



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104015627 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201410190932. 7

H02J 7/00(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 10. 13

H02J 17/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

H01F 38/14(2006. 01)

61/251, 425 2009. 10. 14 US

(62) 分案原申请数据

201080036851. 1 2010. 10. 13

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 山本浩司 菅野浩

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 薛凯

(51) Int. Cl.

B60L 11/18(2006. 01)

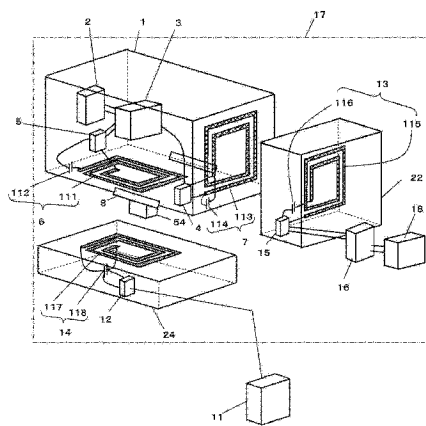
权利要求书3页 说明书12页 附图11页

(54) 发明名称

电动车辆和具有电池组的电源系统

(57) 摘要

本发明公开了一种电动机器和电源系统,其中电池组可以容易且安全地更换为另一电池组,并且可以高传输效率来传输电力。本发明的电动机器包括驱动电动机(18)、用于将电力供给至驱动电动机(18)的电池组(1)、以及用于将从电池组(1)输出的电能传输至驱动电动机(18)的能量传输部(22)。电池组包括:第一天线(6),通过与位于电动机器外面的电源产生的第一谐振磁场相耦合接收来自该电源的电力;至少一个二次电池(2),由第一天线(6)接收的电力进行充电;振荡器(4),通过从二次电池(2)释放的直流功率产生射频功率;以及第二天线(7),通过射频功率产生第二谐振磁场。能量传输部(22)包括与第二天线产生的第二谐振磁场相耦合的第三天线,并将第三天线接收的射频功率传输至驱动电动机(18)。



1. 一种电动机器,包括:
驱动电动机;
电池组,用于将电力供给至驱动电动机;和
能量传输部,用于将从电池组输出的电能传输至驱动电动机,其中:
电池组作为一个整体包括:
第一天线,用于通过与位于电动机器外面的电源所产生的第一谐振磁场相耦合,接收来自该电源的电力;
至少一个二次电池,由第一天线接收到的电力进行充电;
振荡器,用于根据从二次电池释放的直流功率产生射频功率;和
第二天线,用于根据射频功率产生第二谐振磁场;并且
能量传输部包括第三天线,第三天线与第二天线所产生的第二谐振磁场相耦合,从而将第三天线接收到的射频功率传输至驱动电动机。
2. 根据权利要求1所述的电动机器,其中:
第一天线由包括第一电感器和第一电容器的第一谐振电路形成;
第二天线由包括第二电感器和 second 电容器的第二谐振电路形成;以及
第三天线由包括第三电感器和第三电容器的第三谐振电路形成。
3. 根据权利要求2所述的电动机器,其中第一电感器、第二电感器和第三电感器分别由具有螺旋形状或环形形状的至少一个导电层形成。
4. 根据权利要求1-3中任一项所述的电动机器,其中第一天线的谐振频率不同于第二天线的谐振频率。
5. 根据权利要求1-3中任一项所述的电动机器,包括电池组保持部,电池组保持部用于可拆卸地保持电池组,使得第二天线与第三天线相对。
6. 根据权利要求1所述的电动机器,其中电池组被保持为使得第一电感器的主表面平行于地面。
7. 根据权利要求1-3中任一项所述的电动机器,其中电动机器为具有多个车轮的车辆。
8. 根据权利要求1所述的电动机器,其中所述电池组,构成为能够相对于所述电动机器进行拆装。
9. 根据权利要求8所述的电动机器,还具备构成为能将所述电池组固定于所述电动机器并将所述电池组从所述电动机器上拆下的安装结构。
10. 根据权利要求8所述的电动机器,还具备:
保持部,构成为在将所述电池组相对于所述电动机器进行拆装时保持所述电池组。
11. 根据权利要求1所述的电动机器,其中:
从所述振荡部输出的高频电力,被输入所述第2天线,
所述第3天线,接收从所述第2天线发送出的高频电力。
12. 根据权利要求11所述的电动机器,其中在所述第2天线与所述第3天线之间,通过基于共振磁场的磁耦合以无线方式进行电力传输。
13. 根据权利要求11所述的电动机器,其中:
所述第1天线是充电专用的天线,

所述第 2 天线是放电专用的天线。

14. 一种电池组,作为一个整体包括:

第一天线,用于通过与位于外面的电源所产生的第一谐振磁场相耦合,接收来自该电源的电力;

至少一个二次电池,由第一天线接收到的电力进行充电;

振荡器,用于根据从二次电池释放的直流功率产生射频功率;和

第二天线,用于根据射频功率产生第二谐振磁场,并与位于外面的第三天线磁耦合。

15. 根据权利要求 14 所述的电池组,其中:

第一天线由包括第一电感器和第一电容器的第一谐振电路形成;以及

第二天线由包括第二电感器和第二电容器的第二谐振电路形成。

16. 根据权利要求 15 所述的电池组,其中第一电感器和第二电感器分别由具有螺旋形状或环形形状的至少一个导电层形成。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的电池组,其中:

所述第 1 电感器的形成面与第 1 平面平行,

所述第 2 电感器的形成面与第 2 平面平行,该第 2 平面以 45 度以上的角度与所述第 1 平面交叉

第二电感器垂直地投影在第一平面上时的中心位于由第一电感器垂直地投影在第一平面上时的轮廓限定的区域内。

18. 根据权利要求 14-16 中任一项所述的电池组,其中第一天线的谐振频率不同于第二天线的谐振频率。

19. 根据权利要求 14 所述的电池组,其中:

从所述振荡部输出的高频电力,被输入所述第 2 天线,

所述第 3 天线,接收从所述第 2 天线发送出的高频电力。

20. 根据权利要求 19 所述的电池组,其中在所述第 2 天线与所述第 3 天线之间,通过基于共振磁场的磁耦合以无线方式进行电力传输。

21. 根据权利要求 19 所述的电池组,其中:

所述第 1 天线是充电专用的天线,

所述第 2 天线是放电专用的天线。

22. 一种电源系统,包括:

电池组,用于将电力供给至负载;

第一能量传输部,用于将从电池组输出的电力传输至负载;和

第二能量传输部,用于将从外面供给的电力传输至电池组,其中:

电池组作为一个整体包括:

第一天线,用于通过与第二能量传输部所产生的第一谐振磁场相耦合,来接收电力;

至少一个二次电池,由第一天线接收到的电力进行充电;

第一振荡器,用于根据从二次电池释放的直流功率产生第一射频功率;和

第二天线,用于根据第一射频功率产生第二谐振磁场;

第一能量传输部包括第三天线,第三天线与第二天线所产生的第二谐振磁场相耦合;

第三天线接收到的射频功率传输至负载;以及

第二能量传输部包括：

第二振荡器,用于采用从外面供给的电力来产生第二射频功率;和
第四天线,用于通过第二射频功率产生第一谐振磁场。

电动车辆和具有电池组的电源系统

[0001] 本申请是申请号为 201080036851.1、申请日为 2010 年 10 月 13 日、发明名称为“电动车辆和具有电池组的电源系统”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及电动机器和电源系统,该电源系统具有电池组,用于借助于谐振磁场通过耦合来无线传输电力。

背景技术

[0003] 诸如电动车辆之类的电动机器由电动机驱动。例如,与动力源为内燃机的汽车不同,电动车辆采用电动机作为动力源来运行。电动车辆具有安装在其中的动力电池,并通过将储存在动力电池中的能量传输至电动机而获得驱动力。动力电池例如可以为二次电池,如锂离子电池、镍氢电池或铅蓄电池。在多种情况中,动力电池以电池组的形式安装在车体中,在电池组中多个“模块”与充电-放电控制电路等封装在一起,其中每个模块包括串联连接在一起的多个“电池单元(cell)”(电池的最小形式,包括电极和电解液)。当动力电池的剩余电量变低时,电池组通过连接至外部电源而被充电,使得电动车辆能够重新运行。外部电源可以为能够大功率充电等的商用电源(100V/200V)、安装在充电站等中的充电设备,等等。

[0004] 传统电动车辆的动力电池在每次动力电池的剩余电量变低时在家中或在充电站充电(例如,参见专利文献 1)。图 14 示出了专利文献 1 中描述的用于传统电动车辆的电源系统。动力电池 72(其为可再充电二次电池)与充电-放电控制电路 61 一起封装成电池组 62。电池组 62 固定在电动车辆 70 的车体内部,使得在正常使用期间不能移除电池组 62。电动车辆 70 的车体设置有用于接收从外部电源 63 供给的电力的车辆侧连接器 64。电池组 62 设置有电池组侧充电连接器 65,充电侧连接器 65 和车辆侧连接器 64 通过电缆连接在一起。电池组 62 设置有电池组侧功率输出连接器 66,电池组侧功率输出连接器 66 通过电缆连接至电动车辆 70 中的动力源 67。在充电时,用户将设置在外外部电源 63 的电缆 68 端部处的电源连接器 69 连接至车辆侧连接器 64。动力电池 72 通过经由车辆侧连接器 64、充电侧连接器 65 和充电-放电控制电路 61 接收来自外部电源 63 的电力而被充电。

[0005] 对动力电池 72 进行充电在正常充电时花费数小时,并且即使借助于高电压和大电流的快速充电也要花费数十分钟。除了充电需要大量的时间之外,存在的另一个问题是,动力电池 72 在重复快速充电时退化。为了解决该问题,已经提出了用充分充电的动力电池更换电池电平已经变低动力电池 72 的多种建议(例如,参见专利文献 2 和非专利文献 1)。

[0006] 在诸如电动车辆之类的电动机器之外的某些其他领域,已经提出对电池组进行无线充电(例如,参见专利文献 3)。专利文献 3 涉及用在便携式终端装置中的电源装置,其中通过电磁感应方法来传输电力。然而,采用这种方法,在功率发送天线和功率接收天线之间距离较长时,或者在天线没有很好地彼此对准时,不能够实现有效的传输。

[0007] 另一方面,专利文献 4 披露了一种新型的无线能量传输系统,用于将能量从两个谐振器中的一个谐振器穿过这两个谐振器之间的空间传输至另一个谐振器,反之亦然。该无线能量传输系统经由在这两个谐振器周围的空间中产生的谐振频率的振荡能量的消逝拖尾 (evanescent tail),将这两个谐振器彼此耦合,从而无线地(即,通过非接触方法)传输振荡能量。

[0008] 引用列表

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献 1 :日本特许专利公开 No. 11-146504

[0011] 专利文献 2 :日本特许专利公开 No. 9-98518

[0012] 专利文献 3 :日本特许专利公开 No. 10-248171

[0013] 专利文献 4 :美国专利申请公开 No. 2008/0278264(图 12 和 14)

[0014] 非专利文献

[0015] 非专利文献 1: " 2002Report of research and study on car sharing systems using cars with replaceable battery " (March2003, Mechanical Social Systems Foundation)

发明内容

[0016] 要解决的技术问题

[0017] 采用用于诸如电动车辆之类的电动机器的常规电源系统,当旧电池组从车体上移除以用另一电池组更换时,需要将电缆从电池组侧充电连接器和电池组侧动力输出连接器上拔掉。当安装新电池组时,需要将电缆插接这些连接器。而且,需要通过将连接器端子装配在一起而建立电路径,并且连接器装配操作需要相对大的力量。而且,如在 " 2002Report of research and study on car sharing systems using cars with replaceable battery " (March2003, Mechanical Social Systems Foundation) 中描述的那样,需要提供措施以防止操作期间的电击或由诸如雨水之类的液滴引起的漏电。

[0018] 另一方面,采用用于通过电磁感应方法将功率传输至家用电器的技术,在功率发送天线和功率接收天线之间距离较长时,或者在天线没有很好地彼此对准时,不能够实现有效的传输。

[0019] 为了解决上述问题已经做出了本发明,并且本发明提供了一种电动机,其包括电池组和电源系统,使得能够通过天线之间的磁耦合以非接触方式在电池组和电源系统之间传输电力,因此使得能够进行安全且容易的电池更换。而且,与采用电磁感应的常规无线功率传输方法相比,本发明还使得即使在天线之间距离较长时也能够进行有效的电力传输。

[0020] 技术方案

[0021] 本发明的电动机包括:驱动电动机;电池组,用于将电力供给至驱动电动机;和能量传输部,用于将从电池组输出的电能传输至驱动电动机,其中:电池组包括:第一天线,用于通过与位于电动机外面的电源所产生的第一谐振磁场相耦合,接收来自该电源的电力;至少一个二次电池,由第一天线接收到的电力进行充电;振荡器,用于根据从二次电池释放的直流功率产生射频功率;和第二天线,用于根据射频功率产生第二谐振磁场;

并且能量传输部包括第三天线,第三天线与第二天线所产生的第二谐振磁场相耦合,从而将第三天线接收到的射频功率传输至驱动电动机。

[0022] 本发明的电池组包括:第一天线,用于通过与位于外面的电源所产生的第一谐振磁场相耦合,接收来自该电源的电力;至少一个二次电池,由第一天线接收到的电力进行充电;振荡器,用于根据从二次电池释放的直流功率产生射频功率;和第二天线,用于根据射频功率产生第二谐振磁场,并与位于外面的第三天线磁耦合。

[0023] 本发明的电源系统包括:电池组,用于将电力供给至负载;第一能量传输部,用于将从电池组输出的电力传输至负载;和第二能量传输部,用于将从外面供给的电力传输至电池组,其中:电池组包括:第一天线,用于通过与第二能量传输部所产生的第一谐振磁场相耦合,来接收电力;至少一个二次电池,由第一天线接收到的电力进行充电;第一振荡器,用于根据从二次电池释放的直流功率产生第一射频功率;和第二天线,用于根据第一射频功率产生第二谐振磁场;第一能量传输部包括第三天线,第三天线与第二天线所产生的第二谐振磁场相耦合;第三天线接收到的射频功率传输至负载;并且第二能量传输部包括:第二振荡器,用于采用从外面供给的电力产生第二射频功率;和第四天线,用于通过第二射频功率产生第一谐振磁场。

[0024] 有益效果

[0025] 根据本发明的电动机器,能够在不降低传输效率的情况下,以非接触方式且不采用接触点,将电力供给至电池组以及从电池组输出电力,因此使得能够进行安全且容易的电池更换。而且,根据本发明的电源系统,不仅能够将能量有效地传输至电动机器而且能够传输至家用电器。

[0026] 根据接下来参照附图对本发明优选实施方式的详细描述,本发明的其它特征、元件、过程、步骤、特性和优点将变得更加清楚。

附图说明

[0027] 图 1 为大致示出本发明的包括具有电池组的电动车辆的电源系统的示意图,其中图 1(a) 大致示出电动车辆,图 1(b) 大致示出电源系统。

[0028] 图 2 为示出根据本发明实施方式 1 的电动车辆配置的示意图。

[0029] 图 3 为示出根据本发明实施方式 1 的电动车辆的等效电路图。

[0030] 图 4 为示出根据本发明实施方式 1 的电源系统配置的示意图。

[0031] 图 5 为示出根据本发明实施方式 1 的电源系统的等效电路图。

[0032] 图 6 为示出根据本发明实施方式 1 的天线优选配置的示意图。

[0033] 图 7 为示出根据本发明实施方式 1 的天线配置和传输效率之间关系的示意图。

[0034] 图 8 为示出根据本发明实施方式 1 的具有优选天线配置的电源系统配置的示意图。

[0035] 图 9 为示出根据本发明实施方式 2 的天线具体位置的示意图。

[0036] 图 10 为示出根据本发明实施方式 3 的电源系统配置的示意图。

[0037] 图 11 为示出根据本发明实施方式 3 的电源系统的等效电路图。

[0038] 图 12 为示出根据本发明实施方式 4 的自动导向机器人配置的示意图。

[0039] 图 13 为示出根据本发明实施方式 5 的家用电器配置的示意图。

[0040] 图 14 为示出常规电动车辆电源系统的示意图。

具体实施方式

[0041] 现在将参照附图描述根据本发明优选实施方式的电池组、电动机和电源系统。

[0042] (实施方式 1)

[0043] 首先,参照图 1,将描述本发明的第一实施方式。

[0044] 本实施方式涉及电动车辆,其作为具有本发明的电池组的电动机的示例。图 1(a) 示出了本实施方式的电动车辆的配置,图 1(b) 示出了用在电动车辆中的电源系统的配置。注意,图 1 中示出的电动车辆和电源系统的配置仅仅是本实施方式的可行配置的一种示例,并且本实施方式的配置不限于图 1 中示出的配置。

[0045] 图 1 中示出的电动车辆 9 采用驱动电动机 18 作为动力源进行运行。驱动电动机 18 通过接收来自安装在电动车辆 9 中的二次电池 2 的电力而用作电动车辆 9 的动力源。在优选示例中,二次电池 2 以其中多个二次电池连接在一起的电池组 1 的形式安装在车体,并且由图 1(b) 中示出的外部电源 11 充电。

[0046] 在电动车辆 9 中,电力借助于谐振磁场通过天线之间的磁耦合在电池组 1 和外部电源 11 之间无线传输。而且,电力还借助于谐振磁场通过天线之间的磁耦合在电池组 1 和驱动电动机 18 之间无线传输。

[0047] 电池组 1 包括第一天线(电池组侧功率接收天线)6 和第二天线(电池组侧功率发送天线)7。第三天线(车辆侧功率接收天线)13 置于电动车辆 9 的车体中,与第二天线 7 相对。第二天线 7 将电力无线传输至第三天线 13。另一方面,第一天线 6 将电力无线传输至置于电动车辆 9 外部的第四天线(电源侧功率发送天线)14。这些天线是通过已经由谐振器的电磁场的消逝拖尾产生的耦合现象将能量从两个目标中的一个目标传输至另一个目标的元件。

[0048] 本实施方式不再需要电池组 1 和驱动电动机 18、以及电池组 1 和外部电源 11 之间的连接器插接操作,而这种连接器插接操作对于常规技术是必须的。还能够防止连接器的短路。而且,由于在谐振频率下通过磁耦合(借助于谐振磁场的耦合)无线传输电力,因此将不引起能量损失,否则在电磁波传输至远距离位置时将引起能量损失。因此,可以以非常高的效率传输功率。采用谐振电磁场(即,近场)的耦合现象的这种能量传输技术引起的损耗比采用电磁感应的法拉第定律的已知非接触功率传输要少得多。而且,即使在天线之间的距离较长时,也可以通过这种技术实现有效的能量传输。例如,在本发明的优选实施方式中,能量可以在两个谐振器(或天线)之间传输,在这两个谐振器之间具有高达数米的间距。即使天线彼此稍未对准,也可以保持高的传输效率。

[0049] 现在参照图 2-5,将更详细地描述本发明的第一实施方式。

[0050] 在下文涉及的附图中,与图 1 中示出的元件相同的元件由相同的附图标记表示。图 2 和 3 分别示出了本实施方式的电动车辆的主要元件及其等效电路。图 4 和 5 分别示出了本实施方式的电源系统的主要元件及其等效电路。注意,附图中示出的各种元件的空间配置仅仅是说明性的,并且空间配置不限于此。

[0051] 如图 2 所示,本实施方式的电动车辆 9 包括作为动力源的驱动电动机 18、用来控制电力传输至驱动电动机 18 的驱动控制部 16、用于供给对驱动电动机 18 进行驱动用的电力

的电池组 1、用来接收来自电池组 1 的电力并将该电力传输至驱动电动机 18 的第一能量传输部 22、以及用于将电池组 1 固定至车体的电池组保持部 54。驱动电动机 18 例如可以为诸如感应电动机或永磁同步电动机之类的交流电动机,或者为直流电动机或任何其它电动机。当使用交流电动机时,驱动控制部 16 将从电池组 1 接收到的电力转换成供给至驱动电动机 18 的合适交流功率。

[0052] 电池组 1 包括车辆连接结构 8。借助于车辆连接结构 8 和电池组保持部 54,电池组 1 连接至机动车辆 9 的车体,并且被保持为使得它能够被移除。车辆连接结构 8 和电池组保持部 54 可以放置在任何位置,只要可以稳定地保持电池组 1。电池组保持部 54 例如放置在机动车辆 9 的座椅下面,并将电池组 1 保持在稳定位置。车辆连接结构 8 和电池组保持部 54 可以由任何材料形成,并且其形状也只是设计选择问题。

[0053] 电池组 1 包括至少一个二次电池 2。二次电池 2 可以为能够被充电 / 放电的任何电池,并且例如可以为锂离子电池、镍氢电池、铅蓄电池等。优选地,二次电池 2 放置在电池组 1 中,并包括连接在一起的多个“模块”,其中每个模块包括串联连接在一起的多个“电池单元”(电池的最小形式,包括电极和电解液)。当用在机动车辆中用于普通使用时,电池组 1 的总电能例如设置为 10kWh 或更大。电池组 1 中二次电池 2 的配置可以为任何配置,只要它能够输出足够的电力以允许机动车辆 9 长时间运行。

[0054] 电池组 1 包括用于接收从外面发送的射频功率的第一天线 6、用于将从第一天线 6 接收到的电力转换成直流功率的电池组侧整流器 5、用于在充电和放电之间切换二次电池 2 并控制二次电池 2 以根据充电状态优化充电电流和电压的控制部 3、用于将来自二次电池 2 的电力转换成射频功率的电池组侧振荡器 4、以及用于根据从电池组侧振荡器 4 接收到的射频功率产生磁场的第二天线 7。

[0055] 第一能量传输部 22 包括与第二天线 7 磁耦合以接收射频功率的第三天线 13、以及用于将由第三天线 13 接收到的射频功率转换成直流功率并将直流功率输出至驱动控制部 16 的驱动侧整流器 15。第三天线 13 被放置为与第二天线 7 相对。

[0056] 如图 3 所示,第一天线 6 为包括串联连接在一起的第一电感器 111 和第一电容器 112 的 LC 谐振电路。第二天线 7 为包括并联连接在一起的第二电感器 113 和第二电容器 114 的 LC 谐振电路,第三天线 13 为包括串联连接在一起的第三电感器 115 和第三电容器 116 的 LC 谐振电路。电容器的电容和电感器的电感值设置为使得第二天线 7 的谐振频率和第三天线 13 的谐振频率具有相等的值 f_a 。电池组侧振荡器 4 设置为产生频率等于谐振频率 f_a 的正弦电压。在本实施方式中,谐振频率 f_a 例如设置为 0.5 ~ 10MHz。

[0057] 如图 4 所示,除了机动车辆 9 的元件之外,本实施方式的电源系统 17 还包括用于将从外部电源 11 供给的电力传输至电池组 1 的第二能量传输部 24。第二能量传输部 24 包括电源侧振荡器 12 和第四天线 14。

[0058] 如图 5 所示,第四天线 14 为包括并联连接在一起的第四电感器 117 和第四电容器 118 的 LC 谐振电路。第四电容器 118 的电容和第四电感器 117 的电感值设置为使得第四天线 14 的谐振频率具有等于第一天线 6 的谐振频率的值 f_b 。电源侧振荡器 12 设置为产生频率等于谐振频率 f_b 的正弦电压。在本实施方式中,谐振频率 f_b 例如设置为 0.5 ~ 10MHz。

[0059] 作为电池组侧振荡器 4 和电源侧振荡器 12,可以使用将实现高效率和低失真的 D、E 或 F 类放大器或 Doherty 放大器。可选地,通过将低通滤波器或带通滤波器设置在产生带

失真分量的输出信号的开关元件之后,可以高效率地产生正弦波。

[0060] 优选地,外部电源 11、电源侧振荡器 12 和第四天线 14 设置在充电站、停车场、房屋等中。可以沿着街道的一定范围在街道之下埋入多个第四天线 14。在这种情况下,电动车辆 9 可以经由任一第四天线 14 对二次电池 2 进行充电。在充电期间,电动车辆 9 被放置为使得第一天线 6 基本上与第四天线 14 相对。

[0061] 在电源系统 17 中,天线优选设置为使得天线在第四天线 14 和第一天线 6 之间的空间中、在第二天线 7 和第三天线 13 之间的空间中以及在每个天线附近不被金属覆盖。如果天线被金属覆盖,则谐振磁场被阻挡,从而阻碍功率传输。外部电源 11 可以为 AC100V 或 AC200V 的普通电源,或者可以为更高电压的电源。

[0062] 现在将详细描述电源系统 17 中充电期间的功率传输。电源侧振荡器 12 接收来自外部电源 11 的电力,并将电力转换成频率等于第一天线 6 和第四天线 14 的谐振频率 f_b 的射频功率。从电源侧振荡器 12 输出的射频功率输入至第四天线 14。第四天线 14 和第一天线 6 通过谐振电路之间形成的谐振磁场而耦合在一起。因此,第一天线 6 可以有效地接收从第四天线 14 发送的射频功率。第一天线 6 接收到的射频功率由电池组侧整流器 5 转换成直流功率,随后输入至控制部 3,从而对二次电池 2 进行充电。控制部 3 进行控制,以根据二次电池 2 的充电状态优化充电电流和电压。例如,控制部 3 将充电电流保持在恒定水平,直到二次电池 2 的电压达到预定电压,并且随后逐渐降低充电电流,使得充电电压恒定。

[0063] 现在将详细描述在电动车辆 9 运行时的功率传输。

[0064] 从二次电池 2 释放的功率由控制部 3 输入至电池组侧振荡器 4。电池组侧振荡器 4 将输入的放电功率转换成频率等于第二天线 7 和第三天线 13 的谐振频率 f_a 的射频功率。从电池组侧振荡器 4 输出的射频功率输入至第二天线 7。第二天线 7 和第三天线 13 通过谐振电路之间形成的谐振磁场而耦合在一起。因此,第三天线 13 可以有效地接收从第二天线 7 发送的射频功率。第三天线 13 接收到的射频功率由驱动侧整流器 15 转换成直流功率,并传送至驱动控制部 16。驱动控制部 16 恰当地转换接收到的直流功率,并将转换的功率传输至包括驱动电动机 18 的驱动系统。

[0065] 根据本实施方式,可以在电池组 1 和第一能量传输部 22 之间以及电池组 1 和第二能量传输部 24 之间无线传输电力。由于不再需要采用电缆和连接器进行常规电动车辆需要的电池组插接操作,因此能够不再需要更换电池组时将电缆插接至连接器 / 从连接器上拔掉电缆。还能够避免操作期间的电击或由雨水引起的漏电。结果,能够容易且安全地更换电池组 1。

[0066] 根据本实施方式,与借助于电磁感应的常规方法相比,由于通过借助于谐振磁场的耦合来无线传输电力,因此可以保持高的传输效率,即使天线之间的距离较长(如,当天线间距约为天线短边长度的数倍时)或者即使天线彼此并未对准。

[0067] 每个电感器例如由线圈制成。虽然在本实施方式中,每个电感器具有匝数大于 1 的螺旋结构和矩形形状,但它们可以具有不同于此的结构和形状。每个电感器可以具有匝数为 1 的环形结构,并且可以具有圆形形状、椭圆形状等。这些电感器不必一定由单层导体图案制成,而是可以包括串联连接在一起的多层导体图案。

[0068] 由每个电感器中具有最大面积的层的轮廓限定的平面在此称为该电感器的“主表面”。电感器的主表面在此也称为天线的“主表面”。例如,第一天线 6 的主表面是指

第一电感器 111 的主表面。

[0069] 虽然第一天线 6 的形状和第二天线 7 的形状在图 2 和 4 中示出为分别等同于第四天线 14 和第三天线 13 的形状,但即使它们具有彼此不同的形状,也将获得本发明的优点。第一天线 6 和第四天线 14 在充电期间被放置为彼此相对,第二天线 7 和第三天线 13 被放置为彼此相对。然而,第一天线 6 和第四天线 14 不必严格地彼此相对,并且仅要求它们被放置为并不彼此正交。类似地,第二天线 7 和第三天线 13 不必严格地彼此相对,并且仅要求它们被放置为并不彼此正交。

[0070] 虽然在本实施方式中,第一天线 6 和第三天线 13 为串联谐振电路,而第二天线 7 和第四天线 14 为并联谐振电路,但天线的电路配置不限于此。每个天线可以为串联谐振电路或并联谐振电路,只要合适地确定天线的谐振频率。虽然上文说明每个天线包括电容器,但可以采用具有相等自谐振频率的两个电感器的磁耦合,而不采用电容器。

[0071] 现在参照图 6 和 7,将描述天线的优选方位。图 6 示出了与电池组 1 的天线的主表面平行的平面的优选配置。图 6(a) 示出了一种配置,其中与第一天线 6 的主表面平行的第一平面 121 和与第二天线 7 的主表面平行的第二平面 122 以 45° 或更大的角度彼此交叉。图 6(b) 示出了一种配置,其中第一平面 121 和第二平面 122 彼此正交。

[0072] 如果电池组 1 的第一天线 6 和第二天线 7 共用相等的谐振频率或者具有彼此接近的谐振频率,则第一天线 6 和第二天线 7 之间可能出现不必要的耦合,因此降低传输效率。根据本发明人的研究,当由功率发送天线产生的磁通量的方向越接近由功率接收天线产生的磁通量的方向时,通过谐振磁场的耦合的强度越高。也即是说,当功率发送天线和功率接收天线之间的配置越接近正交时,功率接收天线侧的感生电流越少,因此耦合越弱。

[0073] 因此,虽然第一平面 121 和第二平面 122 最优选是彼此正交的,但它们不必严格地彼此正交。在本实施方式中,第一平面 121 和第二平面 122 之间的角度优选为 45° 或更大,更优选为 60° 或更大,且甚至更优选为 75° 或更大。

[0074] 现在参照图 7,将描述天线的优选配置。

[0075] 通过电磁分析,本发明人发现一种天线配置,采用这种天线配置,能够在第一天线 6 和第四天线 14 之间以及第二天线 7 和第三天线 13 之间实现高传输效率。图 7(a) 示出了该分析中使用的天线(电感器)的形状和配置。在该分析中,每个天线的电感器具有矩形形状,并且每个电感器的长边位于相同的方向。第二电感器 113 和第三电感器 115 的主表面正交于第一电感器 111 的主表面,第四电感器 117 的主表面平行于第一电感器 111 的主表面。在垂直地投影在包括第一电感器 111 主表面的平面上时,第二电感器 113 的中心和第三电感器 115 的中心位于由第一电感器 111 的主表面限定的区域内。

[0076] 图 7(b) 示出了从箭头方向观看的、沿着由图 7(a) 中的双点划线指示的平面截取的电感器的剖视图。在图 7(b) 中,第一电感器 111 的“尺寸”表示为 L_1 。在此使用的第一电感器 111 的“尺寸”是指第一电感器 111 的主表面沿与第二电感器 113 的主表面垂直的方向的长度。例如,如果第一电感器 111 具有如图 7(a) 所示的矩形形状,则第一电感器 111 的“尺寸”定义为其较短边的长度。如果电感器具有圆形形状,则该“尺寸”定义为电感器的直径。当垂直地投影在第一电感器 111 的主表面上时, L_s 表示第一电感器 111 的中心和在第二电感器 113 的中心和第三电感器 115 中心之间延伸的线段的中点之间的距离。图 7(c) 示出了传输效率和天线之间的分离程度相对于第一天线 6 和第四天线 14 对(第一天

线对)以及第二天线 7 和第三天线 13 对(第二天线对)之间的位移(L_s/L_1)的关系。在图 7(c)中,路径 1 表示第二天线 7 和第三天线 13 之间的传输效率,路径 2 表示第一天线 6 和第四天线 14 之间的传输效率。分离程度表示第一天线 6 和第二天线 7 之间的分离程度。该分析的条件如下。

[0077] (1) 关于第一电感器 111 和第四电感器 117 的条件

[0078] 尺寸 :500mm×500mm,匝数 :2,线间距离 :5mm(单层),线粗 :0.1mm,线材料介电常数 : 7×10^8 ,天线间距离 :300mm

[0079] (2) 关于第二电感器 113 和第三电感器 115 的条件

[0080] 尺寸 :500mm×100mm,匝数 :2,线间距离 :5mm(单层),线粗 :0.1mm,线材料介电常数 : 7×10^8 ,天线间距离 :20mm

[0081] (3) 第一电感器 111 的最上表面和第二电感器 113 的最小表面之间的距离

[0082] 70mm

[0083] (4) 谐振频率

[0084] 1MHz

[0085] 如图 7(c)所示,当满足下述不等式(1)时,第一天线对和第二天线对都实现了 90%或更高的传输效率,这是实践中优选的水平:

[0086] $L_s < 0.3 \times L_1$ (1)

[0087] 当满足下述不等式(2)时,可以进一步改善传输效率:

[0088] $L_s < 0.2 \times L_1$ (2)

[0089] 即使不满足上述不等式 1,只要满足该分析的条件($L_s < 0.5 \times L_1$),也可以保持 80%或更高的传输效率,并且可以充分地实现本发明的优点。

[0090] 图 8 示出了具有图 7(b)中示出的优选天线配置的电系统的配置。

[0091] 注意,虽然在该分析中第一天线对的谐振频率和第二天线对的谐振频率设置为相同的值,但通过将谐振频率设置为不同的值,能够进一步抑制不必要的耦合。

[0092] 上文示出第二天线对优选尽可能靠近第一天线对的中心。优选的是,电池组 1 中的天线设置为满足上述不等式 1 或 2。

[0093] 本实施方式的机动车辆 9 的无线功率传输方法可以广泛地应用于机动车辆之外的其他电动机。例如,该方法可以应用于通过使用驱动电动机 18 和内燃机的组合驱动车轴的混合动力车辆、公共汽车、火车、电梯等。

[0094] (实施方式 2)

[0095] 现在参照图 9,将描述本发明的第二实施方式。

[0096] 图 9 中示出的机动车辆 9 包括座椅 134 和多个车轮,使得乘客 132 可以如图所示就座。电池组保持部 54 保持电池组 1,使得第一天线 6 的主表面平行于地面放置,并且第二天线 7 的主表面垂直于地面放置。第四天线 14 的主表面平行于第一天线 6 的主表面放置,第三天线 13 的主表面平行于第二天线 7 的主表面放置。注意,在图 9 中仅图示了一个车轮,但本实施方式的机动车辆 9 具有 4 个车轮。这些车轮由驱动电动机 18 驱动。

[0097] 电池组 1 被放置为使得从座椅 134 到第二天线 7 的距离长于从座椅 134 到电池组 1 中心的距离。在此使用的电池组 1 中心是指其空间中心,而不是其重心。而且,第一天线 6 的主表面具有沿车辆行进方向较短而沿车辆横向方向较长的形状,并且第二天线 7 的主

表面具有沿车辆垂直方向较短而沿车辆横向方向较长的形状。第一天线 6 和第二天线 7 设置为使得它们的纵向方向彼此一致。除了上述特征之外,本实施方式的配置类似于第一实施方式。注意,“行进方向”是指电动车辆 9 通过转动车轮前往的方向。

[0098] 在第四天线 14 埋入停车场或街道下面的情况中,本实施方式的电动车辆 9 的第四天线 14 和第一天线 6 可以容易地磁耦合在一起,因为第一天线 6 的主表面平行于地面。即使第一天线 6 沿车辆横向方向与第四天线 14 未对准,仍然能够在第一天线 6 的主表面和第四天线 14 的主表面之间保持大的重叠。因此,采用本实施方式的配置,能够抑制传输效率的降低。而且,虽然由第二天线 7 产生的磁场将存在于乘客 132 的位置处,但该磁场对乘客 132 的影响可以保持为低,因为第二天线 7 与座椅 134 远隔。

[0099] 如上所述,在本实施方式中,能够以甚至更高的效率实现充电,同时保持磁场对乘客的低影响,实现较高水平的安全性。

[0100] 注意,在本实施方式中,通过在乘客 132 和第二天线 7 之间设置具有高磁导率的材料,可以偏转磁场的方向。因而,能够进一步降低磁场对乘客 132 的影响。

[0101] 本实施方式涉及具有 4 个车轮的电动车辆,但本发明的电动机器中轮子的数量不总是 4 个。

[0102] (实施方式 3)

[0103] 现在参照图 10 和 11,将描述本发明的第三实施方式。

[0104] 图 10 示出了本实施方式的电动车辆的基本结构。图 11 示出了本实施方式的电动车辆的等效电路图。本实施方式和实施方式 1 之间的主要不同在于,本实施方式的电动车辆包括不同于电池组 1 中二次电池 2 的第二二次电池 52。

[0105] 如图 10 所示,电动车辆包括可以被充电/放电的作为驱动电池的第二二次电池 52,以及作为用于控制第二二次电池 52 的充电/放电的电路的充电-放电控制部 51。二次电池 2 的容量设置为使得电池组 1 足够轻以由人员四处携带,并且设置有携带把手 53。

[0106] 采用本实施方式的电动车辆,充电-放电控制部 51 将第二二次电池 52 的电力输出至驱动控制部 16。驱动控制部 16 进行控制使得优先使用来自充电-放电控制部 51 的电力,而在第二二次电池 52 的电池电平已经变低时使用来自电池组 1 的电力。当第二二次电池 52 的电池电平和电池组 1 中二次电池 2 的电池电平都变低时,乘客可以握住电池组 1 的把手 53 并将用完的电池组 1 从电动车辆上移除,用完全充电的电池组 1 更换它。在更换之后,驱动电动机 18 从完全充电的电池组 1 获得电力。

[0107] 在本实施方式中,由于电池组 1 重量轻且容易四处携带,因此当二次电池 2 的电池电平变低时,可以容易且安全地更换电池组 1。因此,不需要等待充电的时间,并且车辆可以在相对短的时间内恢复运行。注意到,在本实施方式中,第四天线 14 不需要埋入停车场或街道地下,并且可以为能够对放置在其上的电池组 1 进行充电的独立充电垫形式。

[0108] (实施方式 4)

[0109] 现在参照图 12,将描述本发明的第四实施方式。

[0110] 作为本发明的电源系统的示例,图 12 示出了用于自动导向机器人的电源系统的主要元件。本实施方式的基本配置类似于实施方式 1 的电动车辆的基本配置。

[0111] 该图中示出的自动导向机器人 146 例如可以为工厂生产线中使用的运载机器人,并且包括电池组 1 和作为动力源的驱动电动机 18。电池组 1 包括用于将电力供给至驱动

电动机 18 的二次电池 2、用于将来自二次电池 2 的电力转换成射频功率的电池组侧振荡器 4、以及用于借助于谐振磁场来无线传输电力的第一天线 6 和第二天线 7。自动导向机器人 146 还包括第三天线 13, 其与第二天线 7 相对并与之磁耦合, 并且来自第二天线 7 的电力由第三天线 13 接收并传输至驱动电动机 18。

[0112] 从外部电源 11 对二次电池 2 进行充电。电源侧振荡器 12 将来自外部电源 11 的电力转换成频率等于第四天线 14 和第一天线 6 的谐振频率的射频功率。第四天线 14 可以通过根据来自电源侧振荡器 12 的射频功率产生谐振磁场以与第一天线 6 磁耦合, 而将电力传输至第一天线 6。第一天线 6 接收到的电力传输至二次电池 2, 从而对二次电池 2 进行充电。

[0113] (实施方式 5)

[0114] 现在参照图 13, 将描述本发明的第五实施方式。

[0115] 作为本发明的电源系统的示例, 图 13 示出了用于家用电器的电源系统的主要元件。本实施方式的功率传输方法类似于实施方式 1 的电动车辆的功率传输方法。

[0116] 该图中示出的家用电器 148 例如可以是移动电话或个人计算机, 即, 任何电池操作的装置。无线功率传输可以用于对二次电池 2 进行充电以及用于将来自二次电池 2 的电力供给至负载 150。

[0117] 用于家用电器 148 的电源系统包括电操作负载 150、用于将电力供给至负载 150 的电池组 1、以及电源侧能量传输部 152。电池组 1 包括用于将电力供给至负载 150 的二次电池 2、用于将来自二次电池 2 的电力转换成射频功率的电池组侧振荡器 4、以及用于借助于谐振磁场来无线传输电力的第一天线 6 和第二天线 7。家用电器 148 还包括与第二天线 7 相对并与之磁耦合的第三天线 13, 并且来自第二天线 7 的电力由第三天线 13 接收并传输至负载 150。

[0118] 从外部电源 11 对二次电池 2 进行充电。外部电源 11 将电力传输至电源侧振荡器 12。电源侧振荡器 12 将来自外部电源 11 的电力转换成频率等于第四天线 14 和第一天线 6 的谐振频率的射频功率。第四天线 14 可以通过根据来自电源侧振荡器 12 的射频功率产生谐振磁场以与第一天线 6 磁耦合, 而将电力传输至第一天线 6。第一天线 6 接收到的电力传输至二次电池 2, 从而对二次电池 2 进行充电。

[0119] 工业应用性

[0120] 本发明的电动机不限于电动车辆, 而是能够应用于诸如电动摩托车、电动自行车、电动轮椅和电动直立踏板车之类的电动移动装置, 以及自动导向机器人等。本发明的电池组和电源系统同样不仅可以用于上述电动机, 而且可以用于要求更换二次电池的多种电子装置 / 设备。

[0121] 虽然已经参照本发明的优选实施方式描述了本发明, 但本领域技术人员清楚, 可以以多种方式修改所公开的发明, 并且所公开的发明可以采取上文具体描述的那些实施方式之外的其他多种实施方式。因此, 所附权利要求应当覆盖落入本发明的真实精神和范围之内的对本发明的所有修改。

[0122] 附图标记列表

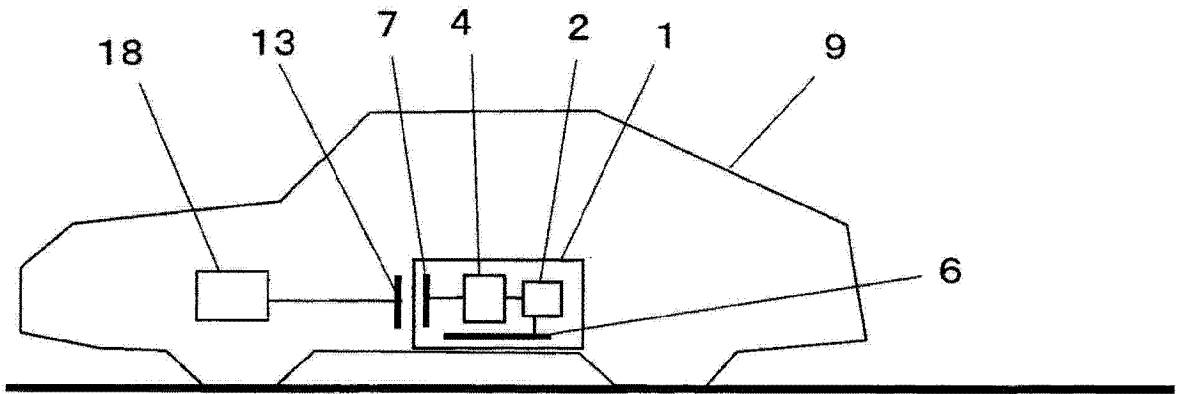
[0123] 1 电池组

[0124] 2 电池组中的二次电池

- [0125] 3 电池组中的控制部
- [0126] 4 电池组侧振荡器
- [0127] 5 电池组侧整流器
- [0128] 6 第一天线
- [0129] 7 第二天线
- [0130] 8 车辆连接结构
- [0131] 9 电动车辆
- [0132] 11 外部电源
- [0133] 12 电源侧振荡器
- [0134] 13 第三天线
- [0135] 14 第四天线
- [0136] 15 驱动侧整流器
- [0137] 16 驱动控制部
- [0138] 17 电源系统
- [0139] 18 驱动电动机
- [0140] 22 第一能量传输部
- [0141] 24 第二能量传输部
- [0142] 51 充电 - 放电控制部
- [0143] 52 第二二次电池
- [0144] 53 电池组的把手
- [0145] 54 电池组保持部
- [0146] 61 常规示例中的充电 - 放电控制电路
- [0147] 62 常规示例中的电池组
- [0148] 63 常规示例中的外部电源
- [0149] 64 常规示例中的车辆侧连接器
- [0150] 65 常规示例中的电池组侧连接器
- [0151] 66 常规示例中的电池组侧功率输出连接器
- [0152] 67 常规示例中的电源
- [0153] 68 常规示例中的来自外部电源的电缆
- [0154] 69 常规示例中的电源连接器
- [0155] 70 常规示例中的电动车辆
- [0156] 72 常规示例中的动力电池
- [0157] 111 第一天线的电感器
- [0158] 112 第一天线的电容器
- [0159] 113 第二天线的电感器
- [0160] 114 第二天线的电容器
- [0161] 115 第三天线的电感器
- [0162] 116 第三天线的电容器
- [0163] 117 第四天线的电感器

- [0164] 118 第四天线的电容器
- [0165] 121 平行于第一天线主表面的平面
- [0166] 122 平行于第二天线主表面的平面
- [0167] 123 平行于第三天线主表面的平面
- [0168] 124 平行于第四天线主表面的平面
- [0169] 132 乘客
- [0170] 134 座椅
- [0171] 136 车轮
- [0172] 146 自动导向机器人
- [0173] 148 家用电器
- [0174] 150 负载
- [0175] 152 电源侧能量传输部

(a) 电动车辆



(b) 电源系统

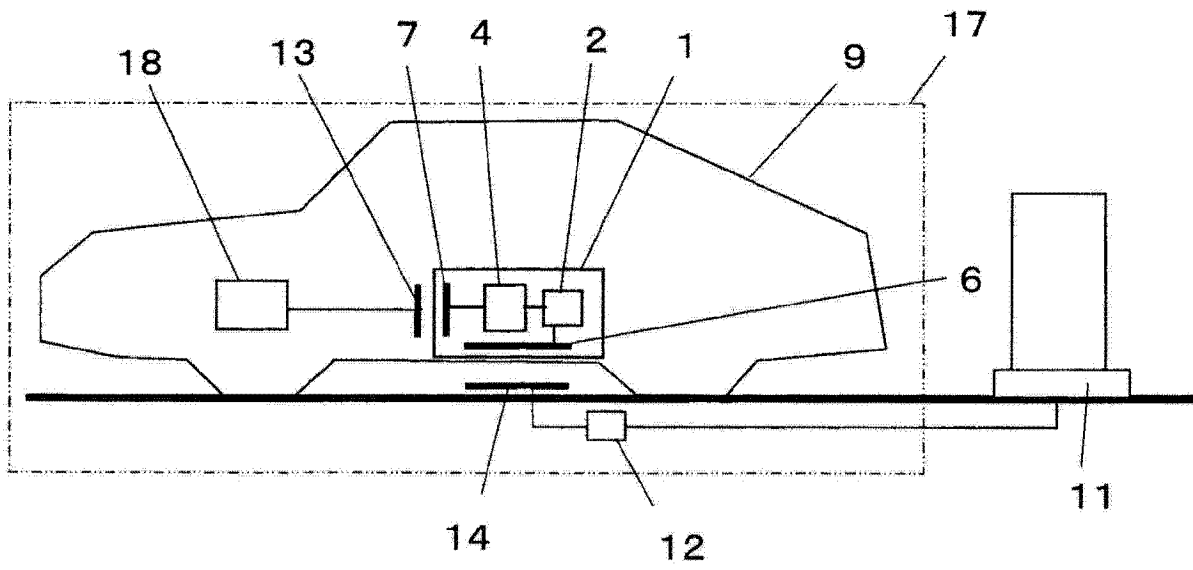


图 1

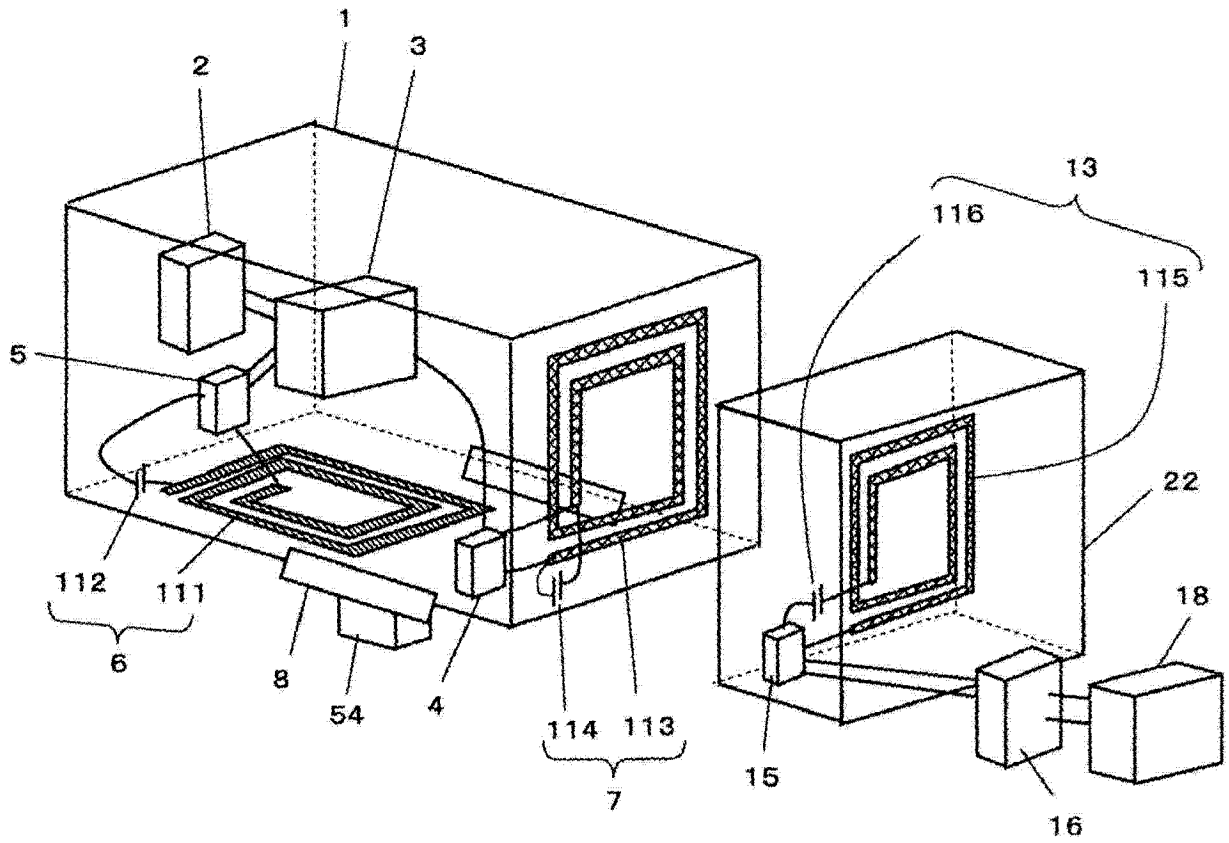


图 2

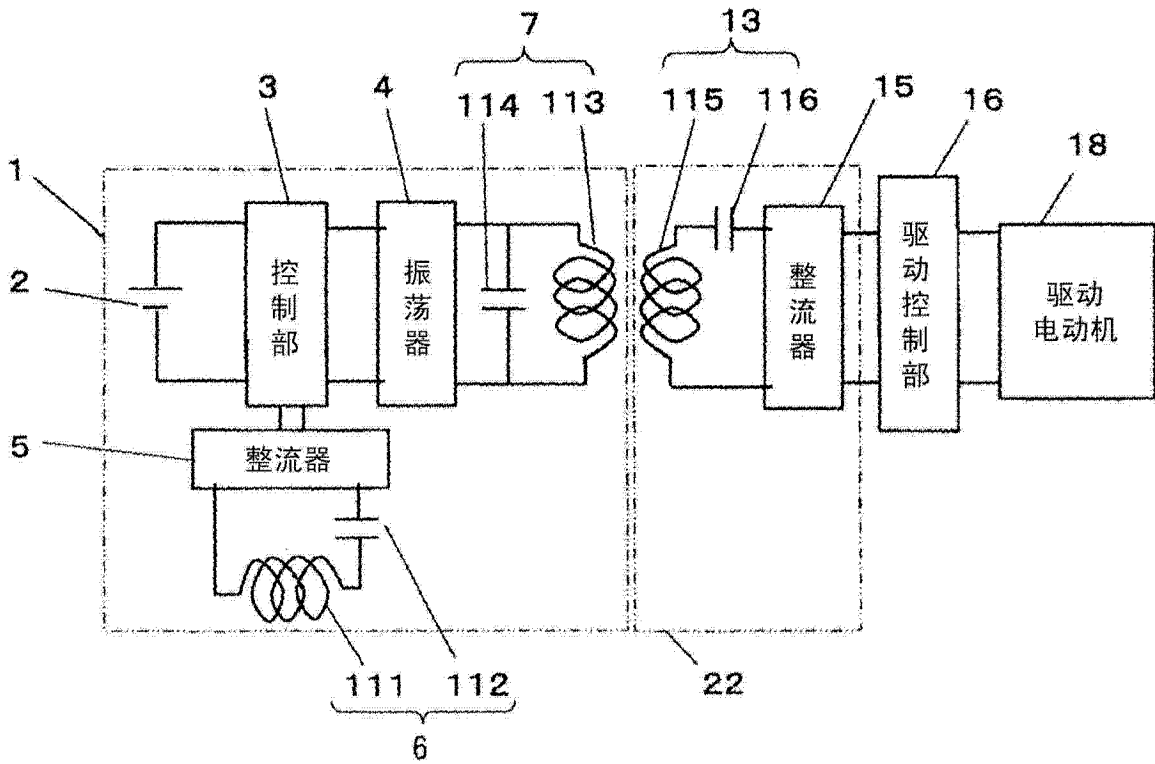


图 3

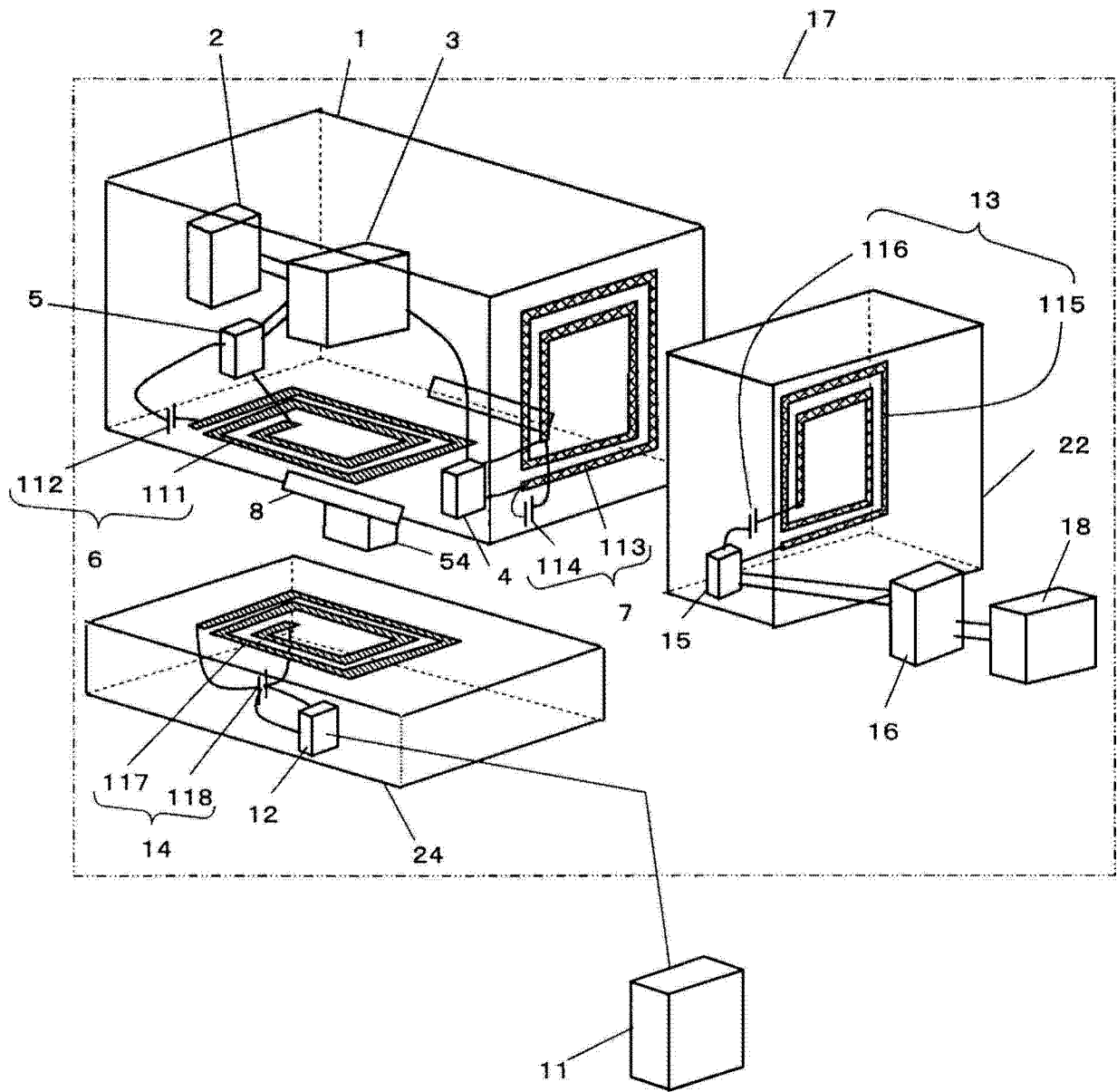


图 4

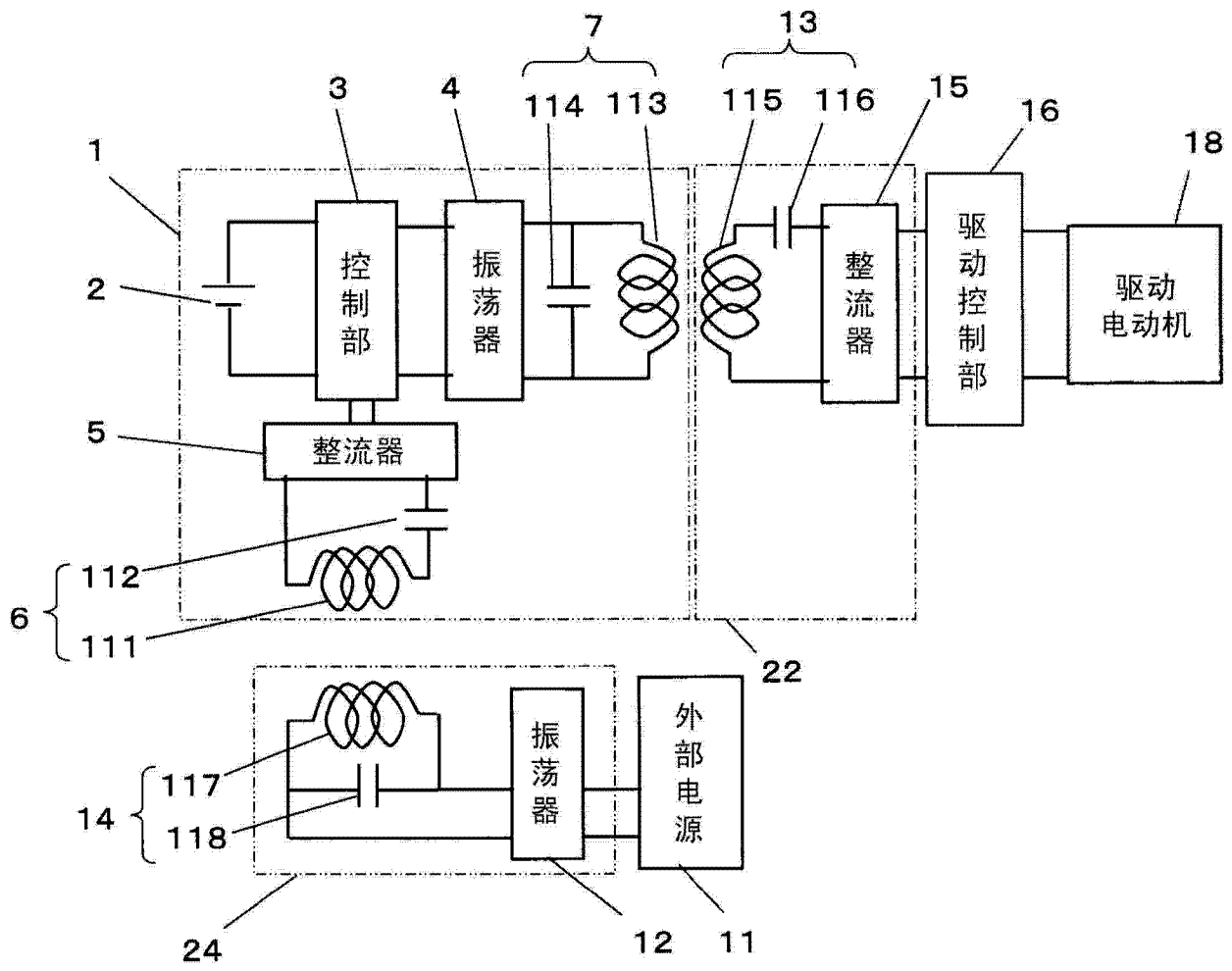
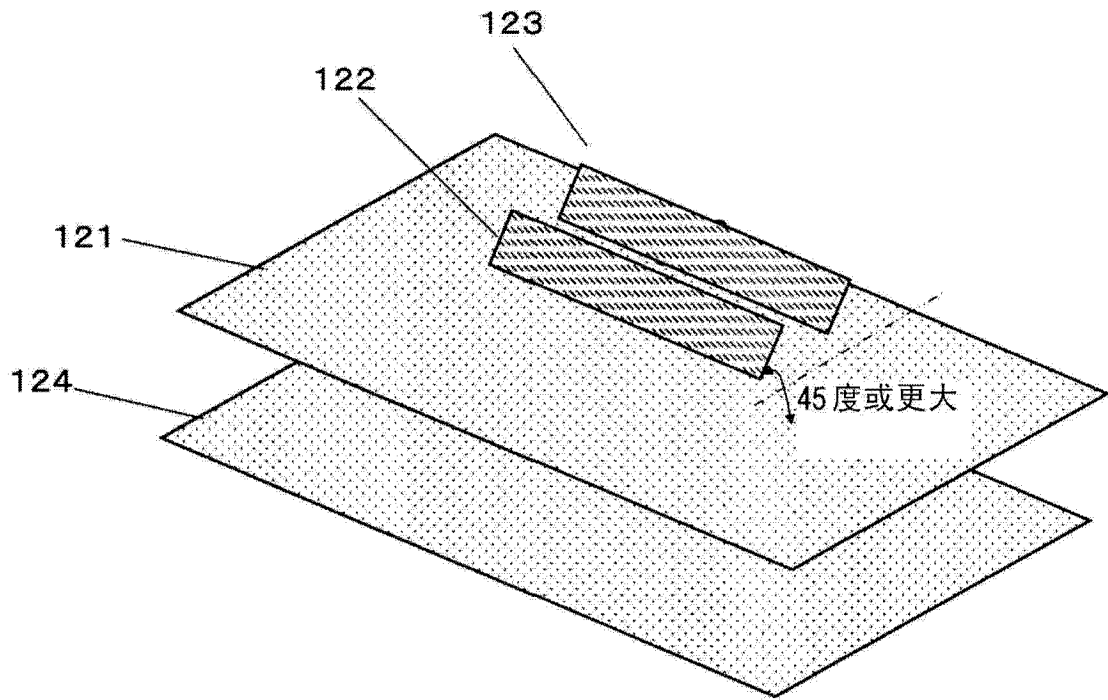


图 5

(a)



(b)

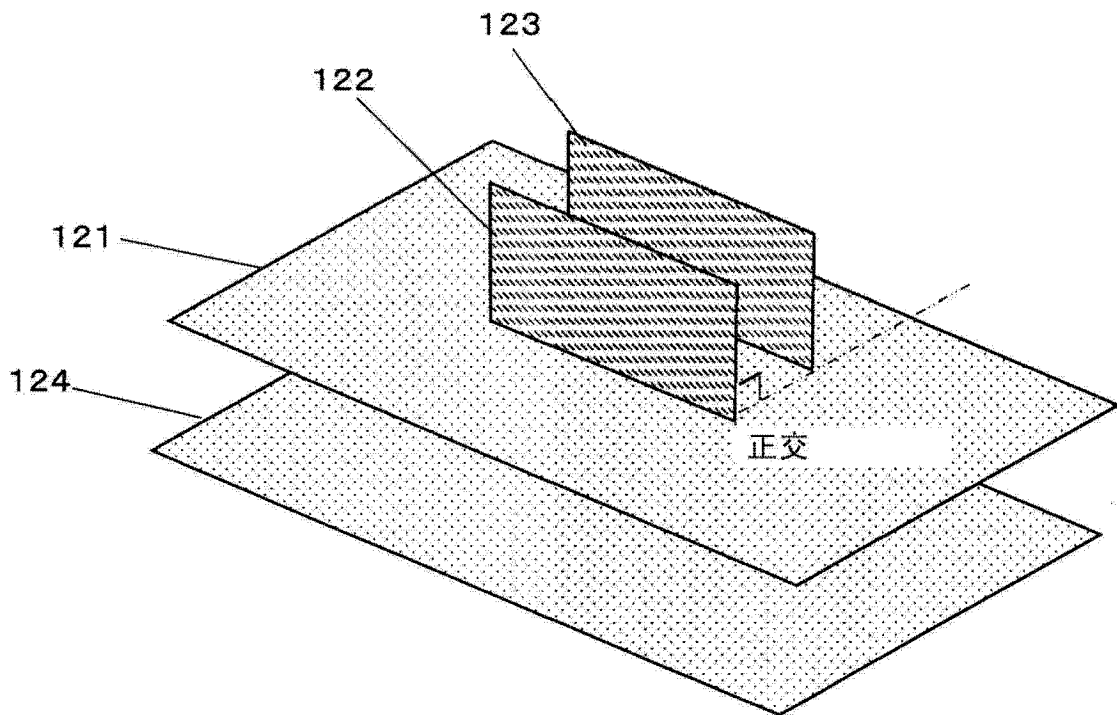


图 6

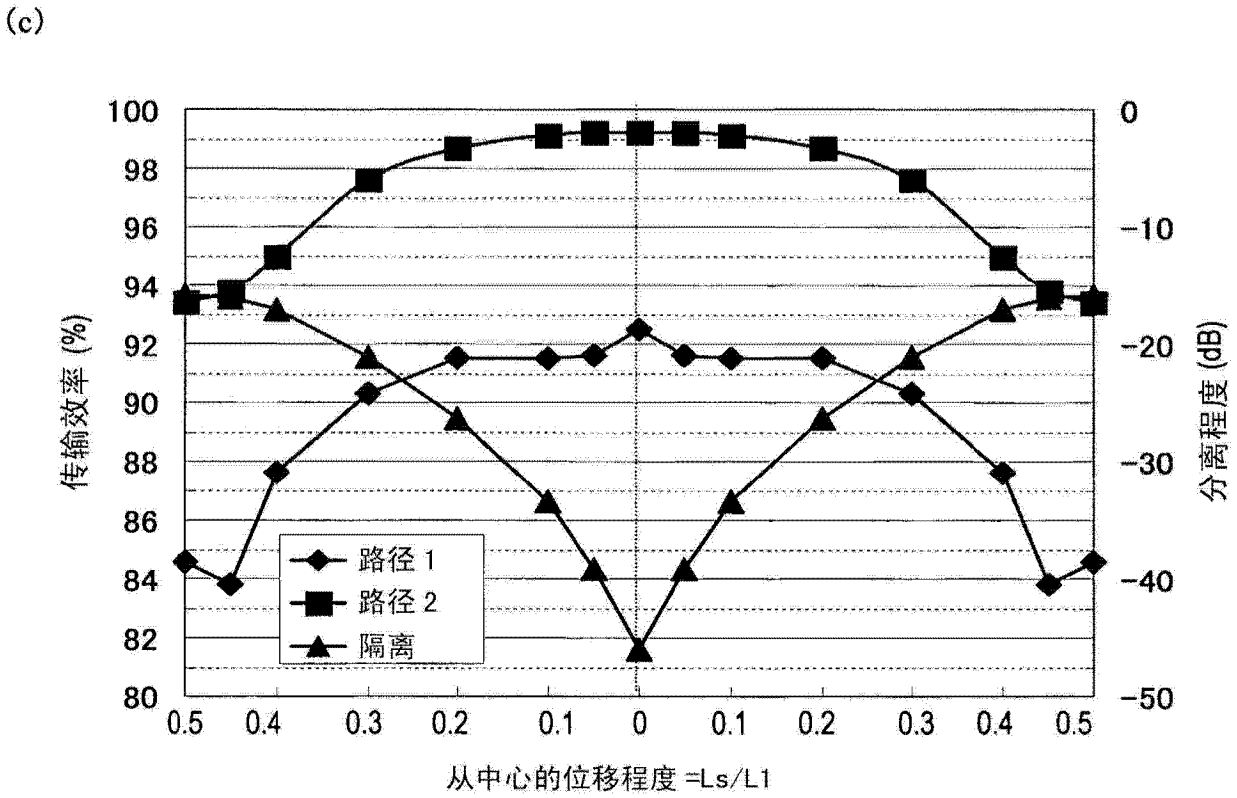
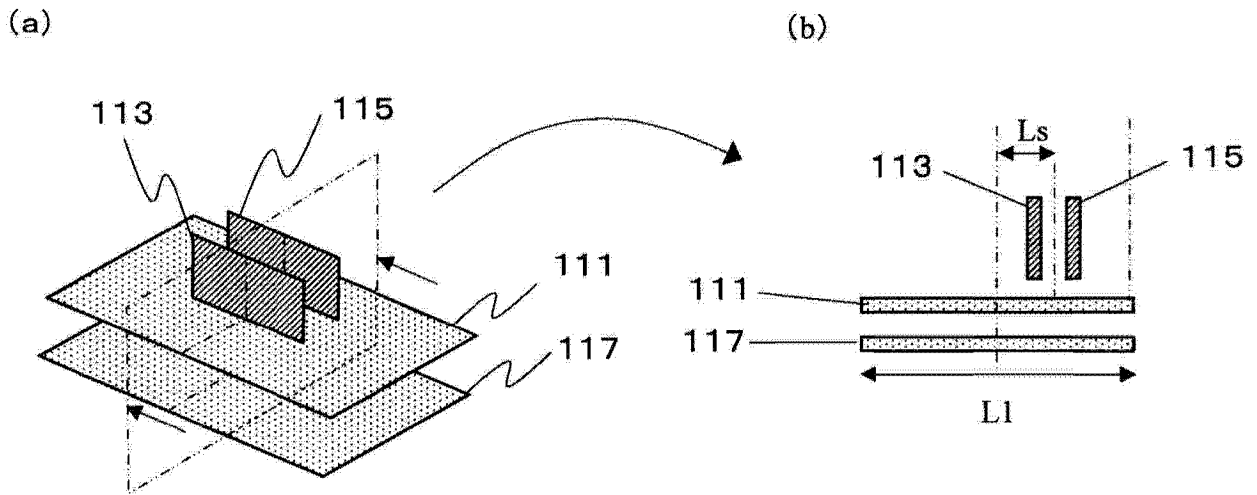


图 7

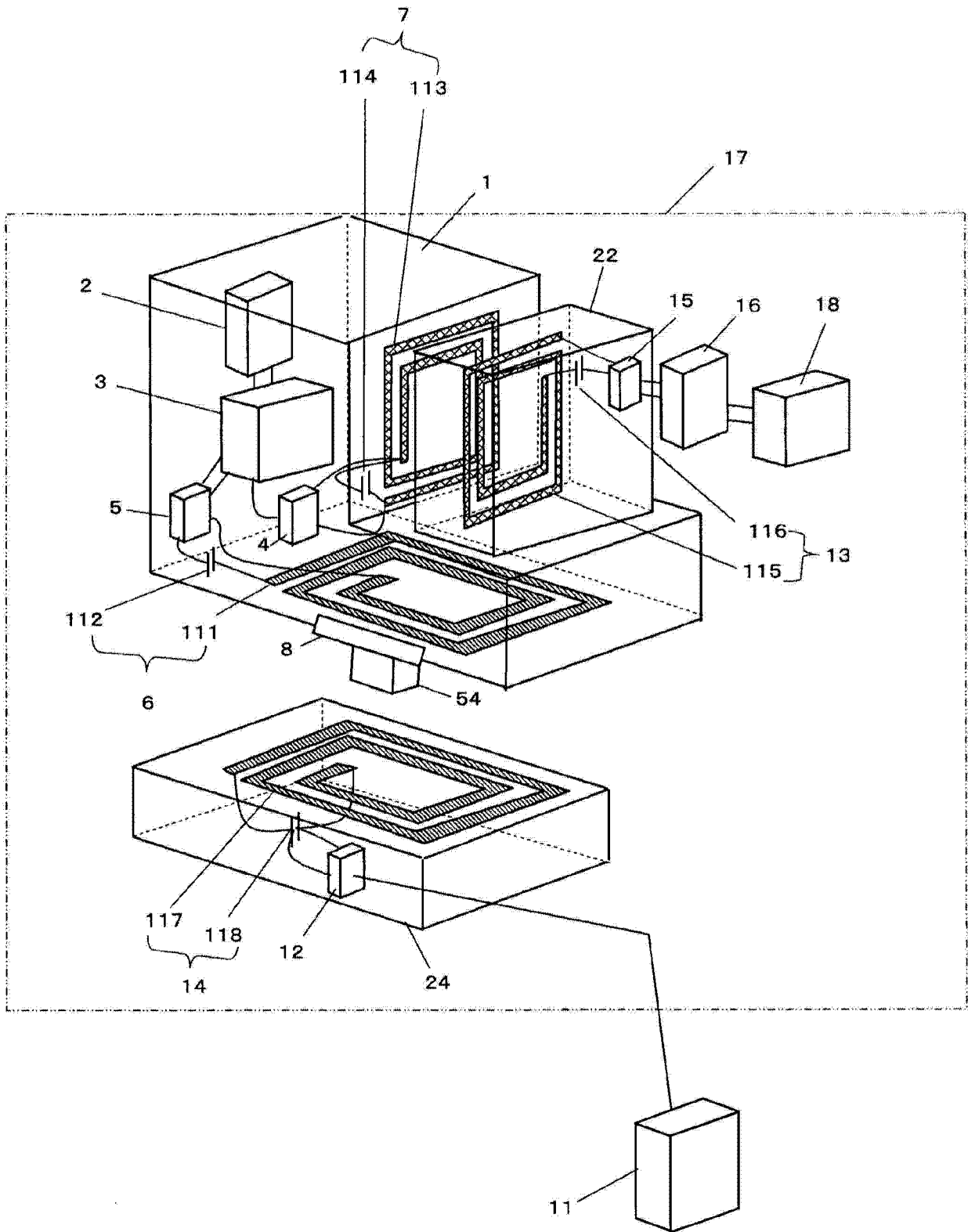
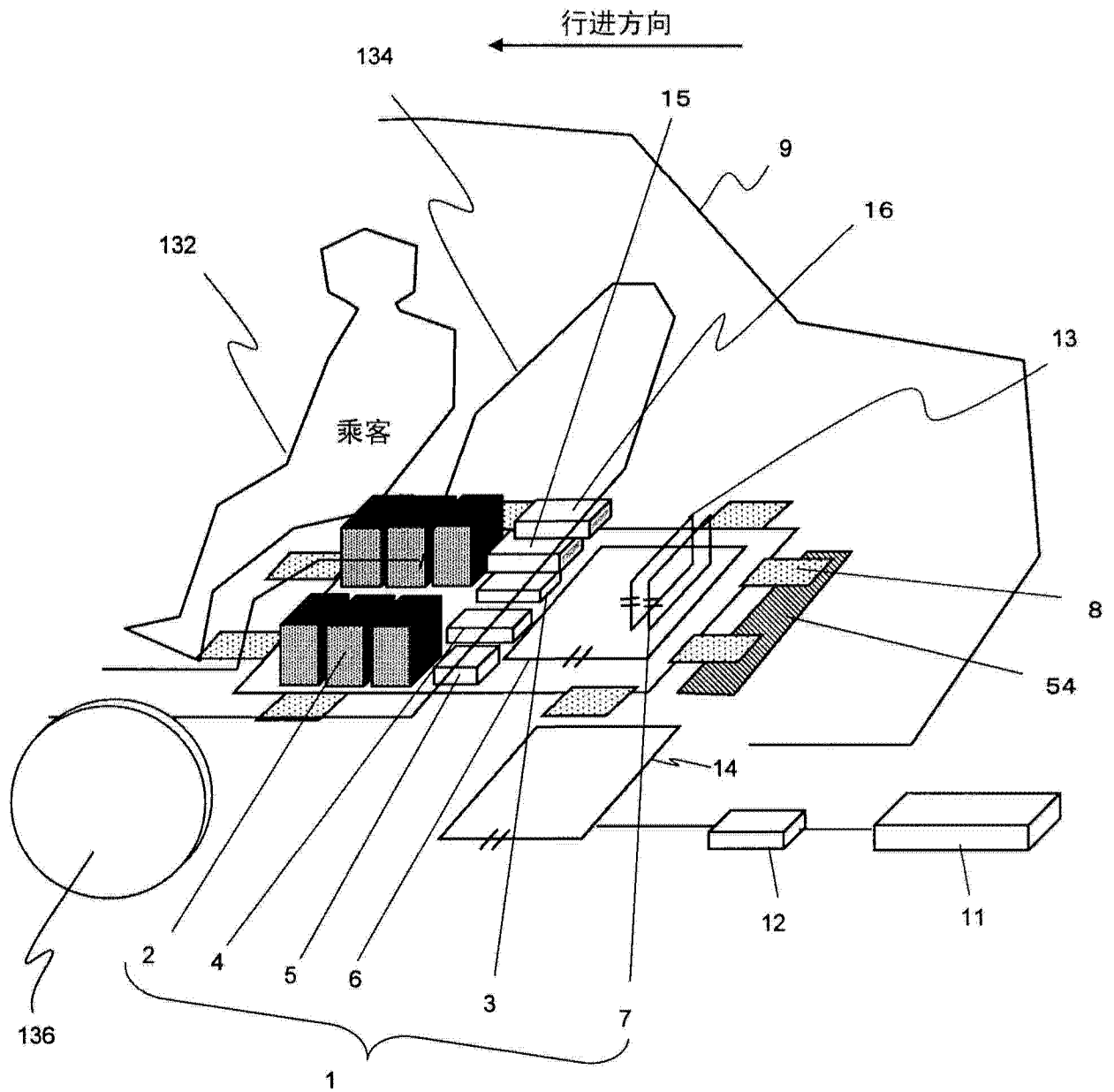


图 8



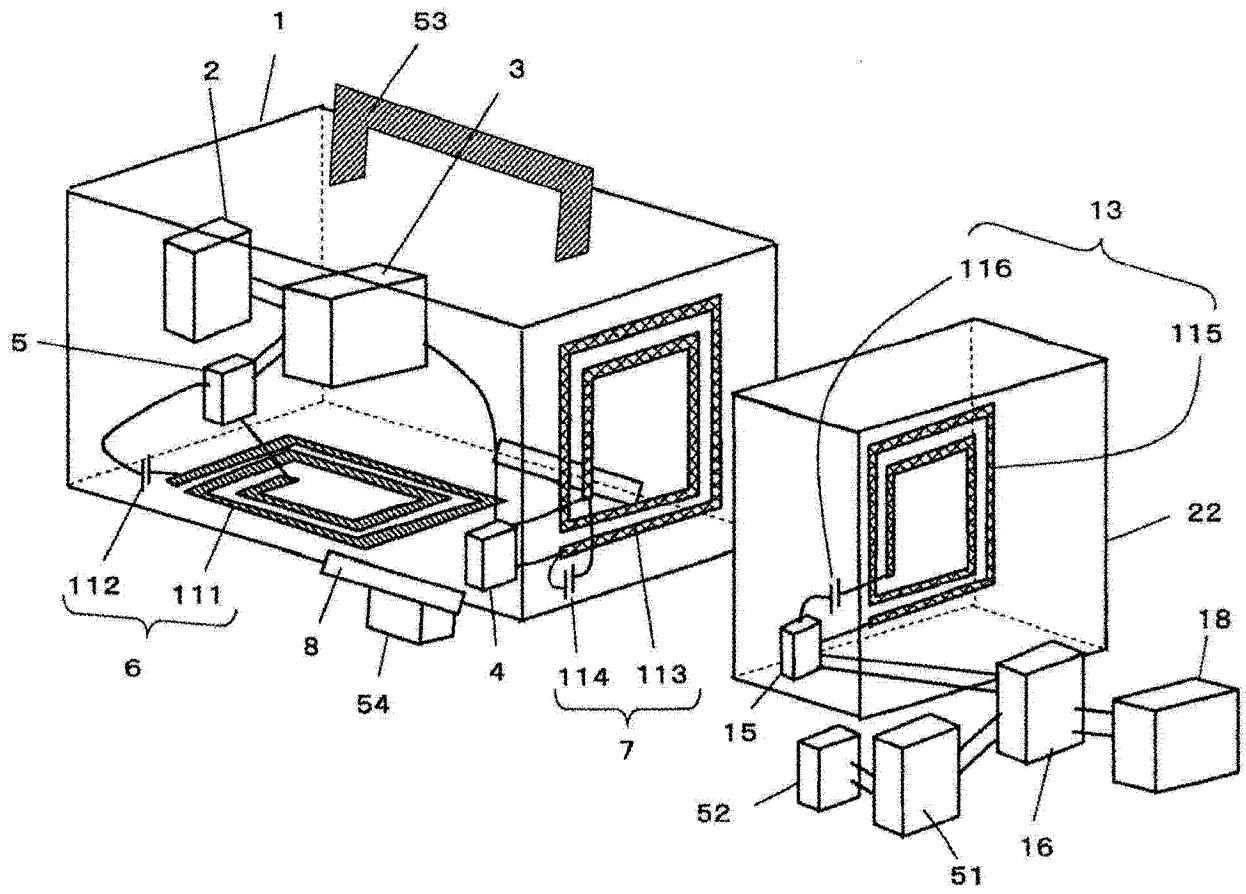


图 10

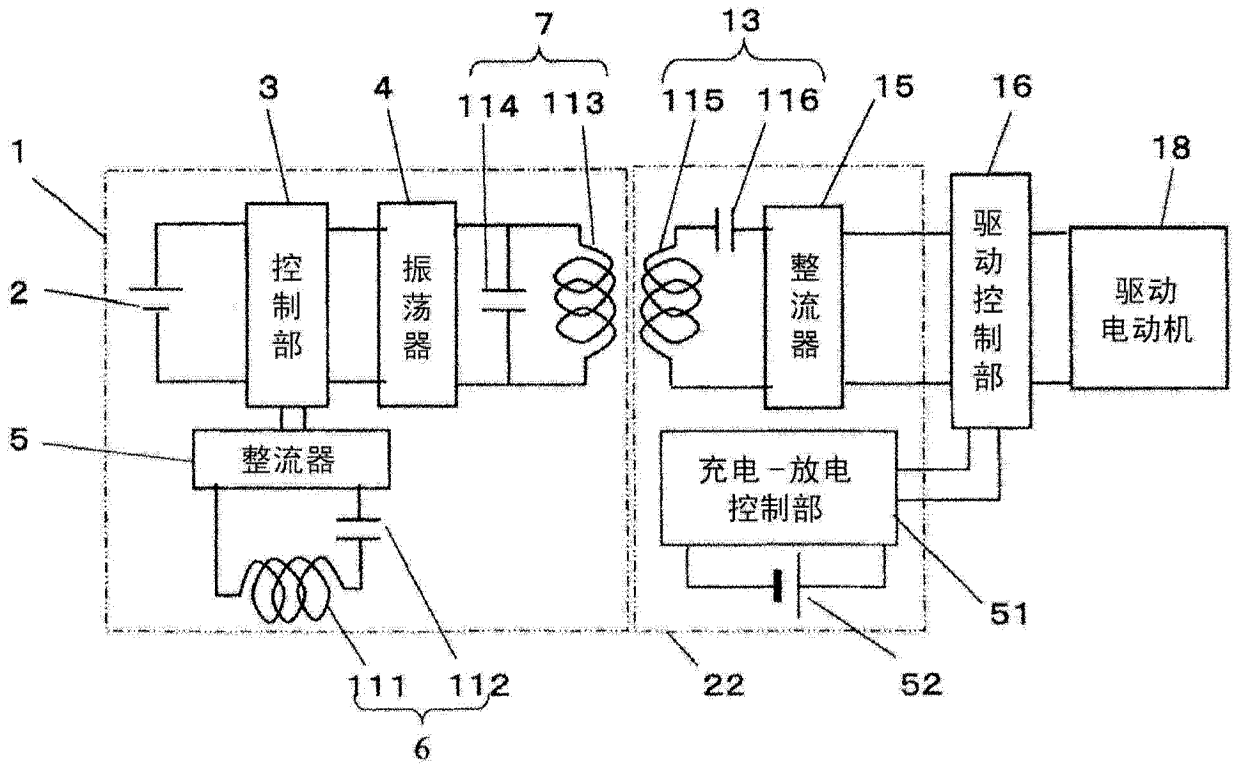


图 11

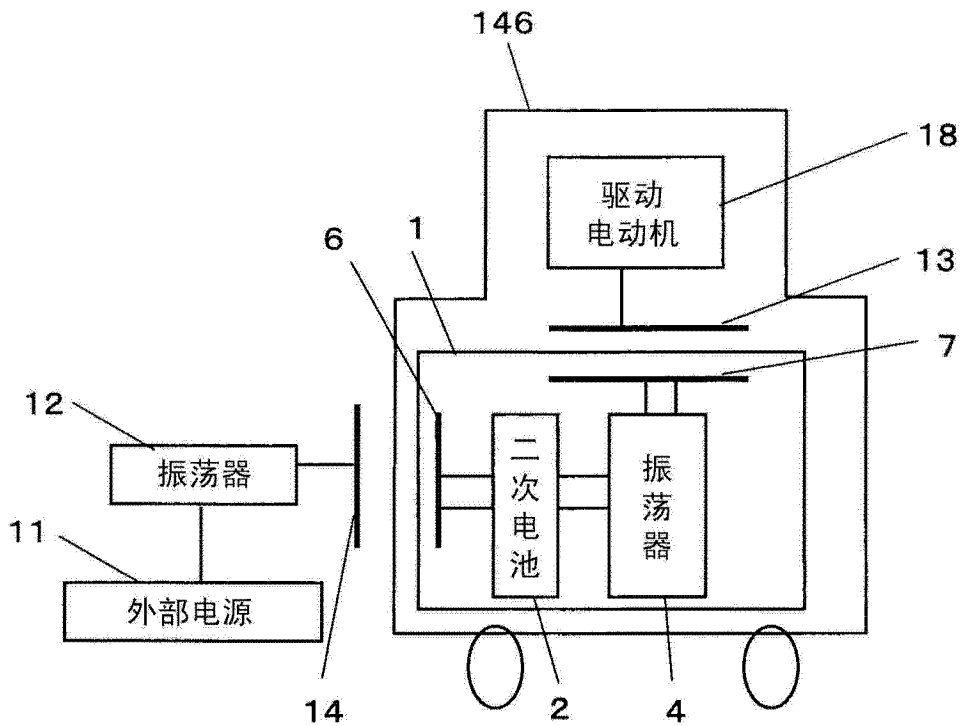


图 12

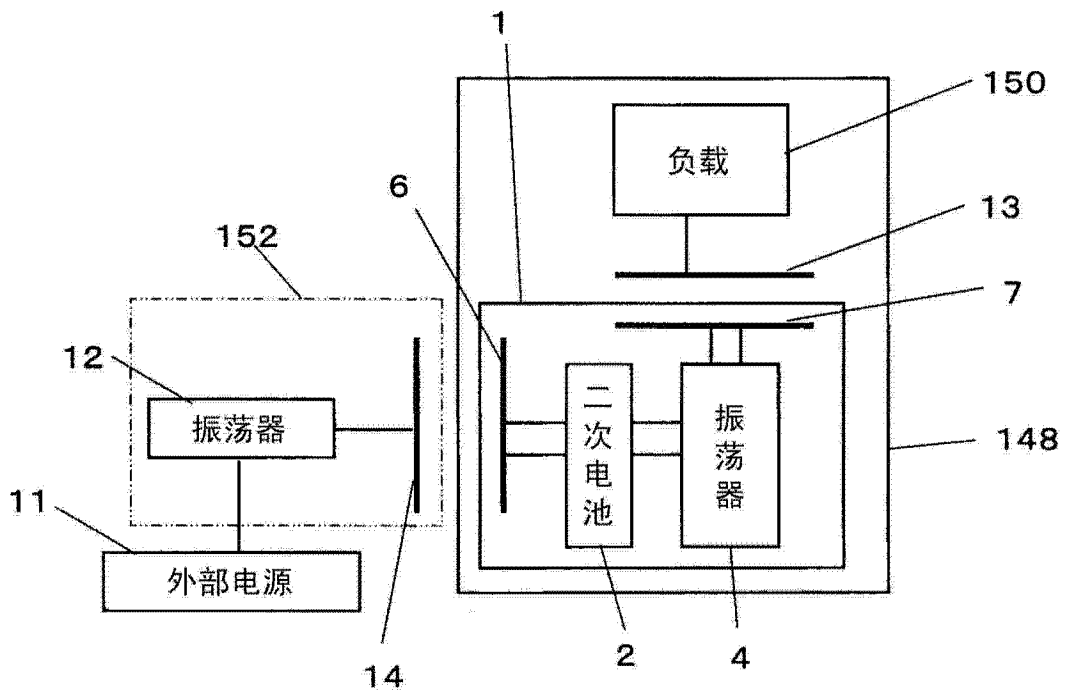


图 13

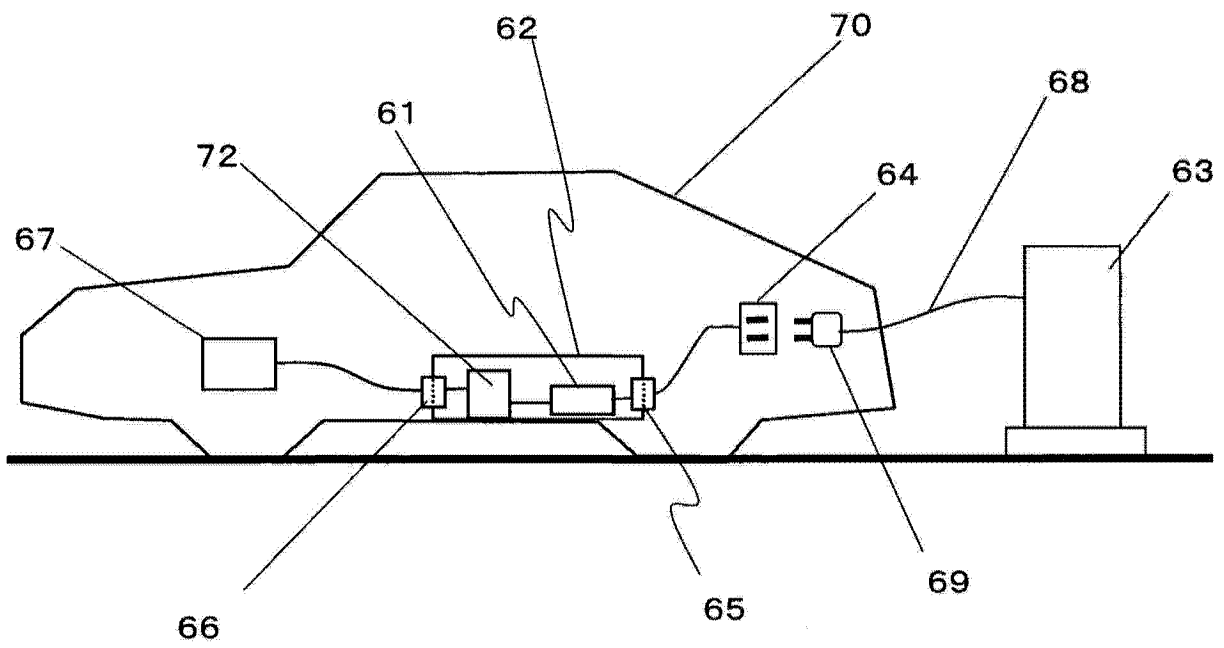


图 14