(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105207375 A
(43)申请公布日 2015.12.30

(21)申请号 201510721338.0

(22)申请日 2015.10.30

(71)申请人 武汉大学
地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山武汉大学

(72)发明人 王军华 代中余 方支剑 朱蜀

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所（特殊普通合伙）42222
代理人 严彦

(51)Int.Cl.
H02J 17/00(2006.01)
H01F 38/14(2006.01)
H01F 27/28(2006.01)

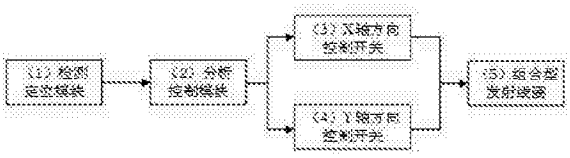
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种组合型平面动态无线传能发射线圈装置

(57)摘要

本发明提供一种组合型平面动态无线传能发射线圈装置，用于为无线传能系统的接收线圈提供交变电磁场，包括由检测定位模块检测定位接收线圈的位置，分析控制模块对与各个发射线圈单元相连接的X轴方向控制开关和Y轴方向控制开关将要连通和断开的时刻做出判断，使组合型发射线圈向接收线圈传递交变电磁场时，在工作状态的发射线圈单元所构成发射线圈工作阵列相对于接收线圈处于传输效率最大的形态；组合型发射线圈包括若干按行列分布的发射线圈单元。本发明拓展了动态无线传能发射线圈机构设计方式，避免了传统发射线圈静止导致发射线圈和接收线圈错位的影响，克服了线圈错位导致的传输距离短、传输效率低等缺点，同时提高了传输能量和传输效率。



CN 105207375 A

1. 一种组合型平面动态无线传能发射线圈装置，用于为无线传能系统的接收线圈（6）提供交变电磁场，其特征在于：包括以下部分，

检测定位模块（1），用于检测定位接收线圈（6）的位置，转换成相应信息，所述信息包括接收线圈（6）距组合型发射线圈（5）的距离和速度信息；

分析控制模块（2），用于接收检测定位模块（1）发送的距离和速度信息，对与各个发射线圈单元（7）相连接的 X 轴方向控制开关（3）和 Y 轴方向控制开关（4）将要连通和断开的时刻做出判断，发送相应控制命令，控制 X 轴方向控制开关（3）和 Y 轴方向控制开关（4）工作，使组合型发射线圈（5）向接收线圈（6）传递交变电磁场时，在工作状态的发射线圈单元所构成发射线圈工作阵列相对于接收线圈处于传输效率最大的形态；

X 轴方向控制开关（3），用于依据接收到的控制命令，控制组合型发射线圈（5）在标号为 X 轴方向上的各条连接线路的通断；

Y 轴方向控制开关（4），用于依据接收到的控制命令，控制组合型发射线圈（5）在标号为 Y 轴方向上的各条连接线路的通断；

组合型发射线圈（5），包括若干按行列分布的发射线圈单元（7），各发射线圈单元（7）在相应 X 轴方向控制开关（3）和 Y 轴方向控制开关（4）均处于连通状态时，进入工作状态，发射交变电磁场。

2. 根据权利要求 1 所述组合型平面动态无线传能发射线圈装置，其特征在于：组合型发射线圈（5）向接收线圈（6）传递交变电磁场时，通过控制 X 轴方向控制开关（3）和 Y 轴方向控制开关（4）工作，使在工作状态的发射线圈单元所构成发射线圈工作阵列的位置发生移动或形状发生改变。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述组合型平面动态无线传能发射线圈装置，其特征在于：由 X 轴方向控制开关（3）和 Y 轴方向控制开关（4）共同控制各发射线圈单元（7）的工作状态，当发射线圈单元（7）由 X 轴方向控制开关（3）导通且 Y 轴方向控制开关（4）导通时，发射线圈单元（7）在工作状态。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述组合型平面动态无线传能发射线圈装置，其特征在于：发射线圈（5）和接收线圈（6）的外部覆盖电磁屏蔽层。

5. 根据权利要求 3 所述组合型平面动态无线传能发射线圈装置，其特征在于：发射线圈（5）和接收线圈（6）的外部覆盖电磁屏蔽层。

一种组合型平面动态无线传能发射线圈装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无线传能技术领域，具体涉及动态无线传能发射线圈装置，特别是一种组合型平面动态无线传能发射线圈装置。

背景技术

[0002] 无线传能技术在消费电子、医疗电子、工业电子中具有广阔的应用前景。磁感应耦合和磁共振耦合是目前无线传能中使用最广泛的技术，它们通过发送线圈与接收线圈之间的电磁耦合传输电能。

[0003] 磁感应耦合和磁共振耦合的电能传输效率均与两个线圈之间的耦合系数密切相关。通常，耦合系数越大，电能传输效率越高。耦合系数由线圈的形状、大小、相对位置决定。在许多应用场合，如电动汽车动态无线充电，线圈的形状、大小是固定的，而发送线圈和接收线圈之间的位置是变化的。由于相对位置的不确定引起的耦合系数不确定，将使动态无线充电系统不能达到最优效率传输效率，甚至有可能由于接收电压的波动而损坏系统。虽然在某一固定耦合系数下，通过合理的补偿电路设计，并使电路工作在谐振状态下可以使传输效率达到最大，但是耦合系数的不确定将使补偿电路失效，除非补偿电路能根据耦合系数的变化进行调整，这大大加大了电路设计的难度，甚至变得不能实现。

发明内容

[0004] 为解决动态无线传能中，由于发射线圈和接收线圈之间相对位置不确定使得系统传输效率不能达到最优甚至系统不能正常工作的问题，本发明设计了一种组合型平面高效无线传能发射线圈机构，发射线圈在一段时间内能跟随接收线圈移动。

[0005] 本发明的技术方案提供一种组合型平面动态无线传能发射线圈装置，用于为无线传能系统的接收线圈 6 提供交变电磁场，包括以下部分，

检测定位模块 1，用于检测定位接收线圈 6 的位置，转换成相应信息，所述信息包括接收线圈 6 距组合型发射线圈 5 的距离和速度信息；

分析控制模块 2，用于接收检测定位模块 1 发送的距离和速度信息，对与各个发射线圈单元 7 相连接的 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 将要连通和断开的时刻做出判断，发送相应控制命令，控制 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 工作，使组合型发射线圈 5 向接收线圈 6 传递交变电磁场时，在工作状态的发射线圈单元所构成发射线圈工作阵列相对于接收线圈处于传输效率最大的形态；

X 轴方向控制开关 3，用于依据接收到的控制命令，控制组合型发射线圈 5 在标号为 X 轴方向上的各条连接线路的通断；

Y 轴方向控制开关 4，用于依据接收到的控制命令，控制组合型发射线圈 5 在标号为 Y 轴方向上的各条连接线路的通断；

组合型发射线圈 5，包括若干按行列分布的发射线圈单元 7，各发射线圈单元 7 在相应 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 均处于连通状态时，进入工作状态，发射交变电

磁场。

[0006] 而且，组合型发射线圈 5 向接收线圈 6 传递交变电磁场时，通过控制 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 工作，使在工作状态的发射线圈单元所构成发射线圈工作阵列的位置发生移动或形状发生改变。

[0007] 而且，由 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 共同控制各发射线圈单元 7 的工作状态，当发射线圈单元 7 由 X 轴方向控制开关 3 导通且 Y 轴方向控制开关 4 导通时，发射线圈单元 7 在工作状态。

[0008] 而且，发射线圈 5 和接收线圈 6 的外部覆盖电磁屏蔽层。

[0009] 本发明提出的组合型平面动态无线传能发射线圈装置，是采用检测定位模块 1、分析控制模块 2、X 轴方向控制开关 3、Y 轴方向控制开关 4、组合型发射线圈 5 组成的组合型平面高效无线传能发射线圈机构，配合接收线圈 6 实现动态无线传能系统。此外还考虑了电磁辐射的影响，在发射线圈外部利用电磁屏蔽技术进行处理，有效约束了电磁场的辐射范围，减小电磁场对环境的影响，提高了系统能量传输效率。本发明技术方案避免了传统动态无线传能发射线圈静止导致发射线圈和接收线圈错位的影响，克服了线圈错位导致的传输距离短、传输效率低等缺点，同时提高了传输能量，对动态无线传能发展提供有力的支持。采用本发明技术方案制造出来的发射线圈机构用于动态无线传能系统能有效提高电能的传输效率，解决了动态无线传能系统中发射线圈机构设计的优化问题。

附图说明

[0010] 图 1 是本发明实施例的整体结构框图；

图 2 是本发明实施例的功能示意图；

图 3 是本发明实施例的发射线圈单元的结构图；

图 4 是本发明实施例应用时的接收线圈的结构图。

具体实施方式

[0011]

以下结合附图和实施例对本发明技术方案进行具体描述。

[0012] 考虑到如果能使发送线圈在对接收线圈传输电能的时间段内保持相对位置静止，接收线圈在这段时间内与发送线圈之间的耦合系数也将是固定的，本发明提出一种组合型平面高效动态无线传能发射线圈机构设计，将无线传能系统中的发射线圈设计成由多个发射线圈单元组合而成的组合型发射线圈，通过控制各个发射线圈单元的工作状态，实现由处于工作状态的发射线圈单元构成的发射线圈工作阵列发生移动，使发射线圈工作阵列和接收线圈在进行能量传输的一段时间内的相对位置保持在传输效率最大的位置，进而能较大地提高系统的能量传输效率。

[0013] 其中，所述的组合型发射线圈由多个发射线圈单元组合构成。

[0014] 本发明进一步提出，所述组合型发射线圈中各发射线圈单元的工作状态由 X 轴方向控制开关和 Y 轴方向控制开关共同控制。

[0015] 本发明进一步提出，控制发射单元的工作状态可实现由处于工作状态的发射线圈单元构成的发射线圈工作阵列位置发生移动。例如，如有一排 10 个发射线圈单元，从第一

个到最后一个标号为 1 到 10，每次有 3 个发射线圈单元处于工作状态构成发射线圈工作阵列，处于工作状态的发射线圈单元由 123 变成 234，等同发射线圈工作阵列的位置发生移动。

[0016] 本发明进一步提出，控制发射单元的工作状态可实现由处于工作状态的发射线圈单元构成的发射线圈工作阵列形状发生改变。例如有三排共 30 个发射线圈单元，第一排发射线圈单元从第一个到最后一个标号为 A1 到 A10，第二排发射线圈单元从第一个到最后一个标号为B1 到B10，第三排发射线圈单元从第一个到最后一个标号为C1 到C10，每次有 6 个发射线圈单元处于工作状态构成发射线圈工作阵列，处于工作状态的发射线圈单元由 A2、B2、C2、A3、B3、C3 变成 A2、B2、A3、B3、A4、B4，等同发射线圈工作阵列形状发生改变。

[0017] 位置发生移动和形状发生改变都可用于适应接收线圈的状况。

[0018] 本发明进一步提出，所述的由处于工作状态的发射线圈单元构成的发射线圈工作阵列在某一段时间内（即发射线圈向接收线圈传递交变电磁场这段时间）与接收线圈的相对位置处于传输效率最大的位置。

[0019] 如图 1 所示，本发明实施例所提供组合型平面高效无线传能发射线圈装置，设置有如下部分：

检测定位模块 1，检测定位接收线圈 6 的位置，转换成相应信息，所述信息包括接收线圈 6 距组合型发射线圈 5 的距离和速度信息；

分析控制模块 2，接收检测定位模块 1 发送的距离和速度信息，对与各个发射线圈单元 7 相连接的 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 将要连通和断开的时刻做出判断，发送相应控制命令，控制下一级（X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4）工作，使组合型发射线圈 5 向接收线圈 6 传递交变电磁场时，其中在工作状态的发射线圈单元所构成发射线圈工作阵列相对于接收线圈处于传输效率最大的形态；

X 轴方向控制开关 3，依据接收到的控制命令，控制组合型发射线圈 5 在标号为 X 轴方向上的各条连接线路的通断；

Y 轴方向控制开关 4，依据接收到的控制命令，控制组合型发射线圈 5 在标号为 Y 轴方向上的各条连接线路的通断；

组合型发射线圈 5，包括若干按行列分布的发射线圈单元 7，各发射线圈单元 7 在相应 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 均处于连通状态时，进入工作状态，发射交变电磁场。

[0020] 所述接收线圈 6，接收交变电磁场，为负载供能。

[0021] 具体实施时，可利用现有的成熟设备实现方法过程，例如可采用单片机等微处理器实现分析控制模块 2，可采用继电器开关等设备实现 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4。

[0022] 所述的检测定位模块 4 用于检测定位接收线圈的位置和速度，并转化成相应的信息。本实施例中检测定位模块 4 由 GPS 定位装置和红外传感器、超声波传感器组成。在接收线圈 6 距离组合型发射线圈 5 一定距离之外，由 GPS 定位装置定位接收线圈 6 的行驶位置；在接收线圈 6 移动到距离组合型发射线圈 5 一定距离之内，由红外传感器和超声波传感器精确定位接收线圈 6 的位置和移动速度。具体实施时，该距离可设置为经验值。所采用的检测定位手段和方法均可依照具体情况进行调整，例如任选红外传感器和超声波传感器

其中一种进行精确定位。

[0023] 具体实施时，组合型发射线圈 5 中的发射线圈单元 7 可按行列分布，类似矩阵元素，因此可以不需为每个发射线圈单元 7 单独设置控制开关，而是根据行列分布，设置 X 轴方向控制开关 3 控制 X 轴方向上的通断，Y 轴方向控制开关 4 控制 Y 方向上的通断。例如，对于处于第 x 行第 y 列的发射线圈单元 7，X 轴方向控制开关 3 控制 X 轴方向上第 y 列连通，Y 轴方向控制开关 3 控制 Y 轴方向上第 x 行连通时，即可处于工作状态。

[0024] 所述的组合型平面高效无线传能发射线圈装置设置有检测定位模块 1，检测定位接收线圈 6 在将要到达组合型发射线圈 5 所在位置一定距离范围内移动的位置和速度，转换成接收线圈 6 距组合型发射线圈 5 的距离和速度信息，并将所得信息发送到分析控制模块 2，具体实施时，可以根据接收线圈运动速度设定该距离，一般距离将要到达的发射线圈位置很近，时间在 2-5s 之间；分析控制模块 2，接收检测定位模块 1 发送的距离和速度信息，可以采用拟合等方式分析预测接收线圈 6 在到达组合型发射线圈 5 所在位置，为使组合型发射线圈 5 向接收线圈 6 传递交变电磁场时，其中在工作状态的发射线圈单元所构成发射线圈工作阵列相对于接收线圈处于传输效率最大的形态，对与各个发射线圈单元 7 相连接的 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 将要连通和断开的时刻做出判断，分别发送 X 轴方向和 Y 轴方向的控制命令，控制下一级工作；X 轴方向控制开关 3，接收分析控制模块 2 的 X 轴方向控制命令信息，依据所接收到的控制命令，控制各个发射线圈单元 7 在标号为 X 轴方向上线路的通断时刻；Y 轴方向控制开关 4，接收分析控制模块 2 的 Y 轴方向控制命令信息，依据接收到的控制命令，控制各个发射线圈单元 7 在标号为 Y 轴方向上线路的通断时刻。本领域技术人员可自行根据需要预先设定具体拟合方式和效率判断规则，按照 X 轴方向和 Y 轴方向分解设定发射线圈工作阵列的移动路线和速度。组合型发射线圈 5，由若干发射线圈单元 7 组成，具体实施时，对各发射线圈单元 7，可分别通过并联电容调节共振频率与电源频率相同，使发射得交变电磁场最大，当 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 同时导通时，其才能发射交变电磁场，并在其外面部分覆盖电磁屏蔽层 9；接收线圈 6，具体实施时可通过并联电容调节共振频率与组合型发射线圈 5 的共振频率相同，并在外面部分覆盖电磁屏蔽层 9，使电能传输效率最高，接收组合型发射线圈 5 发射的交变电磁场，为负载供能。

[0025] 如图 2 所示，所述的组合型平面高效动态无线传能发射线圈装置，将组合型发射线圈 5 设计成由多个发射线圈单元 7 组合而成，根据检测到的动态无线传能接收线圈 6 的位置和移动速度，预测接收线圈 6 在到达组合型发射线圈 5 所在位置时，通过控制 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 的通断控制各个发射线圈单元 7 的工作状态，实现由处于工作状态的发射线圈单元 7 构成的发射线圈工作阵列发生移动或形状改变，使组合型发射线圈 5 和接收线圈 6 在进行能量传输的一段时间内的相对位置保持在传输效率最大的位置，进而能较大地提高系统的能量传输效率。

[0026] 实施例中，各发射线圈单元 7 和接收线圈 6 外部均覆盖氧化铁电磁屏蔽层 9，然后用 PVC 材料封装制作成长方形平板式，防止外部环境对线圈的损坏，同时约束磁场，组合型发射线圈 5 由多个发射线圈单元 7 构成，按行列分布，即按照预设定的 X 轴和 Y 轴方向排列(形如棋盘)，依据预测的接收线圈 6 在到达组合型发射线圈 5 的时刻、速度和路线，分别控制 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 的开关状态，保证在组合型发射线圈 5 进行

能量传输的时间段内，组合型发射线圈 5 中处于工作状态的发射线圈单元 7 组合成的发射线圈工作阵列的形状、与接收线圈 6 的相对位置一直处于最大传输效率的状态。所选的屏蔽材料、封装材料的厚度、形状等均可根据实际情况调整。

[0027] 如图 3 所示，所述的发射线圈单元 7 由外加绝缘层的金属导体绕制而成，线圈外部覆盖电磁屏蔽层 9，约束电磁场，通过并联电容调整线圈共振频率，首末端分别与 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 连接，控制发射线圈单元 7 的工作状态。本实施例中，每一个封装好的发射线圈单元 7 内部有环形跑道形状螺旋线圈 8，为多匝环形跑道形状，两端为两个半圆形，中间为两段直线型，由半径 1mm 的铜线从中心开始呈顺时针方向绕制 4 圈，内半圆半径为 50mm，外半圆半径为外直径为 66mm，中间段直线长 80mm，径向节距为 4mm，外部覆盖氧化铁电磁屏蔽层 9，约束磁场，通过并联匹配电容 10，调节线圈共振频率与电源频率相同，在 kHz 级别，整体用 PVC 材料封装成矩形，长 220mm，宽 150mm，高 10mm，线圈的首末端通过铜线引出分别与 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 连接，当这两个方向控制开关均处导通状态时，发射线圈单元 7 才进行工作，发射交变电磁场。所绕制接收线圈的形状、尺寸、匝数以及导体的材料与半径、屏蔽材料、封装厚度、形状均可依照具体情况进行调整，接收线圈本身有共振频率，通过并联电容，电容和线圈构成的整体频率发生改变，实现调节。

[0028] 如表 1 所示，发射线圈单元 7 的工作状态与 X 轴方向控制开关 3、Y 轴方向控制开关 4 通断状态关系表。本实施例中，由 X 轴方向控制开关 3 和 Y 轴方向控制开关 4 共同控制发射线圈单元 7 的工作状态，当 X 轴方向控制开关 3 导通、Y 轴方向控制开关 4 关断时，发射线圈单元 7 不工作；当 X 轴方向控制开关 3 导通、Y 轴方向控制开关 4 导通时，发射线圈单元 7 工作；当 X 轴方向控制开关 3 关断、Y 轴方向控制开关 4 导通时，发射线圈单元 7 不工作；当 X 轴方向控制开关 3 关断、Y 轴方向控制开关 4 关断时，发射线圈单元 7 不工作。具体控制关系可根据实际情况进行调整。

[0029] 表 1

	工作状态			
X 轴方向控制开关 3	导通	导通	关断	关断
Y 轴方向控制开关 4	关断	导通	导通	关断
发射线圈单元 7	不工作	工作	不工作	不工作

如图 4 所示，本发明实施例所提供发射线圈应用时，相应接收线圈 6 由外加绝缘层的金属导体绕制而成的螺旋形线圈 11 阵列排布构成，线圈外部覆盖电磁屏蔽层 9，约束电磁场。本实施例中接收线圈 6 由 10 个螺旋形线圈 11 阵列排布成 2 排构成，一排有 5 个螺旋形线圈 11，所有螺旋形线圈 11 首先都通过并联匹配电容调整共振频率与发射线圈 5 相同，然后再通过并联方式连接构成接收线圈 6，并在接收线圈 6 外部覆盖氧化铁电磁屏蔽层 9，约束磁场，最后用 PVC 材料封装成矩形，长 800mm，宽 300mm，高 10mm。其中，各个螺旋形线圈 11 的各个方面都相同，都为多匝圆形线圈，由半径 1mm 铜线从线圈中心顺时针绕制 4 圈构成，多匝圆形线圈内半径为 50mm，外半径为 66mm，径向节距为 4mm，所绕制螺旋形线圈 11 的形状、尺寸、匝数以及导体的材料与半径均可依照具体情况进行调整，阵列构成的接收线圈 6 的螺旋形线圈 11 的数量、阵列方式以及接收线圈 11 的形状等可依据实际需求进行调整。

[0030] 本发明提供了本领域技术人员能够实现的技术方案。以上实施例仅供说明本发明

之用，而非对本发明的限制，有关技术领域的技术人员，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，还可以做出各种变换或变型，因此所有等同的技术方案，都落入本发明的保护范围。

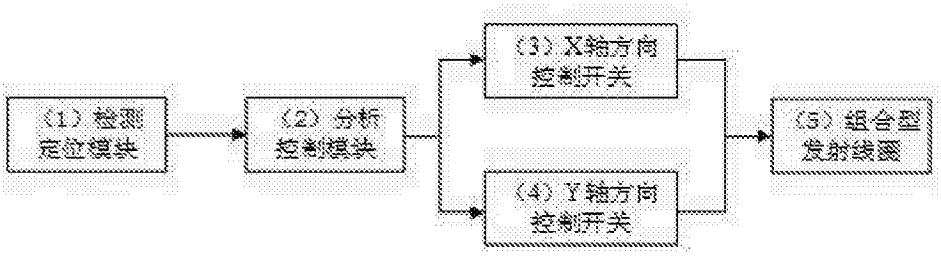

(1) 检测
定位模块
(2) 分析
控制模块
(3) X轴方向
控制开关
(4) Y轴方向
控制开关
(5) 组合型
发射线圈

图 1

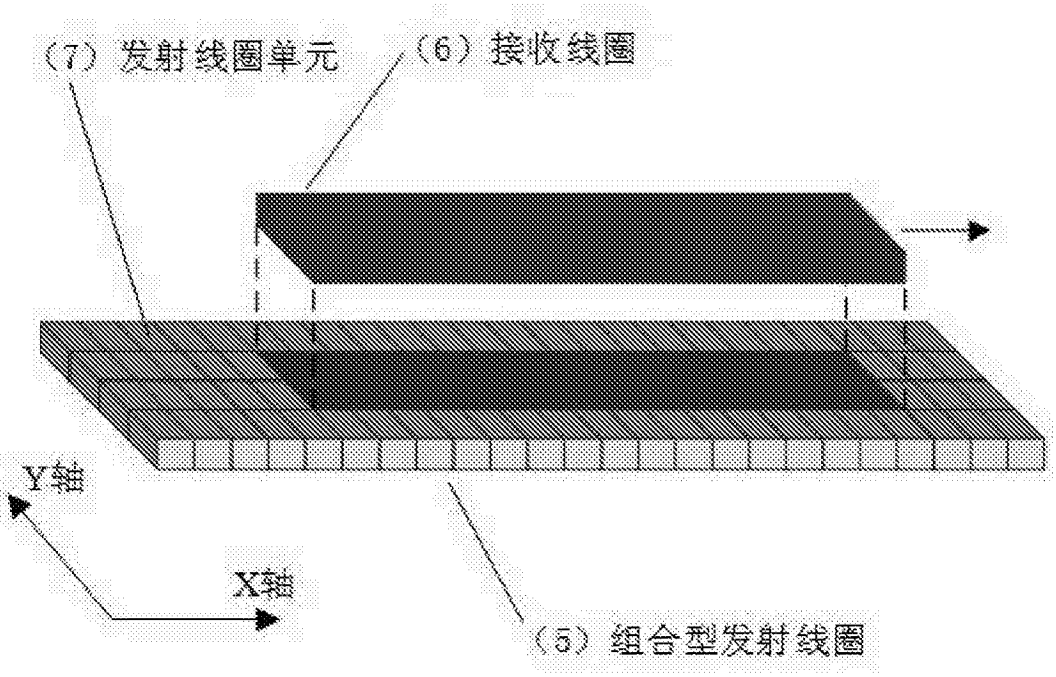

(7) 发射线圈单元
(6) 接收线圈
Y轴
X轴
(5) 组合型发射线圈

图 2

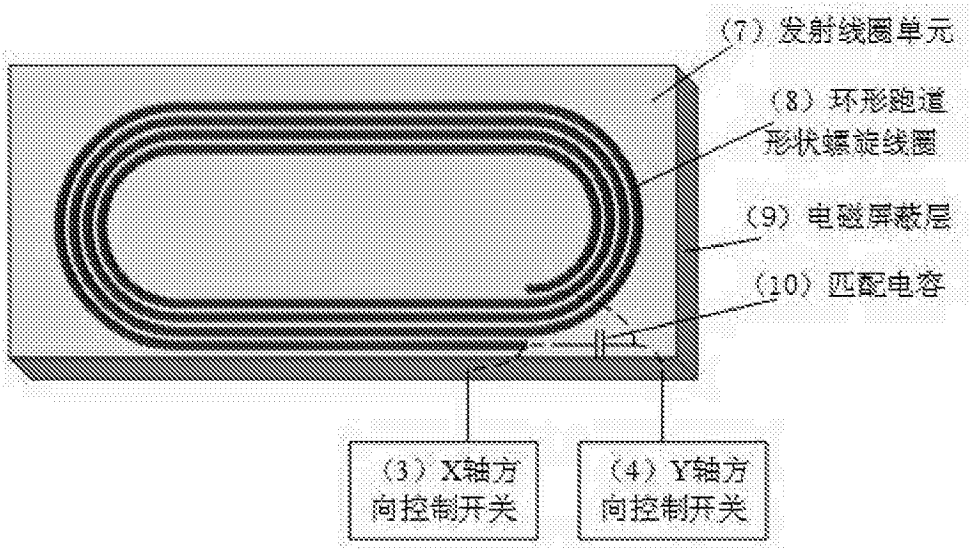

(7) 发射线圈单元
(8) 环形跑道形状螺旋线圈
(9) 电磁屏蔽层
(10) 匹配电容
(3) X轴方向控制开关
(4) Y轴方向控制开关

图 3

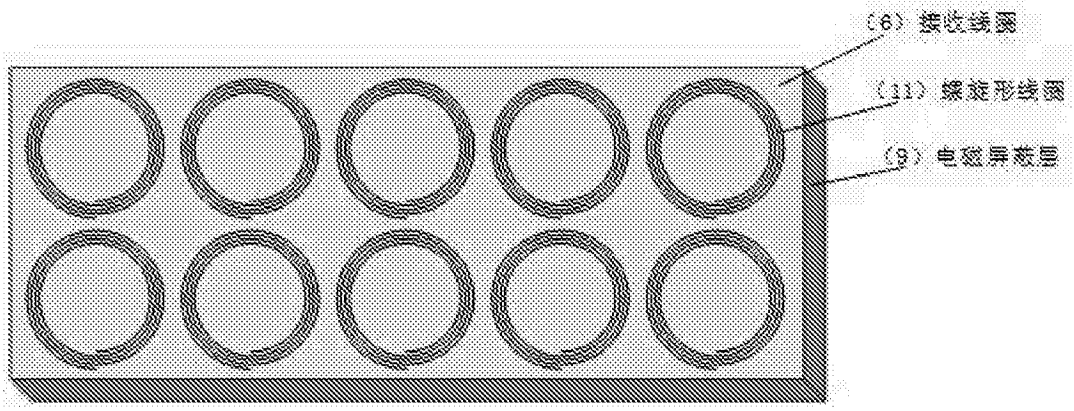

(6) 接收线圈
(11) 螺旋形线圈
(9) 电磁屏蔽层

图 4