 2 的阻抗特性。

[0059] 构成图 2 所示的送电线圈 1 的三个 LC 谐振电路全部由同一种类的线圈 L 构成。

因此,三个 LC 谐振电路中的线圈 L 的电感 L、线圈 L 的杂散电容 C、以及线圈 L 的寄生电阻 R 分别相等,因此如(1)式所示那样,送电线圈 1 具有单一的谐振频率 f_0 。另外,为了提高送电效率,期望利用寄生电阻 R 小的线圈 L。若减小线圈 L 的寄生电阻 R,则如(2)式所示那样,谐振频率的半幅值 Δf 变窄,并联的 LC 谐振电路示出锋利的谐振特性。其结果,能量不会传递给在半幅值 Δf 以外发生谐振的物体或电子设备等,能够提高安全性。

[0060] 相对于此,构成图 2 所示的受电线圈 2 的三个 LC 谐振电路分别由不同种类的线圈 L 构成。因此,三个 LC 谐振电路中的线圈 L 的电感 L、线圈 L 的杂散电容 C、以及线圈 L 的寄生电阻 R 分别不同,因此如(1)式所示那样,受电线圈 2 具有多个谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 。在将受电线圈 2 的三个谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 的关系定义为 $f_1 < f_2 < f_3$ 的情况下,期望送电线圈 1 的谐振频率 f_0 设定为至少满足 $f_1 < f_0 < f_3$ 的频率。

[0061] 图 4 (b) 的虚线表示构成受电线圈 2 的三个 LC 谐振电路的各自的阻抗特性。图 4 (b) 的实线表示将三个 LC 谐振电路的阻抗特性进行了合成的、三个 LC 谐振电路整体的阻抗特性,可作为在 LC 谐振电路的各自的谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 产生谐振的结果来获得。构成受电线圈 2 的三个 LC 谐振电路具有不同的谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 ,从而不用增大线圈 L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 的各自的寄生电阻 R,就能够拓宽作为受电侧的 LC 谐振电路整体的频率特性(半幅值 Δf)。然后,将具有这样宽的频率特性的多重谐振电路应用到图 2 的受电侧多重谐振器。由此,就算送电侧的 LC 谐振电路的谐振频率 f_0 因某种原因而变动,也会与受电侧的某一个 LC 谐振电路产生谐振。从而,能够一边抑制送电效率的下降一边传递能量。

[0062] 此外,图 2 所示的送电线圈 1 由谐振频率 f_0 相等的三个 LC 谐振电路构成。这是因为,受电线圈 2 由被设定为互不相同的谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 的三个 LC 谐振电路构成,送电线圈 1 能够与三个 LC 谐振电路非常靠近地配置。由此,能够抑制因送电线圈 1 和受电线圈 2 的距离所产生的送电效率的下降。

[0063] 《第 2 实施方式》

[0064] 构成送电线圈 1 以及受电线圈 2 的 LC 谐振电路的数目不限于图 2 所示的例子。例如,如图 5 所示,构成送电线圈 1 的 LC 谐振电路也可以由单一的线圈 L 和电容器 C 构成。这时,期望增大线圈直径以便能够与构成受电线圈 2 的多个 LC 谐振电路非常靠近。另外,受电线圈 2 的谐振电路为了实现多个谐振频率,需要由至少两个 LC 谐振电路构成。

[0065] 《第 3 实施方式》

[0066] 在图 2 所示的供电系统中,受电线圈 2 的谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 也可以如下设定。图 6 (a) 与图 4 (a) 同样地表示构成送电线圈 1 的 LC 谐振电路的阻抗特性。图 6 (b) 与图 4 (b) 同样地表示构成受电线圈 2 的 LC 谐振电路的阻抗特性。即,图 6 (b) 的虚线表示构成受电线圈 2 的三个 LC 谐振电路的各自的阻抗特性。图 6 (b) 的实线表示将三个 LC 谐振电路的阻抗特性进行了合成的、三个 LC 谐振电路整体的阻抗特性。将三个 LC 谐振电路的谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 的至少一个设定为相邻的另一谐振频率的半幅值 Δf 的范围内。由此,能够将图 6 (b) 的实线所示的、合成的 LC 谐振电路的阻抗特性在规定的频率范围中设为比较平坦的特性,能够实现比较宽的半幅值 Δf ,而不会使因寄生电阻 R 的增大而导致的线圈 L 的损失增加。在图 6 (b) 的例子中,将三个 LC 谐振电路的谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 分别设定为相邻的另一谐振频率的半幅值 Δf 的范围内。

[0067] 图 2 所示的电气电路的动作如下。即,将送电线圈 1 的 LC 谐振电路的谐振频率设

为 f_0 , 将受电线圈 2 的三个 LC 谐振电路的谐振频率设为 f_1 、 f_2 、 f_3 , 并且例如设为 $f_2=f_0$ 。这时, 送电线圈 1 的三个 LC 谐振电路与受电线圈 2 的三个 LC 谐振电路中的、谐振频率为 f_2 的中间的 LC 谐振电路产生谐振, 高效率地传递能量。另一方面, 谐振频率为 f_2 的中间的 LC 谐振电路与谐振频率小于或大于 f_2 的两端的 LC 谐振电路(谐振频率为 f_1 、 f_3) 的半幅值 Δf 的范围重叠。因此, 从谐振频率为 f_2 的中间的 LC 谐振电路高效率地向两端的 LC 谐振电路传递能量, 作为结果, 能够从送电线圈 1 的 LC 谐振电路整体有效地向受电线圈 2 的 LC 谐振电路整体传递能量。

[0068] 这样, 进行设定使得构成受电线圈 2 的多个 LC 谐振电路的半幅值 Δf 相互重叠。由此, 就算送电线圈 1 的 LC 谐振电路的谐振频率 f_0 变动, 只要是在规定的范围内、即构成受电线圈 2 的 LC 谐振电路的合成半幅值 Δf (参照图 6) 内, 就能够有效地将交流电力进行送电。

[0069] 《第 4 实施方式》

[0070] 图 7 表示应用了本发明的第 4 实施方式的送电线圈 1 以及受电线圈 2。第 4 实施方式的供电系统与图 1 所示的供电系统同样地, 由开关电源 6、初级线圈 4、送电线圈(LC 谐振电路) 1、受电线圈(LC 谐振电路) 2、次级线圈 5、负载电路 8 构成。作为送电线圈 1 以及受电线圈 2, 分别利用由送电线圈 1 以及受电线圈 2 的自身电感 L 和杂散电容 C 构成的自身谐振电路。

[0071] 并且, 为了将送电线圈 1 设定为单谐振, 如图 7 所示, 第 4 实施方式的送电线圈 1 利用绕线均匀(间距 a) 缠绕的线圈。由于绕线均匀缠绕, 因此绕线之间的杂散电容均衡地分布, 送电线圈 1 表示图 8 所示那样的单谐振的自身谐振特性。另一方面, 受电线圈 2 利用绕线不均匀缠绕的线圈、例如绕线的间隔逐渐变化的线圈。例如, 绕线的间距在 $a-1.5d \sim a+1.5d$ 的范围内变化。由此, 绕线之间的杂散电容的值逐渐变化。作为结果, 如图 8 所示, 受电线圈 2 表示半幅值 Δf 宽的多重谐振特性。另外, 在图 7 所示的例子中, 受电线圈 2 的绕线的间隔形成等差级数, 但不限于此。例如, 即使是取等比级数或等差级数的倒数等形式的级数等, 也能够取得同样的效果。此外, 图 9 表示 受电线圈 2 以三维不均衡的方式被缠绕的例子。即使是这样的结构也能够获得同样的作用效果。

[0072] 《第 5 实施方式》

[0073] 图 10 是表示应用了本发明的第 5 实施方式的送电线圈 1 以及受电线圈 2 的立体图。第 5 实施方式的送电线圈 1 分别是如图 7 或者图 9 所示那样的绕线被均匀(间距 a) 缠绕的单谐振的线圈。三个送电线圈 1 被配置为在供电场所的例如地面附近位于正三角形的各顶点上。并且, 来自开关电源 6b 的电力通过与初级线圈 4 之间的电磁感应 M 而被送电至各送电线圈 1。

[0074] 相对于此, 第 5 实施方式的受电线圈 2 是分别如图 7 或者图 9 所示那样, 被缠绕为绕线的间距在 $a-1.5d \sim a+1.5d$ 的范围内逐渐变化的多重谐振的线圈。三个受电线圈 2 被配置为在电动车辆 V 的例如底盘附近位于正三角形的各顶点上。并且, 由各受电线圈 2 接收的电力通过与次级线圈 5 之间的电磁感应 M 而被送电至负载电路 8。

[0075] 在第 5 实施方式中, 将绕线被均匀缠绕的送电线圈 1 和被缠绕为绕线的间距逐渐变化的受电线圈 2 分别配置多个。由此, 就算送电线圈 1 的 LC 谐振电路的谐振频率 f_0 变动, 只要是在规定的范围内、即构成受电线圈 2 的 LC 谐振电路的合成半幅值 Δf (参照图 6)

内,就能够有效地将交流电力进行送电。除此之外,能够抑制送电侧和受电侧的位置偏差所导致的送电效率的下降。即,由于送电线圈 1 以及受电线圈 2 分别设置有多个,因此就算电动车辆 V 的停车位置相对于供电场所偏移了少许,也能够抑制送电效率的下降。

[0076] 另外,在图 10 所示的例子中,将送电线圈 1 以及受电线圈 2 分别设置了三个,但该个数不限于 3。此外,也不需要将送电线圈 1 和受电线圈 2 的数目设为相同,也可以是不同的个数。此外,三个线圈的配置位置不限于三角形的各顶点,也可以沿电动车辆 V 的前后方向或宽度方向等配置。

[0077] 《第 6 实施方式》

[0078] 图 11 是表示应用了本发明的第 6 实施方式的供电系统的电气电路图。在本例中,省略用于从开关电源 6b 向送电线圈 1 传递能量的初级线圈 4,送电线圈 1 直接连接到开关电源 6b。即使是这样构成的供电系统,也起到与第 1~第 5 实施方式同样的作用效果。此外还有,通过省去初级线圈 4,可获得能够实现谐振电路的低成本化、小型化、低损耗化的效果。

[0079] 《第 7 实施方式》

[0080] 图 12 是表示应用了本发明的第 7 实施方式的供电系统的电气电路图。在第 1~第 6 实施方式中,说明了利用并联的 LC 谐振电路的例子,但利用表示反谐振特性的串联的 LC 谐振电路也可获得相同的效果。即,如图 12 所示,受电线圈 2 包括将线圈 L 和电容器 C 串联连接的三个 LC 谐振电路,三个串联的 LC 谐振电路并联连接。另外,作为送电线圈 1,利用单谐振的并联的 LC 谐振电路,但只要是单谐振,则也可以利用串联的 LC 谐振电路。

[0081] 《第 8 实施方式》

[0082] 图 13 是表示应用了本发明的第 8 实施方式的供电系统的电气电路图。送电线圈 1 或者受电线圈 2 也能够利用将并联的 LC 谐振电路和串联的 LC 谐振电路进行组合的复合谐振电路。图 13 中表示将谐振频率不同且相互在半幅值的范围内的并联的 LC 谐振电路和串联的 LC 谐振电路进行了组合的受电线圈 2 的例子。具体地说,图 13 中的线圈 L_2 和电容器 C_{21} 构成并联的 LC 谐振电路,线圈 L_2 和电容器 C_{22} 构成串联的 LC 谐振电路。

[0083] 另外,在图 13 所示的例子中,省略了用于从受电线圈 2 向负载 8 传递能量的次级线圈 5。通过省去次级线圈 5,可获得能够实现谐振电路的低成本化、小型化、低损耗化的效果。进而,在图 13 所示的例子中还能够省去初级线圈 4。

[0084] 图 14 表示将并联的 LC 谐振电路(并联谐振电路)和串联的 LC 谐振电路(串联谐振电路)进行组合的复合谐振电路的谐振特性。在图 14 中用虚线表示的曲线是并联谐振电路以及串联谐振电路各自的谐振特性,用实线表示的曲线是复合谐振电路的谐振特性。

[0085] 送电线圈 1 或者受电线圈 2 的谐振电路也可以构成为如图 15 (a)~图 15 (d) 所示那样。图 15 (a)~图 15 (d) 是分别表示送电线圈 1 或者受电线圈 2 的其他构成例的电气电路图,L 表示线圈,C 表示电容器。

[0086] 另外,在上述的各实施方式中,将送电线圈 1 设定为规定的单一的谐振频率 f_0 ,将受电线圈 2 的谐振频率设定为包含该谐振频率 f_0 的多个谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 ,但也可以相反地构成。即,在图 2 所示的电气电路、或者将图 5 的送电线圈 1 和受电线圈 2 互相替换的电气电路中,也可以将受电线圈 2 的谐振频率设定为规定的单一的谐振频率 f_0 ,将送电线圈 1 的谐振频率设定为包含该谐振频率 f_0 的多个谐振频率 f_1 、 f_2 、 f_3 。

[0087] 其中,如上述的各实施方式那样,通过将送电线圈 1 侧的谐振频率设定为单一,从而能够防止送电线圈 1 与存在于受电线圈 2 的周边的物体产生谐振,因此送电效率提高。即,通过将来自送电线圈 1 的送电能量集中到单一的频率,从而能够将送电线圈 1 的周边带来的影响或因此而产生的损失抑制为最低限度。

[0088] 送电线圈 1 相当于本发明的“送电用谐振部”以及“送电用谐振部件”,受电线圈 2 相当于本发明的“受电用谐振部”以及“受电用谐振部件”,高频交流电源 6 相当于本发明的“电源”,电动车辆 V 相当于本发明的“车辆”。分别构成送电线圈 1 以及受电线圈 2 的并联或者串联的 LC 谐振电路相当于本发明的“谐振电路”。送电线圈 1 以及受电线圈 2 相当于本发明的“一对的谐振部”。

[0089] 以上,说明了本发明的实施方式,这些实施方式的记载是为了容易理解本发明,而并非用于限定本发明。因此,上述实施方式所公开的各要素是意欲将属于本发明的技术范围内的所有的设计变更或等同物都包含在内。

[0090] 工业上的可利用性

[0091] 根据本发明,就算送电用谐振部以及受电用谐振部的一方的谐振频率因外在因素等而变动,由于送电用谐振部以及受电用谐振部的另一方具有包含该谐振频率的多个谐振频率,因此能够以变动的谐振频率进行送电。由此,即使谐振频率相对地变动也能够抑制送电效率的下降。从而,本发明的非接触供电装置以及非接触供电方法能够在工业上利用。

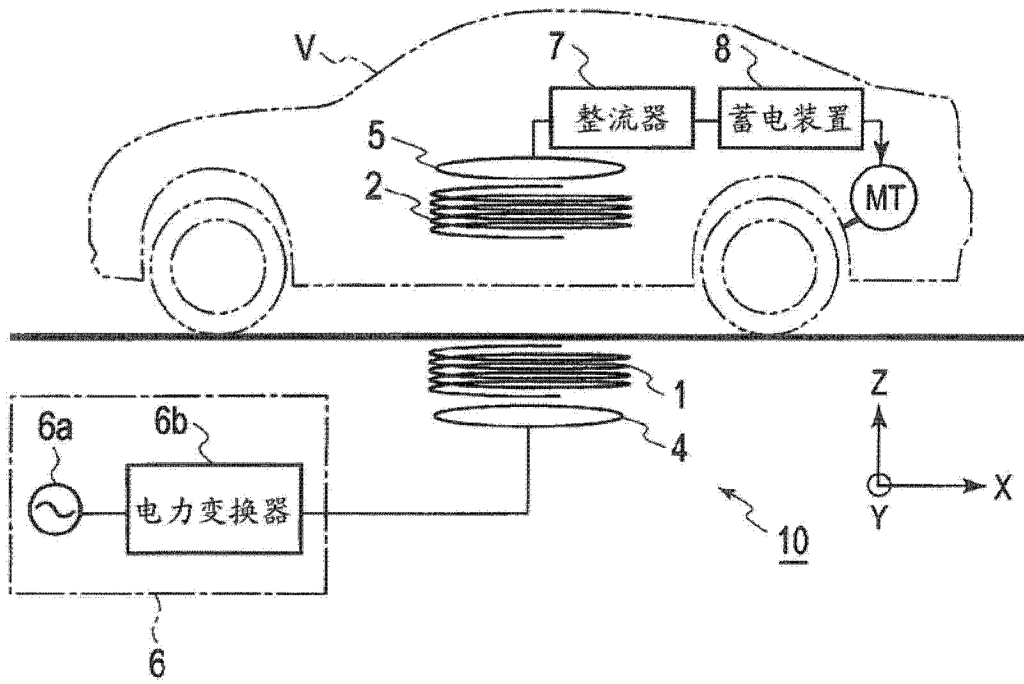


图 1

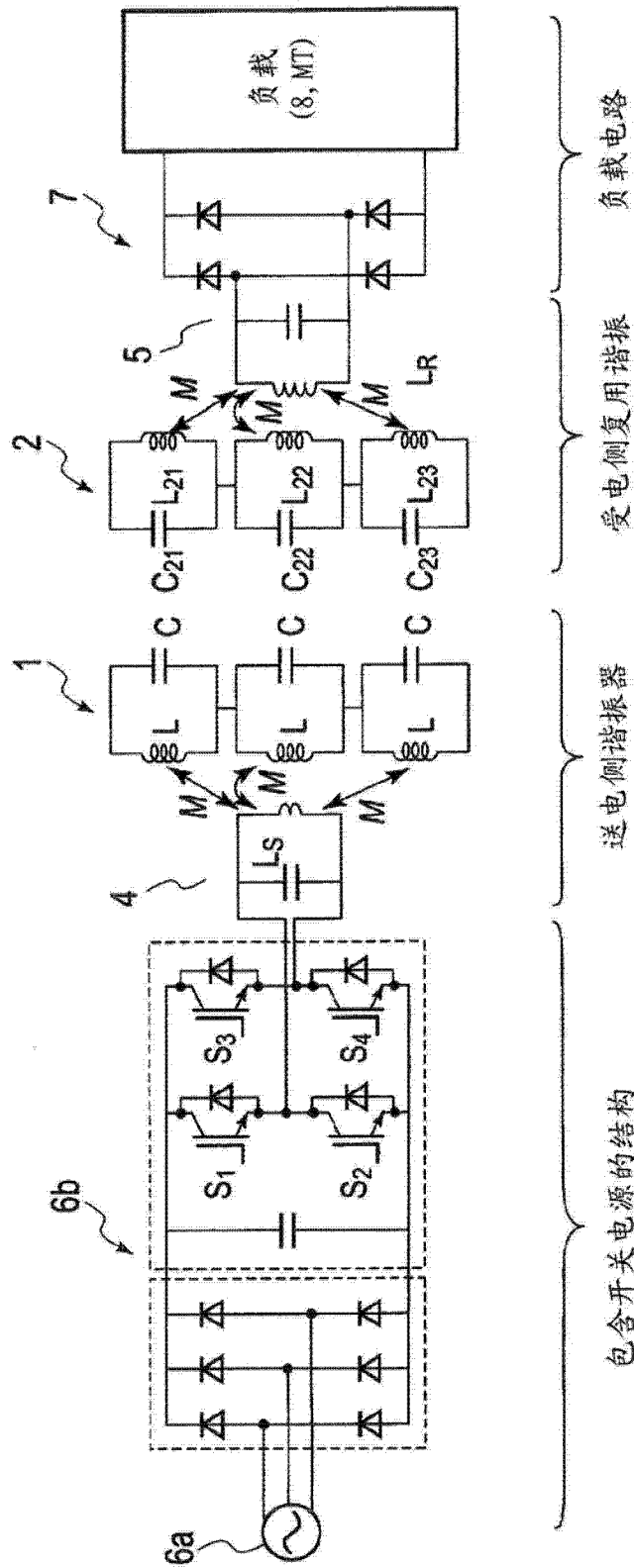


图 2

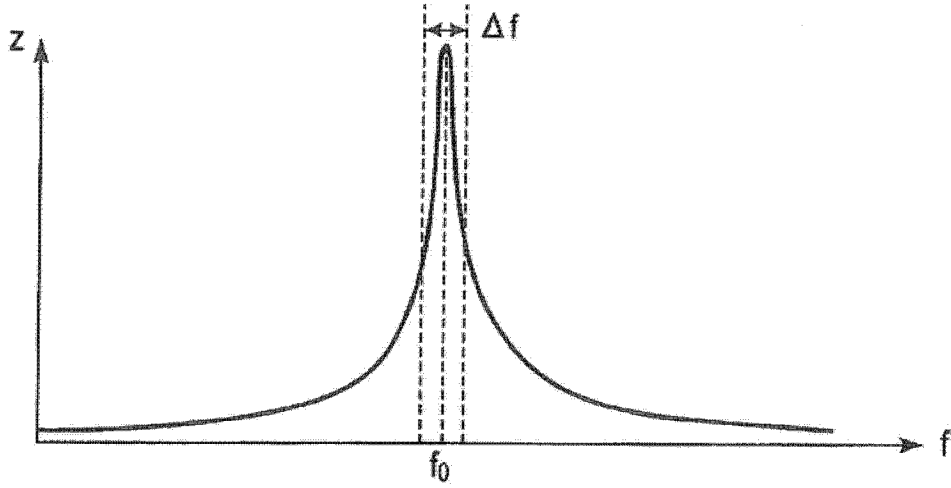
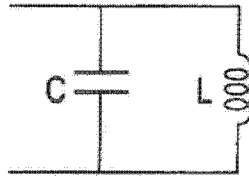


图 3A

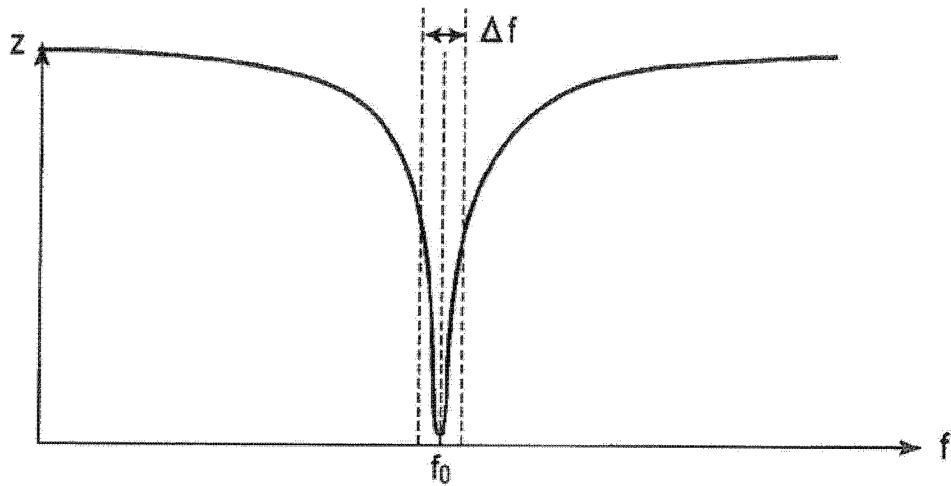


图 3B

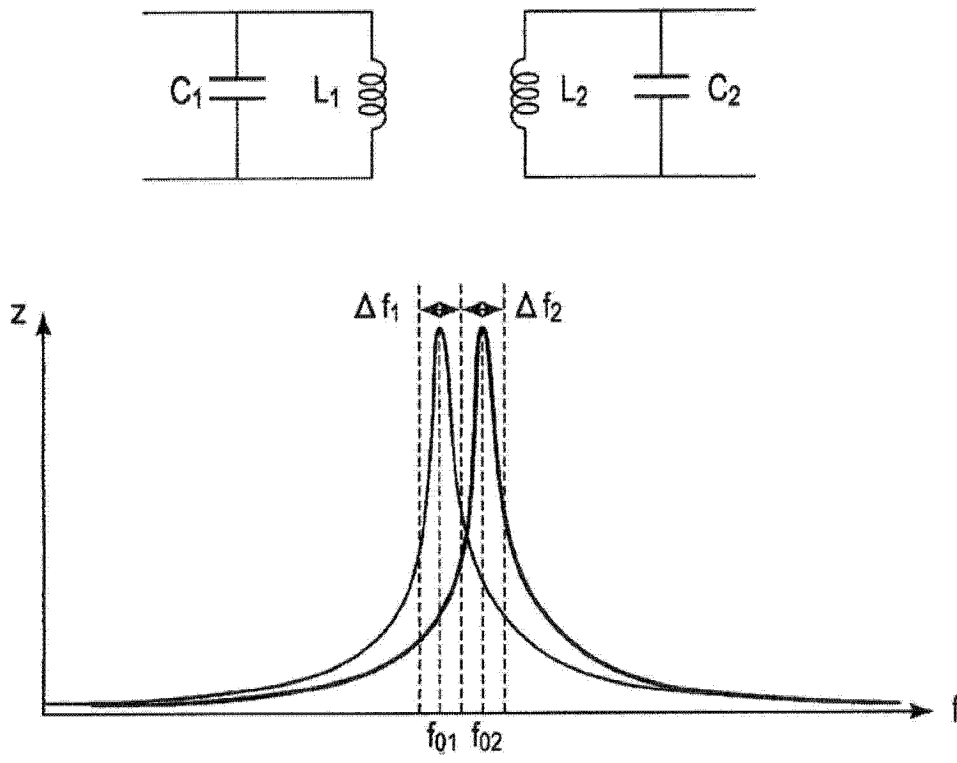


图 3C

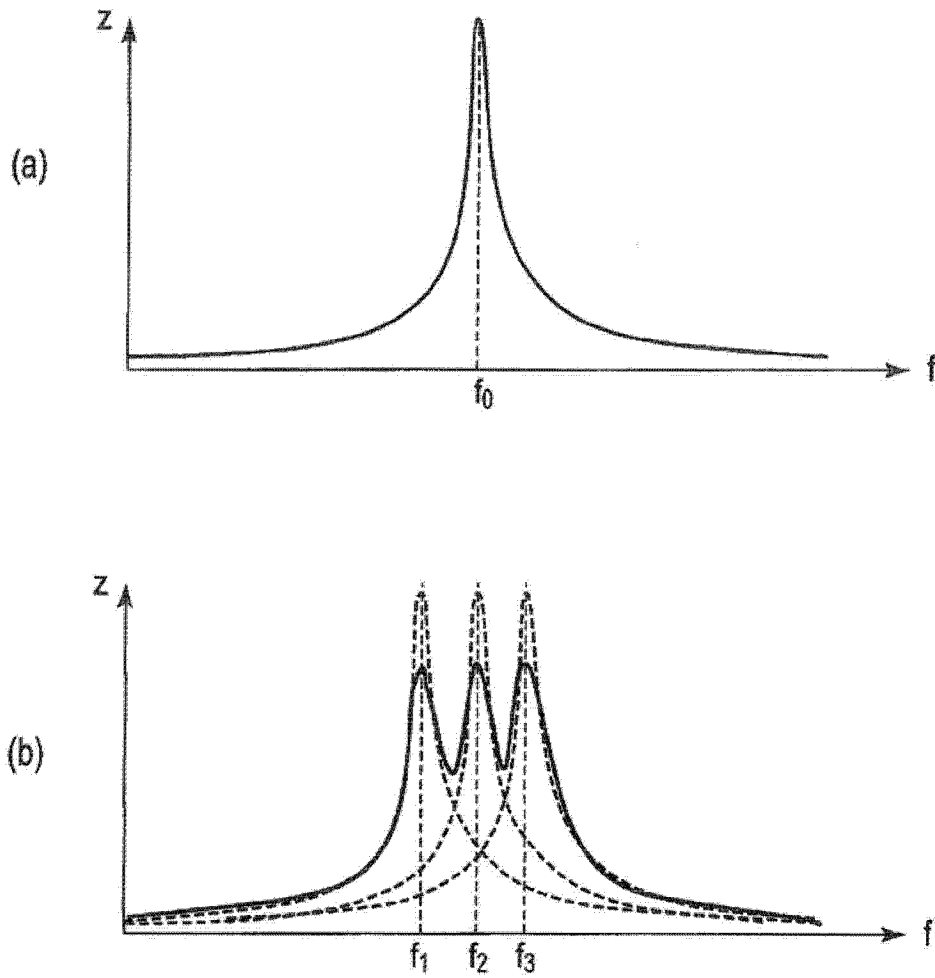


图 4

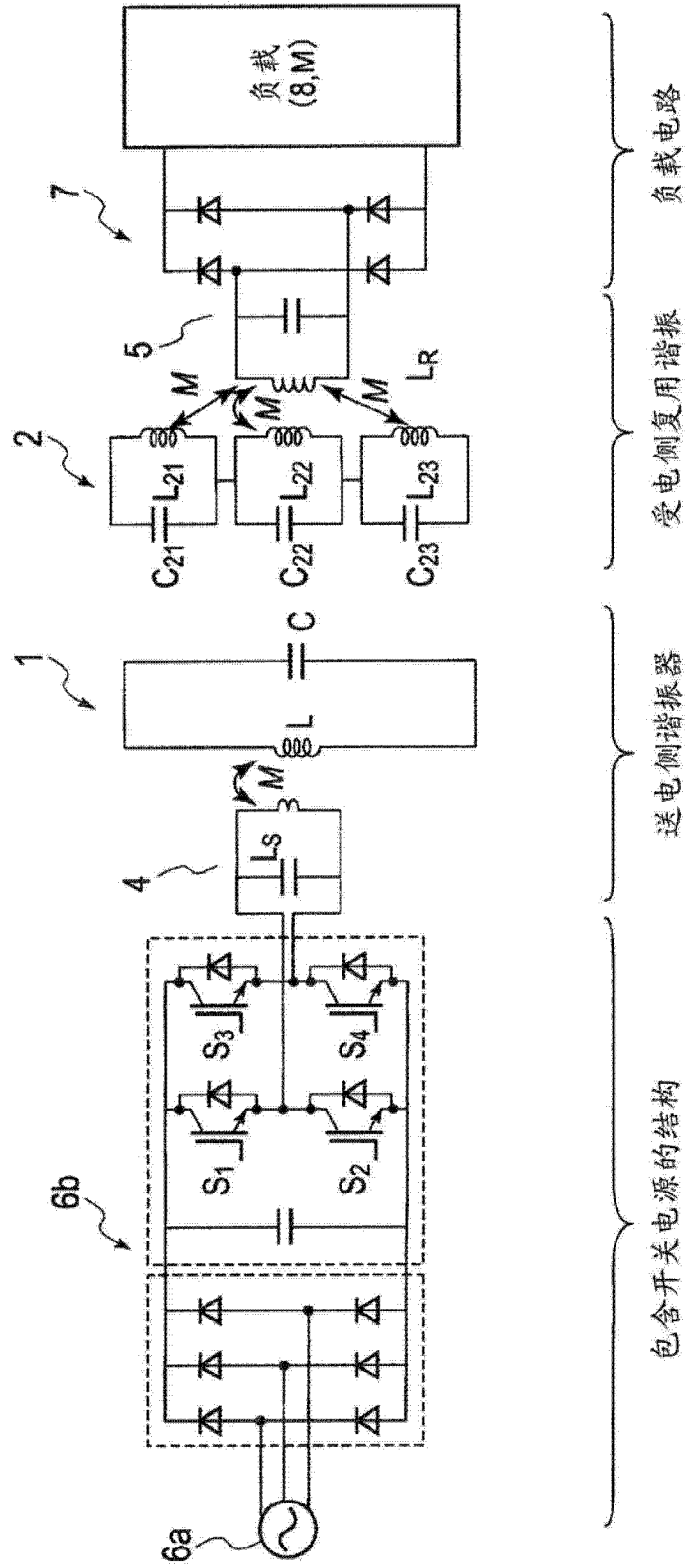


图 5

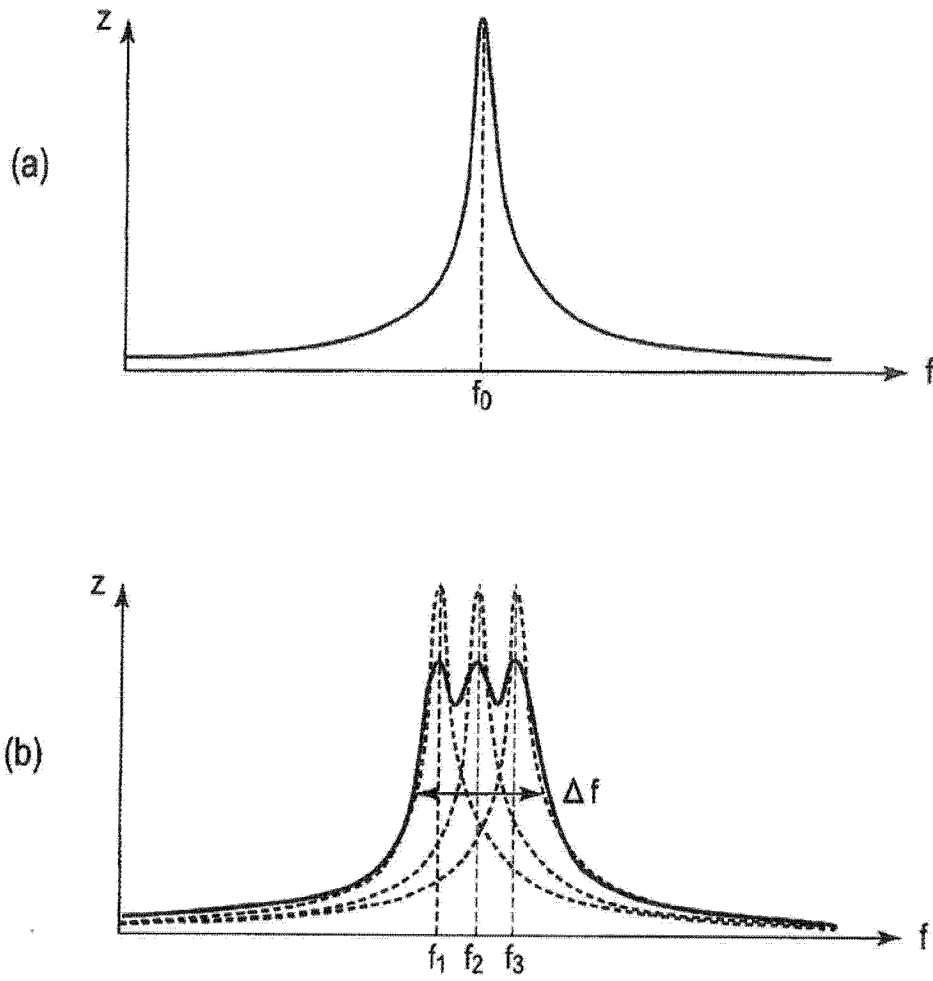


图 6

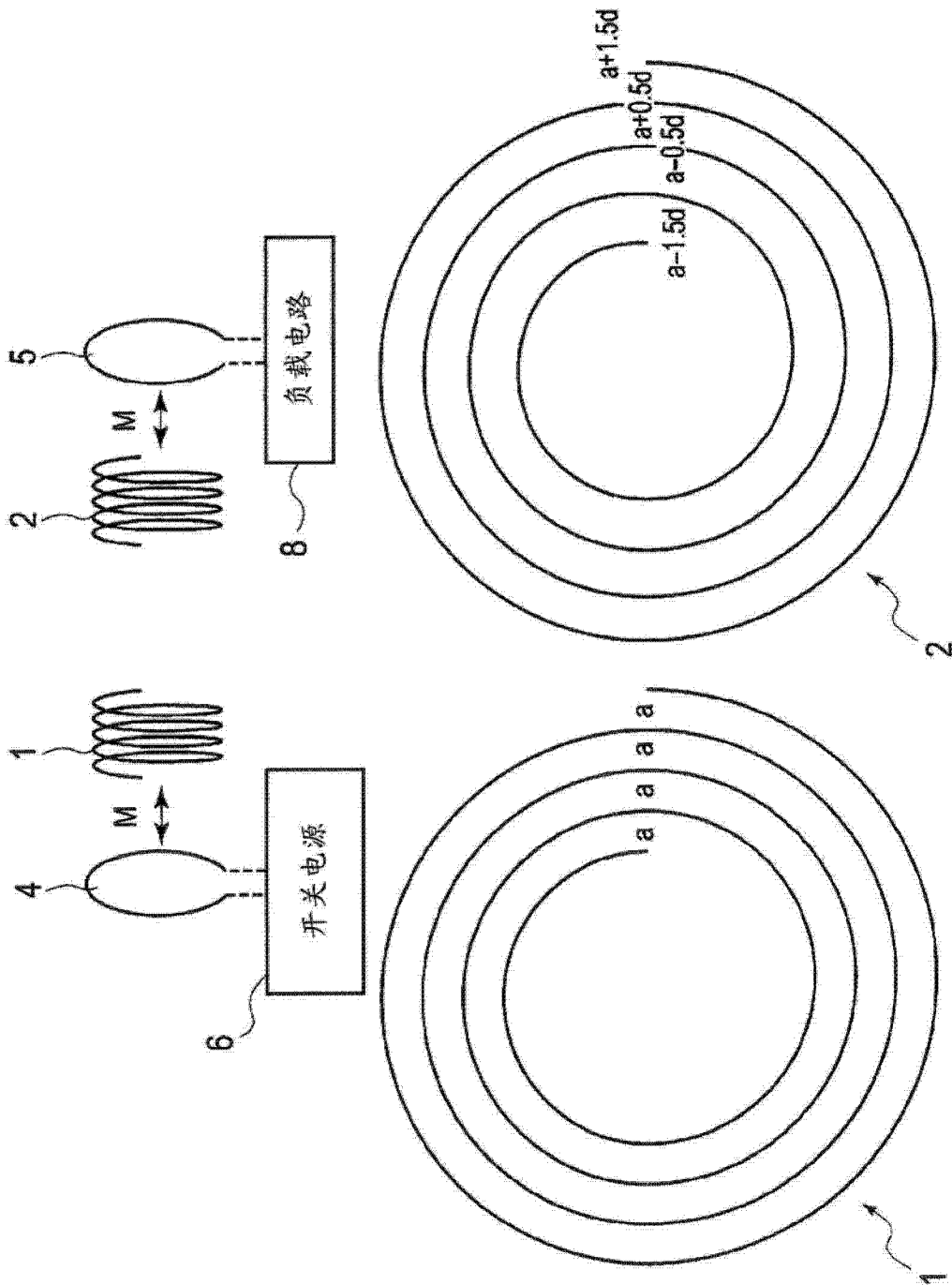


图 7

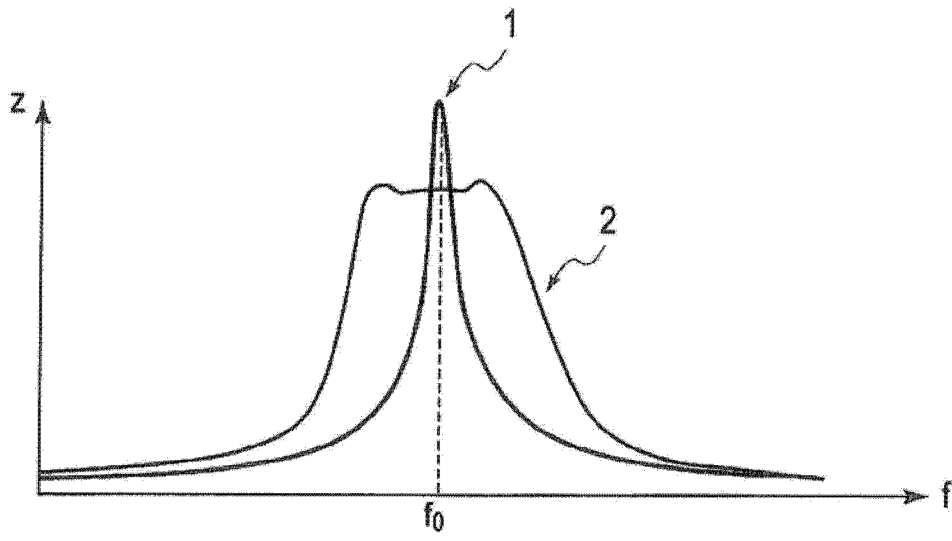


图 8

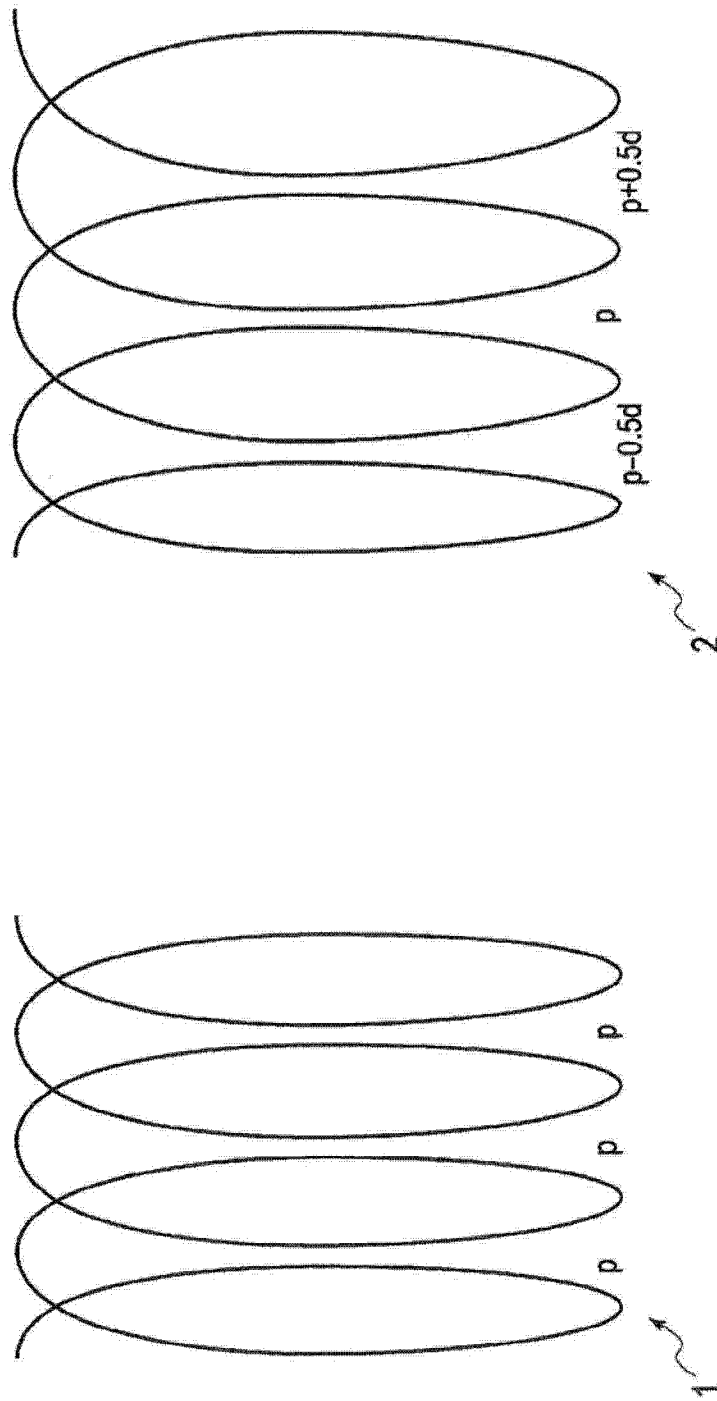


图 9

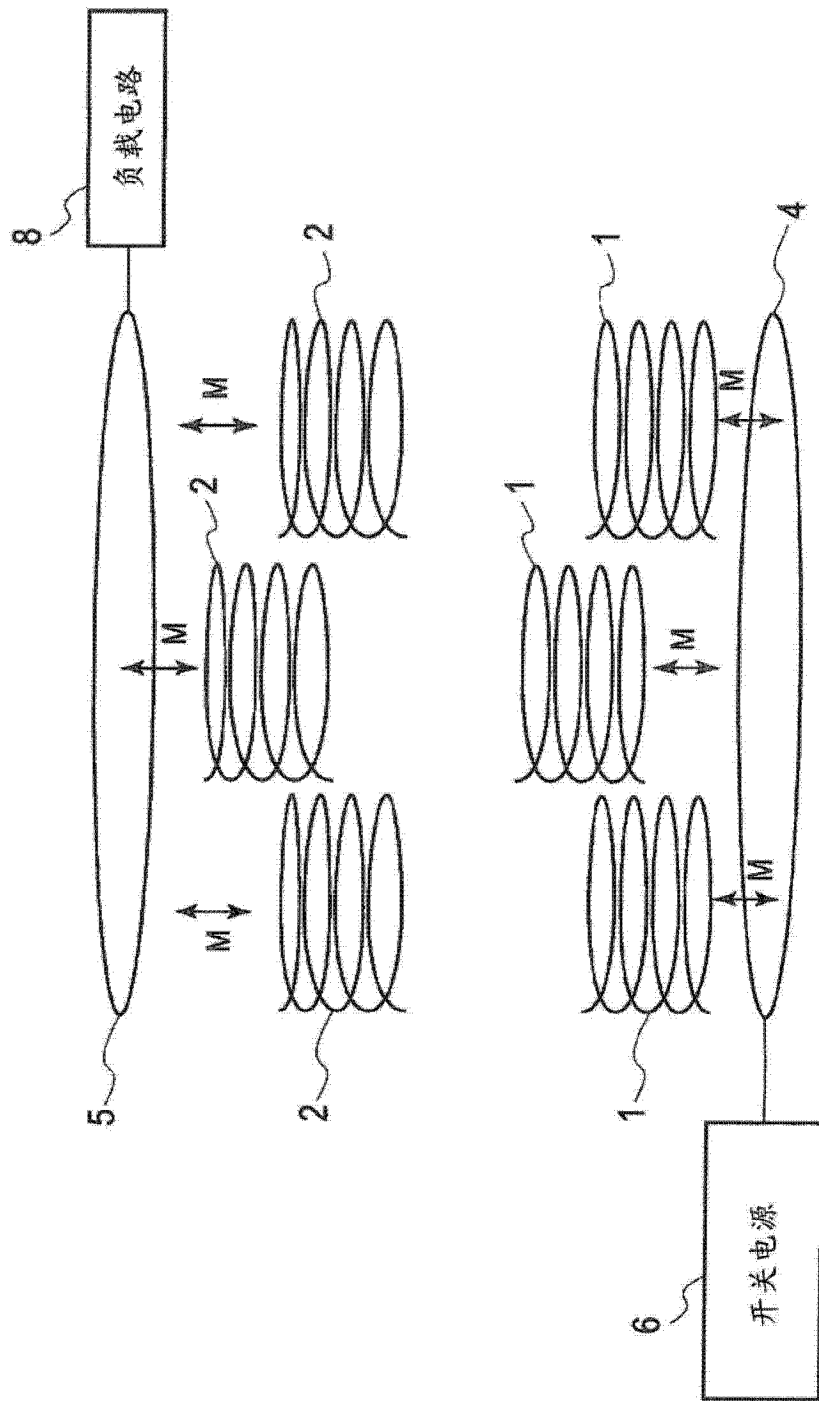


图 10

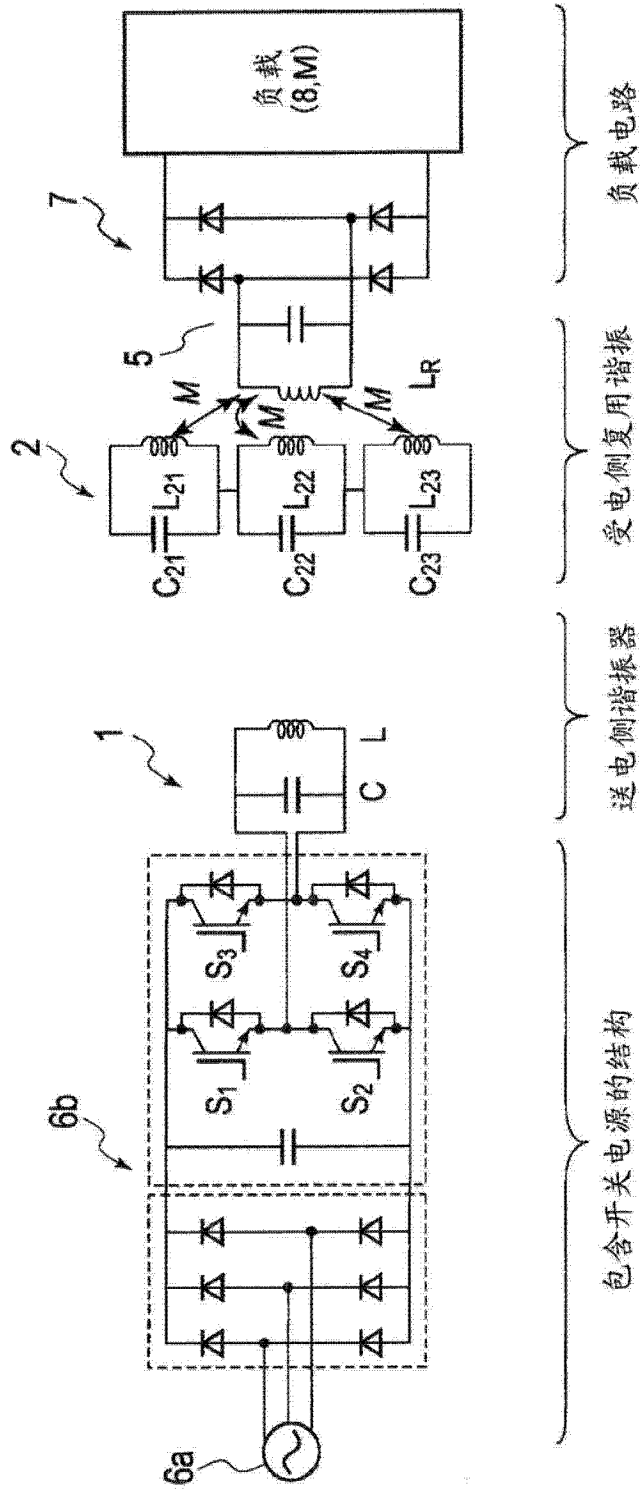


图 11

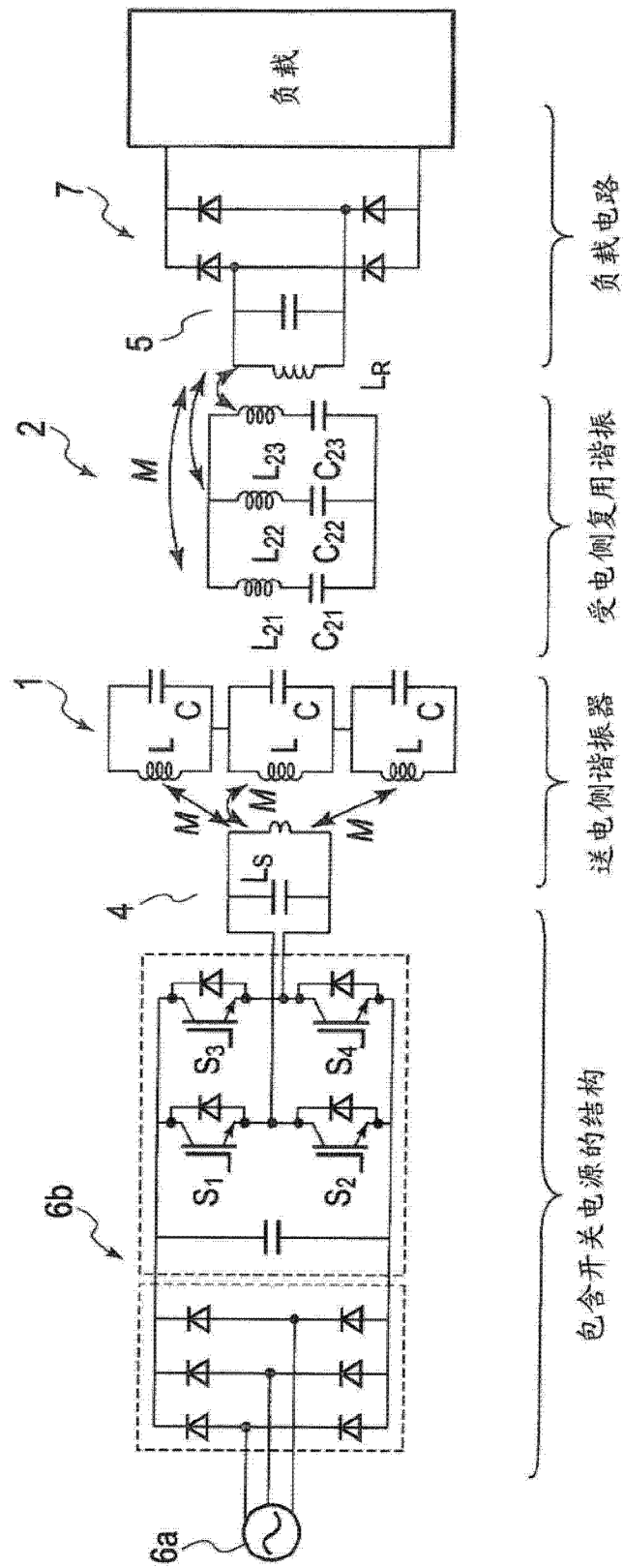


图 12

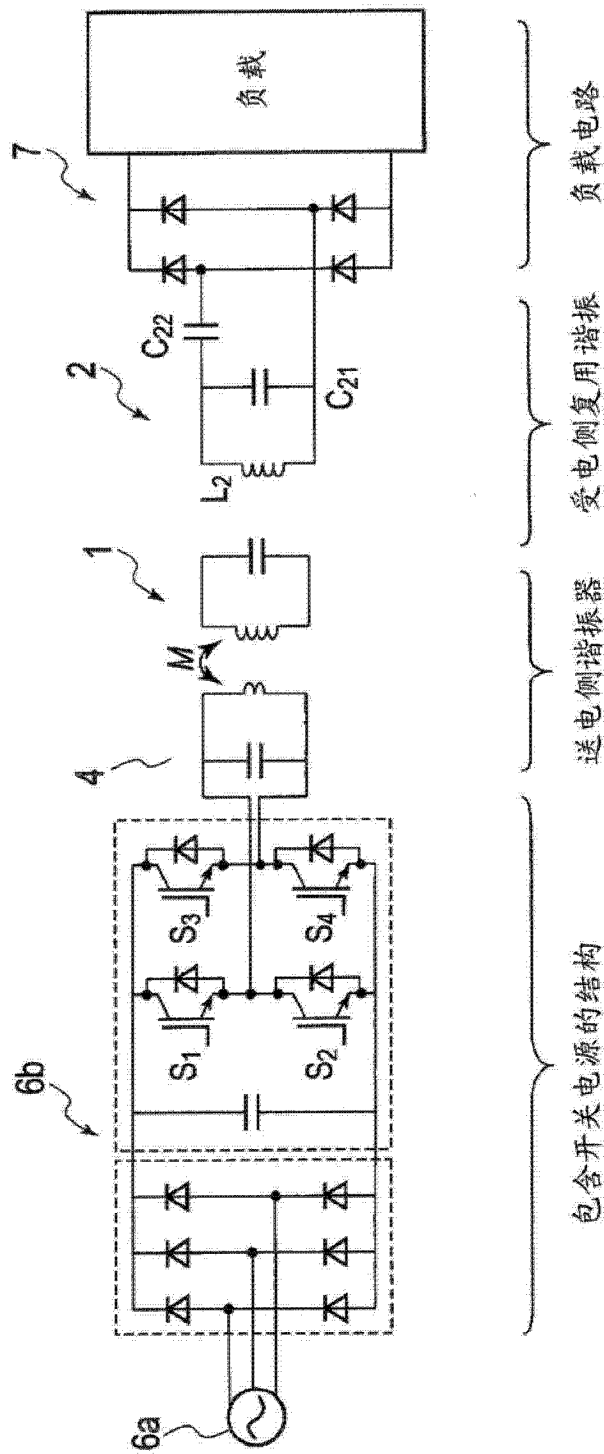


图 13

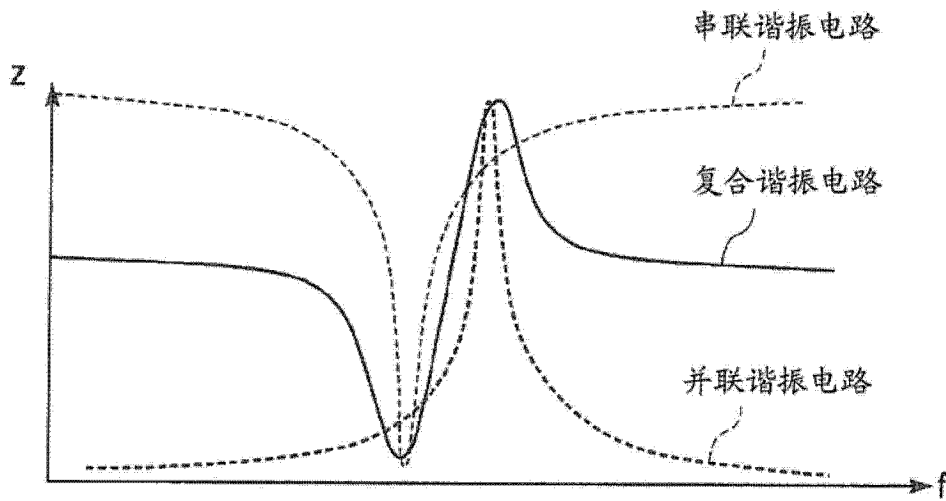


图 14

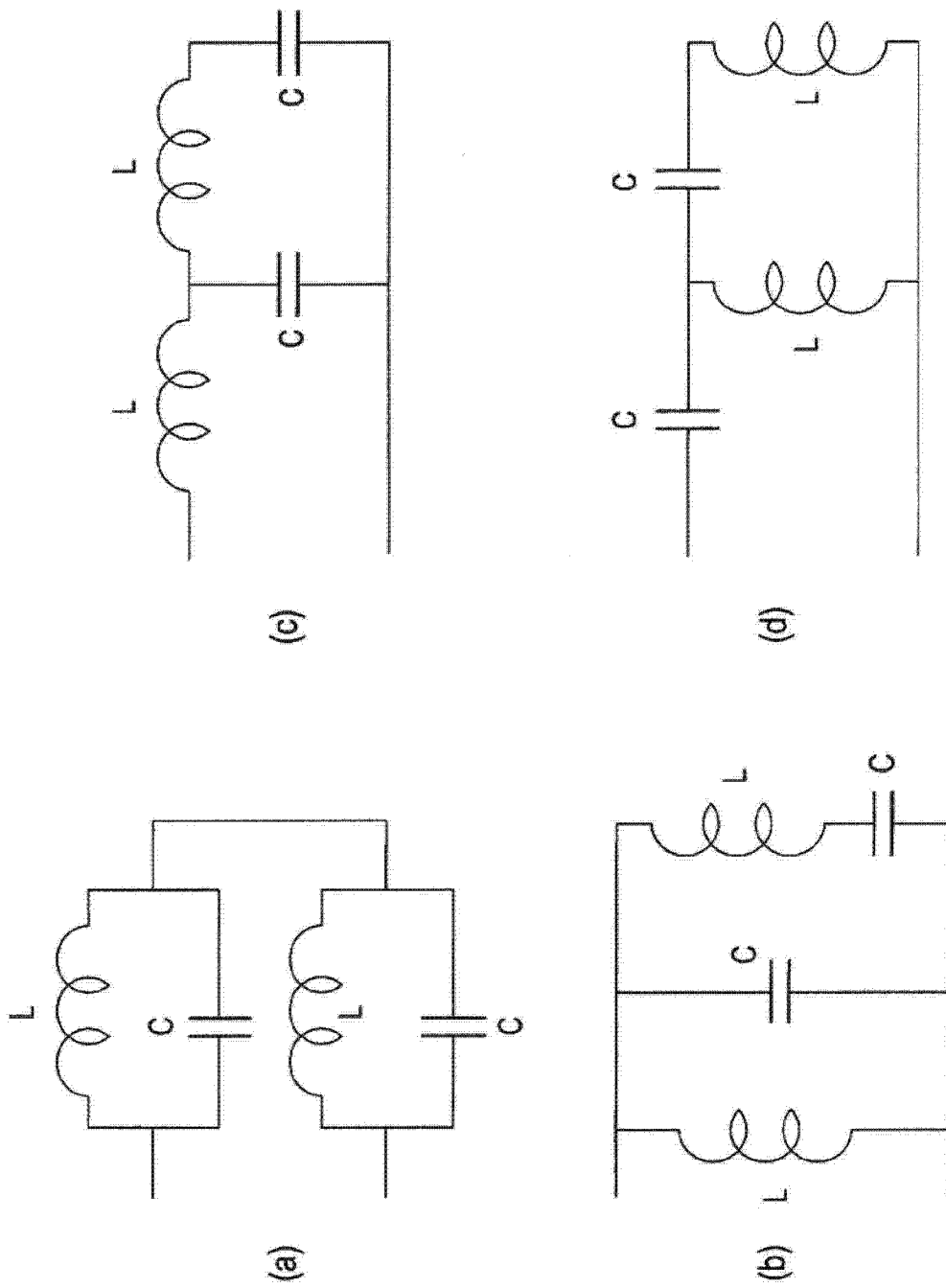


图 15