

一种基于磁耦合共振模式的无线充电系统

技术领域

- 5 本申请涉及无线充电领域，具体而言，涉及一种基于磁耦合共振模式的无线充电系统。

背景技术

- 随着电子产品充电技术的不断发展，传统有线充电方式逐渐向无线能量传输技术进行转变，根据能量传输原理和传输距离，无线能量传输方法主要可分为三类：微波辐射传输、电磁感应传输和磁耦合共振传输。其中磁耦合共振式无线能量传输方式因其功率大、距离远、无辐射等诸多优点成为近年来的研究与发展热点。

- 目前现有的磁耦合共振式无线能量传输线圈一般以单输入、输出元件应用于发射、接收侧(SISO)，其系统传输效率与功率在一定距离内能够达到较高水平，同时也有将线圈以垂直堆叠的形式应用于发射、接收侧来增加系统传输效率与功率的例子。

- 但这类磁耦合共振式无线能量传输线圈系统的缺点是：在中、远程距离上不能达到足够高的传输效率且鲁棒性较差，另外需要相对较大的寄生线圈结构来激活整个系统的强耦合磁共振效应。

发明内容

- 本申请的目的在于提供一种基于磁耦合共振模式的无线充电系统，能够在中、远程传输距离条件下获得较高的系统传输效率与功率，并对收发线圈间距变化具有较好的鲁棒性。

本申请的实施例是这样实现的：

本申请实施例提供一种基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其包括相对布置的发射线圈和接收线圈；发射线圈和接收线圈均包括至少一层线圈阵列，每层线圈阵列均包括多个呈矩阵布置的线圈单元，
5 每个线圈单元均包括螺旋线圈及套设于螺旋线圈上的环形的馈电线圈，馈电线圈的一侧中部断开形成输入端口和输出端口，另一侧中部连接有可调电容，线圈阵列中两个相邻线圈单元的螺旋线圈的旋向相反，每层线圈阵列中的各行线圈单元均沿一曲面布置，每行线圈单元相互平行布置且包含的馈电线圈的输入端口和输出端口并联连接。

10 在一些可选的实施方案中，每层线圈阵列均包括呈三行三列矩阵布置的九个线圈单元。

在一些可选的实施方案中，发射线圈和接收线圈均包括三层间隔布置的线圈阵列。

在一些可选的实施方案中，相邻层线圈阵列之间的间距为
15 0.5-1.5cm。

在一些可选的实施方案中，线圈单元中馈电线圈的长宽尺寸为15.4cm×15.4cm；螺旋线圈的线圈间隙为0.3-0.6cm，线圈圈数为14.25圈；螺旋线圈和馈电线圈的直径为0.3-0.5cm。

20 在一些可选的实施方案中，发射线圈和接收线圈的线圈阵列中心之间的间距为40-60cm。

在一些可选的实施方案中，线圈阵列中的各行线圈单元均沿曲率半径为40-60cm的曲面布置。

本申请的有益效果是：本申请提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统包括相对布置的发射线圈和接收线圈；发射线圈和接收线圈
25 均包括至少一层线圈阵列，每层线圈阵列均包括多个呈矩阵布置的线圈单元，每个线圈单元均包括螺旋线圈及套设于螺旋线圈上的环形的

馈电线圈，馈电线圈的一侧中部断开形成输入端口和输出端口，另一侧中部连接有可调电容，线圈阵列中两个相邻线圈单元的螺旋线圈的旋向相反，每层线圈阵列中的各行线圈单元均沿一曲面布置，每行线圈单元相互平行布置且包含的馈电线圈的输入端口和输出端口并

5 连接。本申请提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统能够在中、远程传输距离条件下获得较高的系统传输效率与功率，并对收发线圈间距变化具有较好的鲁棒性。

附图说明

10 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

15 图 1 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统的结构示意图；

图 2 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统中线圈阵列的结构示意图；

图 3 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系

20 统中线圈单元的结构示意图；

图 4 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统中每行相互平行布置的线圈单元包含的馈电线圈的输入端口和输出端口分别通过 AC-DC 转换器与电源并联连接的结构示意图；

图 5 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系

25 统的局部结构示意图；

图 6 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统中发射线圈和接收线圈均采用单个线圈单元时的总能量传输效率和频率的仿真试验结果示意图；

图 7 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统中发射线圈和接收线圈均采用三层线圈阵列时的能量传输效率和频率的仿真试验结果示意图；

图 8 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统中发射线圈和接收线圈均采用单个线圈单元时的最大能量传输效率随距离变化曲线；

图 9 为本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统中发射线圈和接收线圈均采用三层线圈阵列时的最大能量传输效率随距离变化曲线。

图中：100、发射线圈；110、接收线圈；120、线圈阵列；130、线圈单元；140、螺旋线圈；150、馈电线圈；160、输入端口；170、输出端口；180、可调电容。

具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

因此，以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围，而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

在本申请的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

此外，术语“水平”、“竖直”、“悬垂”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂，而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平，并不是表示该结构一定要完全水平，而是可以稍微倾斜。

在本申请的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

在本申请中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触，也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特

征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

以下结合实施例对本申请的基于磁耦合共振模式的无线充电系统的特征和性能作进一步的详细描述。

如图 1、图 2、图 3、图 4 和图 5 所示，本申请实施例提供一种基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其包括相对布置的发射线圈 100 和接收线圈 110；发射线圈 100 和接收线圈 110 均包括三层线圈阵列 120，相邻层线圈阵列 120 之间的间距为 1cm，每层线圈阵列 120 均包括九个呈矩阵布置的线圈单元 130，每个线圈单元 130 均包括螺旋线圈 140 及套设于螺旋线圈 140 上的环形的馈电线圈 150，馈电线圈 150 的一侧中部断开形成输入端口 160 和输出端口 170，另一侧中部连接有可调电容 180 作为谐振点，线圈阵列 120 中两个相邻线圈单元 130 的螺旋线圈 140 的旋向相反，每层线圈阵列 120 中的各行线圈单元 130 均沿曲率半径为 50cm 的曲面布置，每行线圈单元 130 相互平行布置且包含的馈电线圈 150 的输入端口 160 和输出端口 170 分别通过 AC-DC 转换器与电源并联连接。线圈单元 130 中馈电线圈 150 的长宽尺寸为 15.4cm×15.4cm；螺旋线圈 140 和馈电线圈 150 的直径为 0.4cm，螺旋线圈 140 和馈电线圈 150 之间间隙以及螺旋线圈 140 的线圈间隙为 0.5cm，螺旋线圈 140 的线圈圈数为 14.25 圈，发射线圈 100 和接收线圈 110 的线圈阵列 120 中心之间的间距为 50cm。

本申请实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统通过将九个线圈单元 130 呈矩阵布置形成线圈阵列 120，并分别将三层线圈阵列 120 组成形成相对布置的发射线圈 100 和接收线圈 110，每个线圈单元 130 均包括螺旋线圈 140 及套设于螺旋线圈 140 上的环形的馈电线圈 150，馈电线圈 150 的一侧中部断开形成输入端口 160 和输

出端口 170, 另一侧中部连接有可调电容 180, 线圈阵列 120 中两个相邻线圈单元 130 的螺旋线圈 140 的旋向相反, 并使每层线圈阵列 120 中的各行线圈单元 130 均沿曲率半径为 50cm 的曲面布置, 每行线圈单元 130 相互平行布置且包含的馈电线圈 150 的输入端口 160 和输出端口 170 并联连接, 从而采用紧凑的线圈阵列 120 使磁场分布更加集中组成高效的近场磁耦合模式的曲面线圈系统, 在电路参数可调的情况下, 采用全波数值方法-矩量法及其细线逼近算法, 对整个系统综合分析并对谐振电容、负载电阻等电路参数进行优化。

如图 6 所示, 本实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统中发射线圈 100 和接收线圈 110 均采用单个线圈单元 130 时的谐振点位于 19.22GHz 频段附近, 在此频段内无线充电传输效率约为 54.6%, 如图 7 所示, 基于磁耦合共振模式的无线充电系统中发射线圈 100 和接收线圈 110 均采用三层线圈阵列 120 时的总能量传输效率约为 83.5%, 如图 8 和图 9 所示, 发射线圈 100 和接收线圈 110 均采用单个线圈单元 130 时的最大能量传输效率随距离变化曲线如图 8 所示, 发射线圈 100 和接收线圈 110 均采用三层线圈阵列 120 时的最大能量传输效率随距离变化曲线如图 9 所示, 可见本实施例提供的基于磁耦合共振模式的无线充电系统提高了系统效率对收发线圈间距变化的鲁棒性。

以上所描述的实施例是本申请一部分实施例, 而不是全部的实施例。本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围, 而是仅仅表示本申请的选定实施例。基于本申请中的实施例, 本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例, 都属于本申请保护的范围。

权 利 要 求 书

1. 一种基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其特征在于，其包括相对布置的发射线圈和接收线圈；所述发射线圈和所述接收线圈均包括至少一层线圈阵列，每层所述线圈阵列均包括多个呈矩阵布置的线圈单元，每个所述线圈单元均包括螺旋线圈及套设于所述螺旋线圈上的环形的馈电线圈，所述馈电线圈的一侧中部断开形成输入端口和输出端口，另一侧中部连接有可调电容，所述线圈阵列中两个相邻所述线圈单元的所述螺旋线圈的旋向相反，每层所述线圈阵列中的各行所述线圈单元均沿一曲面布置，每行所述线圈单元相互平行布置且包含的所述馈电线圈的所述输入端口和所述输出端口并联连接。

2. 根据权利要求1所述的基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其特征在于，每层所述线圈阵列均包括呈三行三列矩阵布置的九个所述线圈单元。

3. 根据权利要求1所述的基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其特征在于，所述发射线圈和所述接收线圈均包括三层间隔布置的所述线圈阵列。

4. 根据权利要求3所述的基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其特征在于，相邻层所述线圈阵列之间的间距为0.5-1.5cm。

5. 根据权利要求1所述的基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其特征在于，所述线圈单元中所述馈电线圈的长宽尺寸为15.4cm×15.4cm；所述螺旋线圈的线圈间隙为0.3-0.6cm，线圈圈数为14.25圈，所述螺旋线圈和所述馈电线圈的直径为0.3-0.5cm。

6. 根据权利要求1所述的基于磁耦合共振模式的无线充电系统，其特征在于，所述发射线圈和所述接收线圈的所述线圈阵列中心之间的间距为40-60cm。

7. 根据权利要求 1 所述的基于磁耦合共振模式的无线充电系统, 其特征在于, 所述线圈阵列中的各行所述线圈单元均沿曲率半径为 40-60cm 的曲面布置。