(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 105515212 A
(43)申请公布日 2016.04.20

(21)申请号 201510649286.0

(22)申请日 2015.10.09

(30)优先权数据
14/511,366 2014.10.10 US

(71)申请人 波音公司
地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 布赖恩·J·蒂洛森 彭·曾
史蒂文·理查德·科里

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 梁丽超 陈鹏

(51)Int.Cl.
H02J 50/10(2016.01)

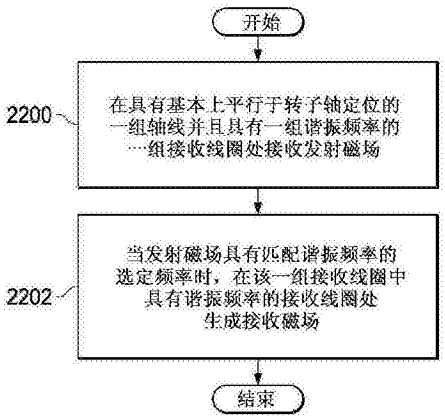
权利要求书2页 说明书20页 附图22页

(54)发明名称

具有平行线圈的幻影电动机系统

(57)摘要

本公开涉及具有平行线圈的幻影电动机系统。提出了用于操作电动机的方法和设备。在具有基本上平行于来自发射线圈的磁场线而定位的一组轴线并且具有一组谐振频率的一组接收线圈处接收发射磁场。该一组谐振频率中的谐振频率不同于该一组接收线圈中的其他接收线圈。当发射磁场具有匹配谐振频率的选定频率时，在该一组接收线圈中具有谐振频率的接收线圈处生成接收磁场。接收磁场吸引电动机中的转子。



CN 105515212 A

1. 一种用于操作电动机的设备，包括：

转子 (120)，由磁性材料 (130) 组成；以及

一组接收线圈 (122)，具有被定向成平行于来自发射线圈 (116) 的磁场线的一组轴线 (132) 并且具有一组谐振频率，其中，所述一组接收线圈中的接收线圈具有不同于所述一组接收线圈中的其他接收线圈的所述一组谐振频率中的谐振频率，使得当发射磁场具有与所述接收线圈的谐振频率相关的选定频率时，所述接收线圈生成吸引所述转子的接收磁场。

2. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，所述一组轴线具有选自平行于转子轴 (128) 和垂直于所述转子轴中的一个的定向。

3. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，所述转子是下列各项中的一个：

能够围绕转子轴旋转并且所述一组接收线圈具有固定位置；和

固定的并且所述一组接收线圈能够围绕所述转子轴旋转。

4. 根据权利要求 1 所述的设备，进一步包括下列各项中的至少一个：

发射器 (114)，具有生成所述发射磁场的所述发射线圈；以及

一组电容器 (124)，连接至所述一组接收线圈，其中，所述一组电容器设置用于所述一组接收线圈的所述一组谐振频率。

5. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，

所述转子在转子体积 (210) 内旋转并且所述一组接收线圈中的所述接收线圈的第一部分 (220、224、228) 位于所述转子体积的第一侧上并且所述接收线圈的第二部分位于与所述转子体积的所述第一侧相对的所述转子体积的第二侧上，并且其中，通过电容器将所述接收线圈的所述第一部分连接至所述接收线圈的所述第二部分；和 / 或

所述转子和所述一组接收线圈是无线接收电力的幻影发动机 (200) 的一部分，并且发射器 (114) 是控制器 (106) 的一部分，并且所述幻影发动机和所述控制器形成幻影发动机系统 (112)。

6. 根据权利要求 5 所述的设备，其中，所述发射器包括包含所述发射线圈的多个发射线圈。

7. 根据权利要求 1 所述的设备，进一步包括：

倾斜调整系统 (160)，基于所述一组轴线从所述发射磁场中的所述磁场线发散的量来改变所述一组轴线的定向。

8. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，所述转子和所述一组接收线圈形成与平台 (104) 相关联的电动机 (102)，所述平台 (104) 选自移动平台、固定平台、陆上结构、水上结构、空中结构、飞机、无人驾驶飞行器、无人驾驶的陆上车辆、水面舰艇、坦克、人员输送车、火车、航天器、空间站、卫星、潜水艇、汽车、发电厂、桥梁、水坝、房屋、制造设施、建筑物、假肢、人造器官、可植入药泵、生物医学植入物、机械臂和纳米机器人中的一个。

9. 一种用于操作电动机的方法，所述方法包括：

在具有被定向为平行于来自发射线圈 (116) 的磁场线的一组轴线 (132) 并且具有一组谐振频率的一组接收线圈 (122) 处接收 (2200) 发射磁场，其中，所述一组接收线圈中的接收线圈具有不同于所述一组接收线圈中的其他接收线圈的所述一组谐振频率中的谐振频率；并且

当所述发射磁场具有匹配所述谐振频率的选定频率时，在所述一组接收线圈中的具有

所述谐振频率的接收线圈处生成 (2202) 接收磁场，其中，所述接收磁场吸引所述电动机中的转子 (120)。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，进一步包括 ：

在相对于所述一组接收线圈定位的所述发射线圈处生成 (2102) 所述发射磁场。

11. 根据权利要求 9 所述的方法，进一步包括 ：

在一个循环中改变 (2100、2102、2104) 所述发射磁场的发射频率，使得所述一组接收线圈中的所有的接收线圈在所述循环期间生成一组接收磁场。

12. 根据权利要求 9 所述的方法，其中，

所述转子在转子体积 (210) 内旋转并且所述一组接收线圈中的接收线圈的第一部分 (220、224、228) 位于所述转子体积的第一侧上并且所述接收线圈的第二部分位于与所述转子体积的所述第一侧相对的所述转子体积的第二侧上，并且其中，通过电容器将所述接收线圈的所述第一部分连接至所述接收线圈的所述第二部分，其中，所述转子和所述一组接收线圈是通过所述发射磁场无线接收电力的幻影发动机的一部分。

13. 根据权利要求 9 所述的方法，进一步包括 ：

基于所述一组轴线从所述发射磁场中的所述磁场线发散的量来改变 (2100、2102、2104) 所述一组轴线的定向。

14. 根据权利要求 9 所述的方法，其中，所述转子是下列各项中的一个 ：

能够围绕转子轴 (128) 旋转并且所述一组接收线圈具有固定位置 ；和

固定的并且所述一组接收线圈能够围绕所述转子轴旋转。

15. 根据权利要求 9 所述的方法，其中，所述转子和所述一组接收线圈形成与平台 (104) 相关联的电动机 (102)，所述平台 (104) 选自移动平台、固定平台、陆上结构、水上结构、空中结构、飞机、无人驾驶飞行器、无人驾驶的陆上车辆、水面舰艇、坦克、人员输送车、火车、航天器、空间站、卫星、潜水艇、汽车、发电厂、桥梁、水坝、房屋、制造设施、建筑物、假肢、人造器官、可植入药泵、生物医学植入物、机械臂和纳米机器人中的一个。

具有平行线圈的幻影电动机系统

技术领域

[0001] 本公开内容总体上涉及一种电动机系统，并且具体地，涉及一种无刷电动机。更具体地，本公开内容涉及用于具有平行线圈的幻影发动机（phantom motor）的方法和设备。

背景技术

[0002] 电动机是将一种将电能转换为机械能的装置。电动机可以被用于各种应用。电动机（例如但不限于）可以被用于驱动风扇、泵、工具、磁盘驱动器、钻头以及其他类型的装置。电动机可以在各种环境中使用。例如，电动机可以被用于各种固定的和移动的平台上的应用，诸如，飞机以及其他交通工具。

[0003] 可以在飞机上使用电动机以执行飞机上的各种功能。例如但不限于，飞机上的电动机可以被用于移动飞行控制面（flight conrol surface），以升起和降下起落架（landing gear）并且用于执行飞机上的其他功能。电动机的一个普遍问题是电动机的大小、成本和重量。理想的是减少这些因素。

[0004] 电动机的一种类型是幻影发动机。幻影发动机是无刷发动机的一种。幻影发动机的发射器生成具有振荡频率的磁场。该磁场提供为发动机电力并且控制发动机。该磁场通过谐振电感耦合来给幻影发动机提供电力，该谐振电感与幻影发动机中的各个线圈直接发生耦合。

[0005] 幻影发动机系统中用于幻影发动机、发射器或者两者的部件通常比期望的成本更高。该成本部分基于零件数量和组件成本。例如，该组件包括绕组线圈和堆叠层压板。

[0006] 进一步地，幻影发动机系统的重量通常比期望的重。磁铁芯和铜绕组加上幻影发动机系统的重量。幻影发动机系统中的这些元件也可导致大小比期望的大或者体积大。因此，其中幻影发动机系统可使用的应用可基于幻影发动机系统的尺寸、成本以及重量中的一个或多个受到限制。

[0007] 因此，期望提供一种考虑了上面所讨论的问题中的至少一些以及其他可能的问题的方法和设备。例如，期望提供一种与当前可用的幻影发动机系统相比降低了成本或者重量中的至少一个的幻影发动机系统。

发明内容

[0008] 在一个示例性实施方式中，一种设备包括由磁性材料组成的转子和一组接收线圈。该一组接收线圈具有被定位成基本上平行于来自发射线圈的磁场线的一组轴线并且具有一组谐振频率。该一组接收线圈中的接收线圈具有不同于该一组接收线圈中的其他接收线圈的该一组谐振频率中的谐振频率，当发射磁场具有与接收线圈的谐振频率相关的选定频率时，使得该接收线圈生成吸引转子的接收磁场。

[0009] 在另一示例性实施方式中，提出了用于操作电动机的方法。在具有基本上平行于来自发射线圈的磁场线而定位的一组轴线并且具有一组谐振频率的一组接收线圈处接收发射磁场。该一组谐振频率中的谐振频率不同于该一组接收线圈中的其他接收线圈。当发

射磁场具有匹配谐振频率的选定频率时，在该一组接收线圈中具有谐振频率的接收线圈处生成接收磁场。接收磁场吸引电动机中的转子。

[0010] 可以在本公开内容的各个实施方式中独立地实现该特征和功能或者还可以结合在其他实施方式中，可以参考以下说明和附图来了解更多的细节。

附图说明

[0011] 在所附权利要求中阐述了示例性实施方式的被认为是新颖性特征的特性。然而，当结合附图阅读时，通过参考以下的本公开内容的示例性实施方式的详细说明来充分理解示例性实施方式以及所使用的优选方式、更多目标及其特征，在附图中：

[0012] 图 1 是根据示例性实施方式的电动机系统环境的框图的示意图；

[0013] 图 2 是根据示例性实施方式的幻影发动机的示意图；

[0014] 图 3 是根据示例性实施方式的幻影发动机的俯视图的示意图；

[0015] 图 4 是根据示例性实施方式的幻影发动机的一部分的截面图的示意图；

[0016] 图 5 是示出了根据示例性实施方式的发射磁场的发射频率对时间的曲线图的示意图；

[0017] 图 6 至图 8 是根据示例性实施方式的幻影发动机中的转子的位置的示意图；

[0018] 图 9 是示出了根据示例性实施方式的随着转子移动的接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图；

[0019] 图 10 是根据示例性实施方式的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图；

[0020] 图 11 是根据示例性实施方式的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图；

[0021] 图 12 是示出了根据示例性实施方式的发射磁场的发射频率对时间的曲线图的示意图；

[0022] 图 13 是示出了根据示例性实施方式的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图；

[0023] 图 14 是示出了根据示例性实施方式的发射磁场的发射频率对时间的曲线图的示意图；

[0024] 图 15 是示出了根据示例性实施方式的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图；

[0025] 图 16 是示出了根据示例性实施方式的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图；

[0026] 图 17 是根据示例性实施方式的电动机系统的示意图；

[0027] 图 18 是根据示例性实施方式的接收线圈至发射线圈的初始定向的示意图；

[0028] 图 19 是根据示例性实施方式的用于接收线圈的倾斜定向的示意图；

[0029] 图 20 是根据示例性实施方式的幻影发动机的示意图；

[0030] 图 21 是示出了根据示例性实施方式的发射磁场的生成的流程图的示意图；

[0031] 图 22 是示出了根据示例性实施方式的电动机的操作的流程图的示意图；

[0032] 图 23 是根据示例性实施方式的用于识别转子和电动机的位置的过程的流程图的示意图；并且

[0033] 图 24 是根据示例性实施方式的用于使接收线圈中的轴线对准 (alignment) 的过

程的流程图的示意图。

具体实施方式

[0034] 示例性实施方式识别并且考虑一个或多个不同的考虑因素。例如，示例性实施方式识别并且考虑其中幻影发动机系统的成本、重量或者尺寸中的至少一个减少的一个方式以减少线圈数量的方式设计幻影发动机系统。例如，示例性实施方式识别并且考虑其中可以减少这些参数的一个方式是使用幻影发动机系统在幻影发动机系统的发动机部分中的定子上减少需要对准通过具有发射线圈与接收线圈生成的外场的发射线圈的数量。当前使用的幻影发动机系统具有三个发射线圈。

[0035] 因此，示例性实施方式提供了用于发动机系统的方法和设备。在一个示例性实例中，设备包括发射器和无线电动机。具体地，无线电动机可以是幻影发动机。

[0036] 例如，其中发射线圈的数量可减少的一个方式是通过选择用于发动机上的定子的接收线圈的定向。例如，接收线圈可从转子的旋转轴进行放射状布置。换言之，可安置线圈使得通过线圈延伸的轴基本上垂直于转子的转子轴。示例性实施方式识别并且考虑接收线圈的这类定向，可使用单个发射线圈。发射线圈可具有与旋转轴平行的定向。

[0037] 在另一示例性实例中，电动机可具有转子和一组接收线圈。该转子关于转子轴旋转，并且该转子由磁性材料组成。该一组接收线圈具有基本上平行于转子轴而定位的一组轴线。接收线圈具有用于该一组线圈的一组谐振频率。在示例性实例中，当发射磁场具有与线圈的谐振频率相关的选定频率时，该一组线圈中的线圈具有来自该一组线圈中的其他线圈的不同谐振频率，使得该线圈生成吸引转子的接收磁场。如本文中使用的，当参考项目使用“一组”时表示一个或多个项目。例如，一组接收线圈是一个或多个接收线圈。

[0038] 在示例性实例中，选择相对于发射线圈的不同定位的接收线圈，使得接收线圈的轴线基本上平行于通过发射线圈生成的发射磁场中的磁场线而定位。以这种方式，可选择接收线圈的定向来增加从发射线圈无线接收电力的电动机的效率。

[0039] 参考附图并且具体地参考图 1，根据示例性实施方式描述了电动机系统环境的框图的示意图。在此示例性实例中，电动机系统环境 100 包括电动机系统 102。

[0040] 电动机系统 102 可与平台 (platform)104 相关联。当一个部件与另一个部件“相关联”时，该关联在所描述的实例中是物理关联。例如，第一部件可被认为通过固定至第二部件、结合至第二部件、安装至第二部件、焊接至第二部件、紧固至第二部件或以一些其他适当的方式连接至第二部件中的至少一个来与第二部件在物理上相关联。第一部件还可以使用第三部件连接至第二部件。第一部件还可以被认为是通过形成为第二部件的部分、第二部件的延伸或者两者而与第二部件在物理上相关联。

[0041] 在此示例性实例中，平台 104 可以采用各种形式。例如，平台 104 可以选自移动平台、固定平台、陆上结构 (land-based stucture)、水上结构 (aquatic-based stucture) 和空中结构 (space-based structure) 中的一个。更具体地，该平台可以是飞机、无人驾驶飞行器、无人驾驶的陆上车辆、水面舰艇、坦克、人员输送车、火车、航天器、空间站、卫星、潜水艇、汽车、发电厂、桥梁、水坝、房屋、制造设施、建筑物、假肢、人造器官、可植入药泵 (implantable drug pump)、生物医学植入物、机械臂和纳米机器人以及其他合适的平台。

[0042] 如所描述的，电动机系统 102 包括控制器 106 和电动机 108。在示例性实例中，电

动机系统 102 可以是幻影发动机系统 110，其中，电动机 108 是幻影发动机 112。如所描述的，当电动机 108 采用幻影发动机 112 的形式时，将电力无线发送至幻影发动机 112。换言之，幻影发动机 112 不具有供应用于操作幻影发动机 112 的电力的电力电缆或者配线。

[0043] 在示例性实例中，控制器 106 包括发射器 114。如所描述的，发射器 114 控制电动机 108 的操作。例如，发射器 114 包括以发射磁场 118 的形式供应电力的发射线圈 116。

[0044] 如所描述的，电动机 108 由多个不同的部件构成。在示例性实例中，电动机 108 包括转子 120、一组接收线圈 122、一组电容器 124 以及壳体 126。

[0045] 转子 120 围绕转子轴 128 旋转。转子 120 由磁性材料 130 组成。在示例性实例中，磁性材料 130 可以是生成磁场的任何材料。响应于外加磁场而出现通过磁性材料 130 生成的磁场。

[0046] 在示例性实例中，该一组接收线圈 122 具有一组轴线 132。如所描述的，该一组轴线 132 被定向为基本上平行于转子轴 128。该一组接收线圈 122 具有一组谐振频率 134。

[0047] 如所描述的，该一组电容器 124 电连接至该一组接收线圈 122。当该一组电容器 124 连接至该一组接收线圈 122 时，该一组电容器 124 设置用于该一组接收线圈 122 的该一组谐振频率 134。在示例性实例中，当接收线圈描述为具有谐振频率时，该描述意味着接收线圈和连接至接收线圈的电容器形成具有谐振频率的电路。

[0048] 该一组电容器 124 可具有不同值，使得该一组接收线圈 122 具有用于该一组谐振频率 134 的不同值。例如，该一组接收线圈 122 中的接收线圈 136 具有不同于该一组接收线圈 122 中的其他接收线圈的该一组谐振频率 134 中的谐振频率 138。换言之，接收线圈 136 与电容器 140 形成具有谐振频率 138 的电路。

[0049] 在一个示例性实例中，该一组谐振频率 134 中的每一个都是唯一的。换言之，该一组谐振频率 134 中没有一个具有与该一组谐振频率 134 中的其他谐振频率相同的值。

[0050] 如所描述的，该一组接收线圈 122 中的接收线圈 136 电连接至该一组电容器 124 中的电容器 140。在此示例性实例中，接收线圈 136 和电容器 140 形成电感电路，使得接收线圈 136 具有谐振频率 138。电感电路是 LC 电路。在示例性实例中，谐振频率 138 是其中围绕由接收线圈 136 和电容器 140 形成的 LC 电路的阻抗约为零的频率。

[0051] 在此示例性实例中，当发射磁场 118 具有与接收线圈 136 的谐振频率 138 相关的选定频率 144 时，接收线圈 136 生成吸引转子 120 的接收磁场 142。换言之，接收磁场 142 吸引转子 120 的使转子 120 旋转的部分，使得转子 120 的该部分朝向接收线圈 136 移动。

[0052] 具有选定频率 144 的发射磁场 118 可具有生成接收磁场 142 的幅值 (magnitude)。具体地，发射磁场 118 的选定频率 144 可以是生成接收线圈 136 中的接收磁场 142 的谐振频率 138。选定频率 144 可具有与谐振频率 138 相同的值。

[0053] 在示例性实例中，谐振频率 138 是通过接收线圈 136 生成的接收磁场 142 足以吸引该示例性实例中的转子 120 的频率。在示例性实例中，这个引力可意指转子 120 朝向接收线圈 136 移动。换言之，当转子 120 旋转时，接收线圈 136 是固定的并且不能转动。换言之，转子 120 围绕转子轴 128 是可旋转的并且该一组接收线圈 122 具有固定位置。在这个所描述的实例中，该一组接收线圈 122 是电动机 108 中的定子 145 的一部分。具有选定频率 144 的发射磁场 118 可具有生成接收磁场 142 的幅值。具体地，发射磁场 118 的选定频率 144 可以是生成接收线圈 136 中的接收磁场 142 的谐振频率 138。

[0054] 以这种方式，可以激活不同的接收线圈 122 以生成包括接收磁场 142 的该一组接收磁场 146。该一组接收磁场 146 的生成可使得转子 120 以期望的速度在所期望的方向上移动。该一组接收磁场 146 的生成还可导致转子 120 具有期望的转矩 (torque)。

[0055] 在一个示例性实例中，可同时激活该一组接收线圈 122 中的不止一个的接收线圈以同时生成接收磁场 146。当不止一个接收线圈 122 同时生成接收磁场 146 时，这些频率的接收磁场 146 可具有不同的幅值。

[0056] 在此示例性实例中，用于发射磁场 118 的发射频率 148 可以改变，使得该一组接收线圈 122 中所有的接收线圈被激活并且生成该一组接收磁场 146。随着时间的过去改变发射频率 148，使得发射频率 148 等于在循环 150 中出现的该一组谐振频率 134 中所有的谐振频率。具体地，循环 150 是发射频率 148 改变为激活该一组接收线圈 122 以生成该一组接收磁场 146 的时间周期。

[0057] 如所描述的，壳体 126 是保持电动机 108 中的部件的结构。在示例性实例中，转子 120、该一组接收线圈 122 或者该一组电容器 124 中的至少一个位于壳体 126 内部。在此示例性实例中，发射器 114 位于壳体 126 的外部。

[0058] 此外，电动机系统 102 可包括倾斜调整系统 160。倾斜调整系统 160 是改变该一组接收线圈 122 的定向的装置。以这种方式，可改变该一组轴线 132 的定向。该一组轴线 132 的定向的变化可以基于从发射磁场 118 中的磁场线 164 的该一组轴线 132 的发散的量。可在电动机 108 的操作期间、在电动机 108 的操作之前、在电动机 108 的操作之后、或者它们的组合中执行该一组轴线 132 的对准。可改变定向以获得响应于操作条件的变化的所期望的水平的电动机 108 的性能。

[0059] 在此示例性实例中，倾斜调整系统 160 可包括该一组接收线圈 122 可移动连接的安装系统 166。此外，当倾斜调整系统 160 积极改变该一组接收线圈 122 的定向时，倾斜调整系统 160 还可包括传感器系统 168，以检测具有该一组接收线圈 122 的该一组轴线 132 的发射磁场 118 中的磁场线 164 的对准。此外，倾斜调整系统 160 还可包括致动器系统 170，以改变该一组接收线圈 122 的定向，从而使该一组轴线 132 改变该定向。

[0060] 如果被动执行该一组轴线 132 的定向的调整，则在电动机 108 中不需要传感器系统 168 和致动器系统 170。反而，该一组接收线圈 122 可通过响应于发射磁场 118 与该一组接收线圈 122 的相互作用而在安装系统 166 上移动，从而改变它们的定向。

[0061] 图 1 中的电动机系统环境 100 的示意图并不意指暗示对可以实施示例性实施方式的方式进行物理或者结构的限制。可以使用除了示出的部件之外的或者代替示出的部件的其他部件。一些部件可能不是必需的。此外，呈现的框示出了一些功能性部件。当在示例性实施方式中实施时，这些框的一个或多个可以组合、分离或组合和分离成不同的框。

[0062] 例如，控制器 106 包含发射器 114。尽管未示出，但是控制器 106 还可包括生成用于发射器 114 的电力的电源。控制器 106 除了发射器 114 之外还可包括其他发射器或者还可包括其他发射器来代替发射器 114。如另一实例，在电动机系统 102 中除了电动机 108 之外的可以使用一个或多个电动机或者可以使用一个或多个电动机来代替电动机 108。在另一示例性实例中，转子 120 的引力可意指接收线圈 136 朝向转子 120 移动而不是转子 120 旋转。换言之，在一些说明性实例中，接收线圈 136 可围绕转子轴 128 旋转而同时转子 120 被固定并且不能转动。

[0063] 现在参照图2，根据示例性实施方式描述了幻影发动机的示意图。在这个所描述的实例中，在等轴视图（isometric view）中示出了幻影发动机200。幻影发动机200是图1中以方框形式示出的幻影发动机112的实现实例。

[0064] 如所描述的，幻影发动机200具有三个接收线圈：接收线圈A 202、接收线圈B 204以及接收线圈C 206。在此示例性实例中，转子208位于壳体210内部。在此示例性实例中，在幻影发动机中示出了转子208。

[0065] 壳体210可由非导电材料组成。壳体210使用非导电材料可以减少任何电流，该电流可以减少或者防止振荡磁场到达接收线圈A 202、接收线圈B 204以及接收线圈C 206。

[0066] 在示例性实例中，转子208围绕转子轴212旋转。如所描述的，接收线圈A 202具有轴214；接收线圈B 204具有轴216；并且接收线圈C 206具有轴218。用于接收线圈的轴线通过相应的接收线圈在中心延伸。在此示例性实例中，每个接收线圈具有缠绕形成气缸的配线或者金属线，该气缸具有通过这个描述的实例中的气缸在中心延伸的轴。在其他示例性实例中，线圈可具有除了气缸之外的其他形状。

[0067] 轴214、轴216和轴218被定向为基本上平行于转子轴212。进一步地，轴214、轴216和轴218被定向为基本上彼此平行。

[0068] 另外，在此示例性实例中，各个接收线圈具有两个部分。如所描述的，接收线圈A 202具有第一部分220和第二部分（未示出）；接收线圈B 204具有第一部分224和第二部分226；并且接收线圈C 206具有第一部分228和第二部分230。

[0069] 如所描述的，接收线圈A 202的第一部分220、接收线圈B 204的第一部分224以及接收线圈C 206的第一部分228位于转子208的第一侧232上。接收线圈A 202的第二部分（未示出）、接收线圈B 204的第二部分226以及接收线圈C 206的第二部分230位于转子208的第二侧234上。

[0070] 更具体地，接收线圈A 202的第一部分220、接收线圈B 204的第一部分224以及接收线圈C 206的第一部分228位于由包含转子208的壳体210所定义的体积（volume）的第一侧上。以类似方式，接收线圈A 202的第二部分（未示出）、接收线圈B 204的第二部分226以及接收线圈C 206的第二部分230位于由壳体210定义的体积的第二侧上。以这种方式，接收线圈的第一部分和第二部分位于彼此相对的位置，但是与通过接收线圈延伸的轴线对齐。

[0071] 在示例性实例中，电容器连接至接收线圈。如所描述的，接收线圈A202具有电容器A（未示出）；接收线圈B 204具有电容器B 242，并且接收线圈C 206具有电容器C 244。这些电容器设置用于每一个线圈的谐振频率。如所描述的，在所描述的实例中，电容器具有不同值，使得每个线圈的谐振频率值不同于其他线圈的谐振频率值。

[0072] 在此示例性实例中，这些接收线圈通过平行的磁场矢量通电（energized）：磁场矢量236用于接收线圈A 202，磁场矢量238用于接收线圈B 204以及磁场矢量240用于接收线圈C 206。这些磁场矢量通过发射线圈（未示出）生成并且使相应的接收线圈生成磁场。以这种方式，幻影发动机200无线地提供电力。

[0073] 接下来参考图3，根据示例性实施方式描述了幻影发动机的俯视图。在本附图中，示出了沿着图2中的3-3方向截取的视图中的幻影发动机200的俯视图。

[0074] 在这个视图中，转子208被描述为具有第一端300和第二端302的延伸形状的两

末端转子 (two ended rotor)。在该视图中还看到的是连接至接收线圈 A 202 的电容器 A 304。

[0075] 接下来参考图 4，根据示例性实施方式描述了幻影发动机的一部分的截面图的俯视图。在这个所描述的实例中，看到的是沿着图 3 中的线 4-4 所截取的幻影发动机 200 的一部分的截面图。

[0076] 在这个视图中，示出了接收线圈 A 202 的第二部分 400。参照转子 208 定位第一部分 220 使得存在空气间隙 402。参照转子 208 定位接收线圈 A202 的第二部分 400 使得存在空气间隙 404。空气间隙 402 和空气间隙 404 是由壳体 210 定义的体积的一部分。换言之，在示例性实例中，接收线圈 A 202 不接触转子 208。在示例性实例中，可以使空气间隙 402 和空气间隙 404 尽可能的小。

[0077] 另外，通过配线 406 将第一部分 220 连接至第二部分 400。通过电容器 A 304 将第一部分 220 连接至第二部分 400 来完成该电路。如所描述的，电容器 A 304 与接收线圈 A 202 的第一部分 220 和第二部分 400 串联连接。根据特定实施方法，第一部分 220 与第二部分 400 可以具有相同的匝数或者不同的匝数。

[0078] 当接收线圈 A 202 通电时，接收线圈 A 202 生成磁场，该磁场将转子 208 吸引到位于接收线圈 A 202 的第一部分 220 和第二部分 400 之间的空气间隙 402 和空气间隙 404 之间的体积中。该体积可被称为转子体积。如所描述的，接收线圈 A 202 的通电由来自发射器（未示出）中的发射线圈的磁场所引起。

[0079] 接下来参考图 5，示出了根据示例性实施方式所描述的用于发射磁场的发射频率对时间的曲线图的示意图。如所描述的，曲线图 500 示出了通过发射线圈生成的发射磁场的发射频率，诸如通过以图 1 中的方框形式示出的由发射线圈 116 生成的发射磁场 118。

[0080] 在此示例性实例中，曲线图 500 在 y 轴 502 上示出了发射频率以及在 x 轴 504 上示出了时间。y 轴 502 上的发射频率表示使图 2 中的接收线圈 A 202、接收线圈 B 204 以及接收线圈 C 206 生成磁场的频率。x 轴 504 上的时间表示转子转动的周期。在此示例性实例中，x 轴 504 上的每一个单元表示转子的一个旋转的时间，其是通过频率范围的两个循环。

[0081] 如所描述的，ΦA 频段 506 是接收线圈 A 202 变成通电并且生成磁场的频率范围。ΦB 频段 508 是接收线圈 B 204 变成通电并且生成磁场的频率范围，并且 ΦC 频段 510 是接收线圈 C 206 变成通电并且生成磁场的频率范围。

[0082] 在示例性实例中，发射磁场的谐振频率随着图 2 至图 4 中示出的转子 208 转动而变化。该变化使转子 208 旋转，这也称为交换 (commutation)。

[0083] 尽管通过发射线圈生成的磁场平行于线圈的所有的三个轴线，但是只有具有接收线圈的频带内的选定频率的接收线圈能生成磁场。通过接收线圈生成的磁场随着频率发射磁场接近接收线圈的谐振频率而增加，并且随着频率远离接收线圈的谐振频率移动而减少。

[0084] 在这个实例中，线 512 表示通过发射线圈生成的磁场的频率，发射线圈是用于具有 ABC 相序的序列的转子 208 的旋转。在这个描述的实例中，A 表示接收线圈 A 202，B 表示接收线圈 B 204，以及 C 表示接收线圈 C 206。

[0085] 可重复发射线圈的传输图案以使转子 208 沿着 CBA 的方向移动。该移动可与角频率一起发生，角频率是像其中接收线圈被磁化为生成磁场的序列那样快的二分之一。例

如，当在ABCABC的序列中磁化接收线圈时，转子208的端部与接收线圈对齐为如下：第一端300与A对齐，第二端302与B对齐，第二端302与A对齐，第一端300与B对齐，并且第二端302与C对齐。该序列完成转子208的一个旋转。在这个实例中，转子208的第一端300随着序列ACB，该序列ACB是其中磁化这个实例中的线圈的序列的反方向。

[0086] 接下来转至图6至图8，根据示例性实施方式描述了幻影发动机中的转子的位置的示意图。在图6中，根据示例性实施方式描述了转子的开始位置。在图6中，在线圈被激活生成磁场之前的开始位置中示出了转子208。

[0087] 在示例性实例中，θ是转子208的位置。在初始位置中，θ等于0度并且转子208的第二端302直接与接收线圈A 202对齐。如所描述的，转子208沿着箭头600的方向旋转。如所描述的，箭头600表示转子208运转的角速度（ω_{rotor}）。这个速度可用弧度每秒表示。

[0088] 接下来在图7中，根据示例性实施方式描述了幻影发动机中的转子的另一个位置。在本图中，转子208进一步沿着箭头600的方向移动，到达θ等于20度的位置。第二端302远离接收线圈A 202移动。

[0089] 在图8中，根据示例性实施方式描述了幻影发动机中的转子的另一个位置。如所描述的，转子208更进一步沿着箭头600的方向移动，到达θ等于90度的位置。在这个位置中，第二端302移动90度远离接收线圈A 202四分之一转。关于转子208的四分之一旋转，转子208与接收线圈A 202最不对准。

[0090] 在本视图中，第二端302更远离接收线圈A 202移动。与第二端302远离线圈A 202移动一样，第一端300朝向接收线圈A 202移动。

[0091] 在示例性实例中，尽管由与每个接收线圈相关联的电容器设置谐振频率，但是转子208的移动可改变接收线圈的谐振频率。换言之，为从线圈和电容器的接收线圈设置的谐振频率随着转子208相对于接收线圈的移动而变化。

[0092] 接下来参考图9，示出了根据示例性实施方式描述的随着转子移动的接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图。如所描述的，曲线图902中的x轴900表示用度数表示的转子208的转子位置θ，并且y轴904表示谐振频率。

[0093] 在示例性实例中，ΦA是接收线圈A 202的谐振频率，ΦB是接收线圈B 204的谐振频率，并且ΦC是接收线圈C 206的谐振频率。在此示例性实例中，线906表示接收线圈A 202的谐振频率（ΦA）。线908表示接收线圈B 204的谐振频率（ΦB），并且线910表示接收线圈C 206的谐振频率（ΦC）。

[0094] 如在曲线图902中可以看出的，根据转子208的位置改变每一个接收线圈的谐振频率。换言之，随着转子208改变并且移动至不同的位置，每一个接收线圈的谐振频率改变。

[0095] 当转子208具有θ＝90度的位置时转子208中的铁磁性材料最远离接收线圈A 202，并且接收线圈A 202的磁性电感L具有最小值。当θ＝90度时，由$\omega = (LC)^{1/2}$给出的线906中的谐振频率ΦA是最高的。

[0096] 随着转子208朝向接收线圈A 202移动，接收线圈A 202的电感L增加并且线906中的ΦA下降。在θ＝180度处，当转子208最靠近线圈A 202时，电感达到最大值并且ΦA达到最小值。如所示，随着转子208朝向θ＝270度移动越过接收线圈A 202，线906

中的 ΦA 再次上升。

[0097] 在示例性实例中，接收线圈 B 204 连接至电容器，该电容器大于接收线圈 A 202 的电容器。因此，接收线圈 B 204 的线 908 中的 ΦB 以小于接收线圈 A 202 的线 906 中的 ΦA 的谐振频率范围操作。因为接收线圈 B 204 从接收线圈 A 202 位于 120 度并且转子 208 具有两个端，线 908 中的 ΦB 的上升和下降以转子 208 的运转 60 度滞后于线 906 中的 ΦA。

[0098] 如所描述的，接收线圈 C 206 连接至电容器，该电容器大于接收线圈 A 202 和接收线圈 B 204 的电容器。因此，接收线圈 C 206 的 ΦC 具有三个接收线圈的谐振频率的最低范围。线 910 中的 ΦC 的上升和下降以 120 度滞后于线 906 中的 ΦA。

[0099] 接下来转至图 10，根据示例性实施方式描述了用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图。在本图中，曲线图 1000 表示根据关于发射频率的转子位置的谐振频率。如所描述的，x 轴 1002 表示用度数表示的转子 208 的转子位置 θ，并且 y 轴 1004 表示谐振频率。

[0100] 在所描述的实例中，线 1006 表示接收线圈 A 202 的谐振频率 (ΦA)，线 1008 表示接收线圈 B 204 的谐振频率 (ΦB)，以及线 1010 表示接收线圈 C 206 的谐振频率 (ΦC)。线 1012 表示通过发射线圈在转子 208 的不同位置生成的发射磁场的频率。发射线圈的频率也称为发射频率。

[0101] 在此示图中，发射频率的变化使得转子 208 旋转。在这个所描述的实例中，启动循环是 ABC。

[0102] 当接收线圈被激活时，接收线圈生成磁场。接收线圈从发射器接收能量并且将能量转换为生成接收磁场的电流。接收磁场朝向接收线圈吸引转子 208。

[0103] 例如，利用接收线圈 A 202，接收线圈 A 202 激活生成接收磁场，这使得转子 208 吸引至更靠近的 θ = 0 度或者 θ = 180 度。

[0104] 在另一示例性实例中，发射器不了解转子 208 的转子位置。如线 1012 的时间 $t_0$1014 所示，发射器开始从具有发射频率的发射线圈以接收线圈 A 202 的最高可能的谐振频率发射发射磁场。

[0105] 如线 1012 中所描述的，发射频率然后下降。在时间 $t_1$1016 时，线 1012 中的发射频率达到对应于转子 208 的当前位置 θ 的线圈 A 202 的谐振频率。在曲线图 1000 中，θ 约为 140 度。

[0106] 在接收线圈 A 202 的谐振频率处，接收线圈 A 202 变成通电并且开始吸引转子 208。随着转子 208 更靠近于接收线圈 A 202 移动，接收线圈 A 202 的谐振频率减少。只要幻影发动机 200 上的负载不超过转子转矩，转子 208 足够快速的朝向接收线圈 A 202 移动以保证接收线圈 A 202 的谐振频率以与发射频率相同的速率减少。

[0107] 在时间 $t_2$1018 时，线 1012 中的发射频率达到接收线圈 A 202 最低可能的谐振频率。同时，转子 208 变成与线圈 A 202 对齐，其中，转子 208 具有 θ = 180 度的位置。

[0108] 发射频率继续下降并且不再匹配接收线圈 A 202 的谐振频率。因此，接收线圈 A 202 断开并且不再生成接收磁场。现在发射频率匹配接收线圈 B 204 的谐振频率。接收线圈 B 204 变成激活的并且生成吸引转子 208 的接收磁场。转子 208 朝向最靠近接收线圈 B 204 的位置的 θ = 240 度移动。

[0109] 在曲线图 1000 中的时间 $t_3$1020 时，线 1012 中示出的发射频率达到接收线圈 B 204 最低可能的谐振频率。同时，转子 208 变成与接收线圈 B 204 对齐。转子 208 在 θ = 240

度处。如线 1012 所示，发射频率继续下降。接收线圈 B 204 断开并且不生成磁场。

[0110] 现在发射频率匹配接收线圈 C 206 的谐振频率。因此，接收线圈 C 206 变成激活的并且转子 208 被吸引到接收线圈 C 206 的最靠近的位置。转子 208 朝向 θ = 300 度移动。

[0111] 在时间 $t_4$1022 时，线 1012 中的发射频率达到接收线圈 C 206 的最低可能的谐振频率。同时，转子 208 达到与线圈 C 206 对齐，其中，转子 208 在 θ = 300 度处。

[0112] 在时间 $t_4$1022 时，发射器将发射频率转换至靠近接收线圈 A 202 的谐振频率范围的上端。接收线圈 C 206 断开并且接收线圈 A 202 变成激活的。现在转子 208 被吸引到接收线圈 A 202 的下一位置，其是转子 208 的 θ = 360 度。当到达时间 t5 1024 时，然后重复该循环。

[0113] 现在转至图 11，根据示例性实施方式描述了用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图。在本图中，曲线图 1100 表示根据关于发射频率的转子位置的谐振频率。如所描述的，x 轴 1102 表示用度数表示的转子 208 的转子位置 θ，并且 y 轴 1104 表示谐振频率。

[0114] 在所描述的实例中，线 1106 表示接收线圈 A 202 的谐振频率 (ΦA)，线 1108 表示接收线圈 B 204 的谐振频率 (ΦB)，以及线 1110 表示接收线圈 C 206 的谐振频率 (ΦC)。线 1112 表示通过发射线圈在转子 208 的不同位置生成的发射磁场的发射频率。

[0115] 曲线图 1100 表示当转子 208 的初始位置 θ 在接收线圈 A 202 的位置的稍前方时的启动循环。在这个实例中，如线 1112 所示，发射频率在时间 $t_0$1114 时以接收线圈 A 202 的最高可能的谐振频率开始并且减少。在时间 $t_1$1116 时，发射频率匹配接收线圈 A 202 的当前谐振频率。

[0116] 在这个实例中，转子 208 具有 θ = 220 度的位置。因此，转子 208 最初朝向接收线圈 A 202 至 θ = 180 度向后吸引。

[0117] 在时间 $t_2$1118 时，如线 1112 所示的发射频率达到接收线圈 A 202 最低可能的谐振频率。同样在时间 $t_2$1118 时，转子 208 达到与接收线圈 A 202 对齐并且在 θ = 180 度处。

[0118] 线 1112 中的发射频率继续下降并且不再匹配接收线圈 A 202 的谐振频率。因此，接收线圈 A 202 断开并且不再生成接收磁场。

[0119] 发射磁场的发射频率现在匹配接收线圈 B 204 的谐振频率。接收线圈 B 204 变成激活的，并且转子 208 被吸引到接收线圈 B 最靠近的位置，这是转子 208 的 θ = 240 度。如所描述的，θ = 240 度数是从转子 208 的当前位置向前的位置。因此，如图 6 所示，转子 208 停止最初的向后移动并且开始沿着箭头 600 的方向向前移动。本实例中的向后移动是转子 208 沿着转子 208 的所希望的移动的相反方向的移动。

[0120] 随后，如图 5 所示，转子 208 向前移动，并且发射频率继续从高到低循环，然后跳回高频率。例如，在时间 $t_3$1120 时，接收线圈 B 204 停用并且接收线圈 C 206 激活。在时间 $t_4$1122 时，发射频率跃变，使得接收线圈 C 206 停用并且接收线圈 A 202 激活，其中，该循环在时间 $t_5$1124 时结束。

[0121] 现在转至图 12，示出了根据示例性实施方式所描述的用于发射磁场的发射频率对时间的曲线图的示意图。如所描述的，曲线图 1200 表示通过发射线圈生成的发射磁场的发射频率。

[0122] 在此示例性实例中，曲线图 1200 在 y 轴 1202 上描述了发射频率以及在 x 轴 1204

上描述了时间。y 轴 1202 上的发射频率表示使接收线圈 A 202、接收线圈 B 204 以及接收线圈 C 206 生成磁场的频率。x 轴 1204 上的时间表示转子转动的周期。

[0123] 如所描述的，ΦA 频段 1206 是接收线圈 A 202 变成通电并且生成磁场的频率范围。在这个实例中，ΦB 频段 1208 是接收线圈 B 204 变成通电并且生成磁场的频率范围，并且 ΦC 频段 1210 是接收线圈 C 206 变成通电并且生成磁场的频率范围。

[0124] 如所描述的，线 1212 表示通过转子 208 的发射线圈生成的磁场的频率。线 1212 中的发射频率变化的方式表示发射频率中的跳转并且比图 5 中的发射频率的线 512 更复杂。与图 5 中的线 512 中的发射频率相比，线 1212 中示出的发射频率导致幻影发动机 200 更高效的操作。不用于转动转子 208 或者使转子 208 逆向运动的发射频率使用以下面的线 1212 的发射频率减少。

[0125] 现在转至图 13，示出了根据示例性实施方式描述的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图。在本图中，曲线图 1300 表示根据关于发射频率的转子位置的谐振频率。如所描述的，x 轴 1302 表示用度数表示的转子 208 的转子位置 θ，并且 y 轴 1304 表示谐振频率。

[0126] 在所描述的实例中，线 1306 表示接收线圈 A 202 的谐振频率 (ΦA)，线 1308 表示接收线圈 B 204 的谐振频率 (ΦB)，以及线 1310 表示接收线圈 C 206 的谐振频率 (ΦC)。线 1312 表示通过发射线圈在转子 208 的不同位置生成的发射磁场的发射频率。

[0127] 在曲线图 1300 上，线 1312 具有如图 12 中的线 1212 示出的相同的频率循环。在此示例性实例中，线 1312 比图 10 中的线 1012 更间断。

[0128] 在时间 $t_0$1314 时，发射频率的变化循环开始，该频率超过接收线圈 A 202 的谐振频率并且在时间 $t_1$1316 时减小到接收线圈 A 202 的谐振频率。线 1312 直接从接收线圈 A 202 在转子 208 的位置在时间 $t_2$1318 时的 θ = 180 度的最小谐振频率跳至接收线圈 B 204 在其中 θ = 180 度的转子 208 的位置的谐振频率。

[0129] 在时间 $t_3$1320 时，发射频率下降至接收线圈 C 206 的谐振频率。在时间 $t_4$1322 时，发射频率增加到接收线圈 A 202 的谐振频率，其中，在时间 t5 1324 时该循环是完整的。

[0130] 利用线 1312 中的发射频率的变化，不浪费时间继续使接收线圈 A 202 生成接收磁场，其中，发射频率接近于接收线圈 A 202 的谐振频率。反而，接收线圈 B 204 直接开始吸引转子 208 向前移动。

[0131] 同样，线 1312 中的发射频率从接收线圈 B 204 的谐振频率到接收线圈 C 206 的谐振频率的转换在时间 t3 1320 时直接吸引转子朝向接收线圈 C 206 移动。发射频率从接收线圈 C 206 的谐振频率到接收线圈 A 202 的谐振频率的转换在 t4 1322 时直接匹配接收线圈 A 202 的实际谐振频率并且生成向前转矩，使转子 208 朝向接收线圈 A 202 移动。

[0132] 在图 14 中，示出了根据示例性实施方式所描述的用于发射磁场的发射频率对时间的曲线图的示意图。在这个所描述的实例中，曲线图 1400 表示通过发射线圈生成的发射磁场的发射频率。

[0133] 在此示例性实例中，曲线图 1400 在 y 轴 1402 上示出了发射频率以及在 x 轴 1404 上示出了时间。y 轴 1402 上的发射频率表示使接收线圈 A 202、接收线圈 B 204 以及接收线圈 C 206 生成磁场的频率。x 轴 1404 上的时间表示转子转动的周期。

[0134] 如所描述的，ΦA 频段 1406 是接收线圈 A 202 变成通电并且生成磁场的频率范围。

在这个实例中，ΦB 频段 1408 是接收线圈 B 204 变成通电并且生成磁场的频率范围，并且 ΦC 频段 1410 是接收线圈 C 206 变成通电并且生成磁场的频率范围。

[0135] 上述发射频率的实例为幻影发动机 200 使用了 ABC 相位序列。在一些情况下，幻影发动机 200 可以沿着多于一个方向操作。当幻影发动机 200 是双向发动机时，可以使用 CBA 序列。如所描述的，线 1412 表示使用 CBA 序列的通过转子 208 的发射线圈生成的磁场的频率。

[0136] 如所描述的，在从约 0 至约 0.5 转子周期的第一循环中，线 1412 中的发射频率在接收线圈 A 202 的最高可能的谐振频率处开始。如果转子 208 发生脱离与接收线圈 A 202 的对齐约 90 度，则该发射频率激活接收线圈 A 202。以约 0.5 转子周期以上开始的随后的循环开始于线 1412 中的发射频率在对应于与接收线圈 B 204 对齐的转子 202 的接收线圈 A 202 的谐振频率。

[0137] 现在转至图 15，示出了根据示例性实施方式描述的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图。在本图中，曲线图 1500 表示根据关于发射频率的转子位置的谐振频率。如所描述的，x 轴 1502 表示用度数表示的转子 208 的转子位置 θ，并且 y 轴 1504 表示谐振频率。

[0138] 在所描述的实例中，线 1506 表示接收线圈 A 202 的谐振频率 (ΦA)，线 1508 表示接收线圈 B 204 的谐振频率 (ΦB)，以及线 1510 表示接收线圈 C 206 的谐振频率 (ΦC)。线 1512 表示通过发射线圈在转子 208 的不同位置生成的发射磁场的发射频率。

[0139] 在曲线图 1500 上，线 1512 表示在转子 208 的不同位置使用发射频率的 CBA 循环的发射频率。线 1512 表示在 CBA 相位序列中移动转子 208 一周期。

[0140] 在线 1512 中，发射频率从时间 t0 1514 到时间 t1 1516 减少。在时间 t1 1516 时，线 1512 中的频率匹配接收线圈 A 202 的谐振频率。在这个实例中，转子 208 被吸引到接收线圈 A 202 的最近位置，是转子 208 的 θ = 180 度。

[0141] 如在线 1512 中所示，发射频率继续减少。在时间 t2 1518 时，线 1512 中的发射频率达到接收线圈 A 202 最低可能的谐振频率。

[0142] 转子 208 继续沿着 CBA 序列的方向移动，线 1512 中的发射频率跳至接收线圈 C 206 的谐振频率。最高的谐振频率对应于具有 θ = 180 度的位置的转子 208。该发射频率靠近接收线圈 C 206 的谐振频率范围的上端。

[0143] 在示例性实例中，接收线圈 C 206 变成激活的。转子 208 被吸引到接收线圈 C 206。转子 208 朝向 θ = 120 度移动。如所描述的，在曲线图 1500 中，转子 208 继续被吸引到 θ = 120 度的位置，如线 1512 中的发射频率从时间 $t_2$1518 至时间 $t_3$1520 下降。在时间 $t_3$1520 时，发射频率达到接收线圈 C 206 的最低可能的谐振频率。线 1512 中的发射频率跳至接收线圈 B 204 的谐振频率，其对应于 θ = 120 度的转子 208 的位置。该发射频率靠近接收线圈 B 204 的谐振频率的上端并且接收线圈 B 204 变成激活的。

[0144] 转子 208 被吸引到最靠近接收线圈 B 的位置，其是 θ = 60 度的转子 208 的位置。如在线 1512 中看到的，随着发射频率从时间 $t_3$1520 至时间 $t_4$1522 下降，转子 208 继续被吸引到这个位置。在线 1512 中的时间 $t_4$1522 时，发射频率达到接收线圈 B 204 的最低可能的谐振频率。

[0145] 在时间 $t_4$1522 时的线 1512 中示出的发射频率跳至对应于 θ = 60 度的位置中的

转子 208 的接收线圈 A 202 的谐振频率。该发射频率靠近接收线圈 A 202 的谐振频率的上端。接收线圈 A 202 变成激活的，并且转子 208 被吸引到接收线圈 A 202 的最近的位置，其中，转子 208 的 θ = 0 度。随着发射频率从线 1512 中的时间 $t_4$1522 至时间 $t_5$1524 下降，转子 208 继续被吸引到这个位置。曲线图 1500 中示出的循环在 CBA 相位序列中重复。

[0146] 现在转至图 16，示出了根据示例性实施方式描述的用于接收线圈的谐振频率的曲线图的示意图。在本图中，曲线图 1600 表示根据关于发射频率的转子位置的谐振频率。如所描述的，x 轴 1602 表示用度数表示的转子 208 的转子位置 θ，并且 y 轴 1604 表示谐振频率。

[0147] 在所描述的实例中，线 1606 表示接收线圈 A 202 的谐振频率 (ΦA)，线 1608 表示接收线圈 B 204 的谐振频率 (ΦB)，以及线 1610 表示接收线圈 C 206 的谐振频率 (ΦC)。线 1612 表示通过发射线圈在转子 208 的不同位置生成的发射磁场的发射频率。

[0148] 在曲线图 1600 上，线 1612 表示在转子 208 的不同位置使用发射频率的 CBA 循环的发射频率。曲线图 1600 中的线 1612 表示倒退的 CBA 启动循环，其中，转子 208 在沿着所希望的方向移动之前沿着转子 208 旋转的所希望的方向的反方向移动。

[0149] 图 16 示出了当最初的转子位置在第一接收线圈 A 202 位置的稍前方而不是后方时，发射频率的相同序列如何使发动机启动。在此示例性实例中，在从时间 t_1至时间 t_2的间隔期间的最初的向后移动之后，转子沿着 CBA 方向不断移动。

[0150] 发射频率从时间 $t_0$1614 时约为接收线圈 A 202 的谐振频率的频率下降至时间 $t_1$1616 时的接收线圈 A 202 的谐振频率。发射频率从时间 $t_1$1616 至时间 $t_2$1618 减少。在时间 $t_2$1618 时，发射频率下降至接收线圈 C 206 的谐振频率。从时间 t2 1618 至时间 t3 1620，发射频率减少。

[0151] 在时间 $t_3$1620 时，发射频率跳至接收线圈 B 204 的谐振频率并且直到时间 $t_4$1622 才减少。在时间 $t_4$1622 时，发射频率跳至接收线圈 A 202 的谐振频率。直到该循环结束的时间 $t_5$1624 发射频率才减少。

[0152] 现在参照图 17，根据说明性实施方式描述了电动机系统的示意图。如所描述的，电动机系统 1700 是图 1 中以方框形式示出的电动机系统 102 的实现的实例。

[0153] 如所描述的，电动机系统 1700 包括发射线圈 1702 和幻影发动机 1704。幻影发动机 1704 可用在有效区域 1712 和有效区域 1714 内的任何地方。幻影发动机 1704 的有效区域是其中通过发射线圈 1702 生成的发射磁场的向量为通过响应于暴露于发射磁场的接收线圈生成的接收磁场提供期望水平的区域。例如，有效区域 1712 和有效区域 1714 可以是其中幻影发动机 1704 以期望速度、转矩或者其他参数中的至少一个关于幻影发动机 1704 的操作旋转的任何区域。

[0154] 关于上界距离和下界距离，有效区域 1714 至发射线圈 1702 中的每一个有效区域 1712 具有可接受的转矩脉动的下界。在这个实例中，下界约为任何两个接收线圈之间的距离的两倍。在此示例性实例中，通过由发射线圈形成的磁偶极子的幅值以及接收线圈处需要的最小磁场强度来确定距离上的上界以生成所期望的转矩。磁场强度与磁偶极子的幅值成正比，与从发射线圈的距离的第三电力以及与根据接收线圈的位置和发射线圈的“磁赤道”之间的角度的 1 和 2 之间的值的系数成反比。

[0155] 幻影发动机 1704 关于发射线圈 1702 的定位与当前使用的幻影发动机相比受到较

少约束。另外，幻影发动机 1704 中的接收线圈的定向与当前可用的幻影发动机相比受到较少约束。

[0156] 幻影发动机 1704 可用在各种应用中，使得发射线圈可与幻影发动机分开定位。例如，幻影发动机 1704 可以位于机翼表面上的紧固件安装机器人中。

[0157] 可从安置的发射线圈 1702 将电力发送至幻影发动机 1704，使得幻影发动机 1704 位于有效区域 1712 或者有效区域 1714 内。以这种方式，可以避免笨重的电缆及其支撑结构。避免对电缆的需要可增加其中紧固件可安装在机翼上的速度。

[0158] 在一个示例性实例中，幻影发动机 1704 和发射线圈 1702 可相对于彼此移动。这些移动可包括幻影发动机 1704 和发射线圈 1702 之间的距离和定向的变化。在此示例性实例中，一个或多个另外的发射线圈可用于利用适当的定向生成磁场以向幻影发动机 1704 提供电力。

[0159] 现在参考图 18 和图 19，根据示例性实施方式描述了调整幻影发动机中的接收线圈的示意图。首先转至图 18，根据示例性实施方式描述了接收线圈至发射线圈的初始定向的示意图。

[0160] 在此示例性实例中，接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802、接收线圈 C 1804 以及发射线圈 1806 被示出为电动机系统。为了避免使其中可根据示例性实施方式调整接收线圈的方式的说明晦涩，未示出其他部件。

[0161] 如所描述的，接收线圈 A 1800 具有轴 1808，接收线圈 B 1802 具有轴 1810，并且接收线圈 C 1804 具有轴 1812。这些轴线示出为基本上平行于转子轴 1814。转子轴 1814 是转子组（未示出）关于其旋转的轴。

[0162] 如这个示例性实例所示，通过发射线圈 1806 生成的发射磁场 1816 是磁场，但是不为接收线圈提供所期望的电力水平。在此示例性实例中，发射磁场 1816 具有磁场线 1818。磁场线 1818 基本上不平行于轴 1808、轴 1810 和轴 1812。因此，通过接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 生成的接收磁场可能不像所期望的一样有效。

[0163] 现在转至图 19，根据示例性实施方式描述了用于接收线圈的倾斜定向的示意图。在这个实例中，与图 18 中的最初定向相比，接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 被倾斜为提供与发射磁场 1816 中的磁场线 1818 更好的对齐。在此示例性实例中，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 基本上不平行于转子轴 1814。然而，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 被定位，使得它们基本上平行于磁场线 1818。

[0164] 例如，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 的角度可以接近于 90 度或者可等于 90 度。关于此定向，线圈轴的平均方向平行于转子轴 1814。当轴线的角度等于 90 度时，该方向不可平行。换言之，线圈轴线、轴 1808、轴 1810 和轴 1812 关于转子轴 1814 是对称的，并且每个线圈轴与转子轴 1814 是共面的。

[0165] 在示例性实例中，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 中的每一个基本上平行每个接收线圈的位置处的发射磁场 1816 中的磁场线 1818，并且发射磁场 1816 基本上平行转子（未示出）的位置处的转子轴 1814。

[0166] 在另一示例性实例中，当接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 靠近发射线圈 1806 的“磁赤道 (magnetic equator)”，或者其中从发射线圈 1806 到接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 的距离大于任何两个接收线圈之间的距离约

两倍时，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 基本上平行于转子轴 1814。当接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 更靠近发射线圈 1806 时，并且尤其当接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 接近于发射线圈 1806 的一个电极或者另一个电极时，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 可具有从图 18 中示出的定向更大的倾斜。接收线圈的轴 1808、轴 1810 和轴 1812 的平均方向仍然平行于转子轴 1814，并且每个接收线圈的轴与转子轴 1814 是共面的。

[0167] 在这些示例性实例中，接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 的定向可在其中转子转动操作之前、期间或者之后进行改变。定向的变化可被动地或者主动地发生。

[0168] 例如，接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 可以与允许这些接收线圈响应于发射场 1816 改变定向的倾斜调整系统相关联。换言之，发射场 1816 为改变接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 的定向提供电力。以这种方式，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 可具有改变为提供电动机的更高效的操作的定向。

[0169] 在另一实例中，接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 的定向可通过倾斜调整系统进行积极改变。例如，倾斜调整系统可包括移动接收线圈以改变定向的致动器系统。

[0170] 以这种方式，倾斜调整系统可以是基于该一组轴线从发射场中的场力线的发散量 (divergence，散度）来改变这些接收线圈的该一组轴线的定向的倾斜调整系统。

[0171] 进一步地，在一些示例性实例中，轴 1808、轴 1810 和轴 1812 的定向可以不同。换言之，根据磁场线 1818 如何延伸穿过接收线圈 A 1800、接收线圈 B 1802 和接收线圈 C 1804 并且分别与轴 1808、轴 1810 和轴 1812 对齐，轴 1808 可具有不同于轴 1810 或者轴 1812 的定向。

[0172] 接下来转至图 20，根据示例性实施方式描述了幻影发动机的示意图。如所描述的，幻影发动机 2000 是图 1 中以方框形式示出的幻影发动机 112 的一个实现的实例。如所描述的，幻影发动机 2000 包括接收线圈 A 2002、接收线圈 B 2004 和接收线圈 C 2006。此外，幻影发动机 2000 也包括转子 2008。

[0173] 如所描述的，接收线圈 A 2002、接收线圈 B 2004 和接收线圈 C 2006 不具有如其他实例示出的圆柱形。反而，非圆柱形线圈用于接收线圈 A 2002、接收线圈 B 2004 和接收线圈 C 2006。

[0174] 这些接收线圈以圆弧或者环状的部分的形式。这个构造以及其他构造可用于为幻影发动机 2000 制造有效的使用空间。进一步地，接收线圈 A 2002、接收线圈 B 2004 和接收线圈 C 2006 的圆弧形也可跨越转子 2008 的运动范围的较大部分。

[0175] 以这种方式，可发生材料和能量的更有效使用。另外，接收线圈 A 2002、接收线圈 B 2004 和接收线圈 C 2006 的这类形状可以减少幻影发动机 2000 操作中的转矩脉动。

[0176] 还呈现了其他部件但是在本示意图中未示出。例如，幻影发动机 2000 还包括电容器、壳体以及在本示意图中未示出的其他部件。转子 2008 基本上与图 6 中的转子 208 具有相同的大小和形状。在这个实例中，从接收线圈 A 2002、接收线圈 B 2004 和接收线圈 C 2006 的方向看隐藏了转子 2008 的零件。

[0177] 示出了图 2 至图 20 中的幻影发动机的操作的幻影发动机的示意图和曲线图不意

在限制可根据示例性实施方式实现的其他幻影发动机的方式。例如，图2和图4示出了在转子208的两侧上具有部分的接收线圈。在其他示例性实例中，这些接收线圈仅可位于转子208的一侧上。以这种方式，可以发生减少成本的幻影发动机200。转子轴、轴承或者转子轴和轴承可被设计成考虑仅可从在转子208的一侧上具有的线圈发生的增加的扭转转矩。

[0178] 如另一实例，除了这些图中示出的三个接收线圈之外还可使用其他数量的线圈。例如，可以使用四个接收线圈、六个接收线圈或者一些其他数量的接收线圈。

[0179] 另外，控制器可改变其中发射频率改变的循环的周期。以这种方式，可控制发动机的速度。例如，控制器可控制循环的周期，使得当启动电动机时出现速度逐渐增加，以及当停止电动机时速度逐渐降低。进一步地，可以选择发射磁场的幅值以改变幻影发动机200可生成的转矩的量。

[0180] 图2至图4、图6至图8以及图17至图19中示出的不同部件可结合图1中的部件，与图1中的部件一起使用，或者这两者的结合。此外，图2至图4、图6至图8以及图17至图19中的一些部件可以是以图1中的方框形式示出的部件如何可被实现为物理结构的示例性实例。

[0181] 不同的示例性实例描述执行动作或操作的部件。在示例性实施方式中，部件被配置为执行所描述的动作或操作。例如，该部件可具有为该部件提供执行在示例性实例中描述为通过该部件可执行的动作或操作的能力的构造或设计。

[0182] 接下来转至图21，根据示例性实施方式描述了示出生成发射磁场的流程图的示意图。图21中示出的过程可在图1中的电动机系统环境100中实现。具体地，图21中示出的不同操作可在图1中的电动机系统102中实现。

[0183] 通过基于该一组接收线圈的谐振频率选择发射磁场的发射频率来开始该过程(操作2100)。在操作2100中，发射频率可基于接收线圈的谐振频率。

[0184] 然后，该过程使用选定的发射频率生成发射磁场(操作2102)。在操作2102中，在相对于该一组接收线圈安置的发射线圈处生成具有发射频率的发射磁场。

[0185] 确定发射线圈是否继续生成磁场(操作2104)。如果发射线圈继续生成发射磁场，该过程返回至操作2100。否则，该过程终止。

[0186] 在图21中，发射频率可变成包含接收线圈的所有谐振频率。在发射频率变化期间的时间周期可称为循环。进一步地，在这些示例性实例中，发射磁场将电力提供给电动机。因此，连接到电动机的电缆或者配线是不必要的。

[0187] 接下来转至图22，根据示例性实施方式描述了示出电动机的操作的流程图的示意图。图22中示出的过程可在以图1中的方框形式示出的电动机系统环境100中实现。具体地，图22中示出的不同操作也可在以图1中的方框形式示出的电动机系统102中实现。

[0188] 通过在具有被定向为基本上平行于转子轴的一组轴线并且具有谐振频率的一组接收线圈处接收发射磁场来开始该过程(操作2200)。在操作2200中，该一组谐振频率中的谐振频率不同于该一组接收线圈中的其他接收线圈。

[0189] 当发射磁场具有匹配谐振频率的选定频率时，然后该过程在该一组接收线圈中的具有谐振频率的接收线圈处生成接收磁场(操作2202)，此后该过程终止。接收磁场吸引电动机中的转子。在一个示例性实例中，转子在转子体积内旋转并且该一组线圈中的接收线圈的第一部分位于转子体积的第一侧上，并且接收线圈的第二部分位于与转子体积的第一

侧相对的转子体积的第二侧上。在另一示例性实例中，在开始转子移动之前，传感器可用于测量转子的位置。

[0190] 现在参考图 23，根据示例性实施方式描述了用于识别转子和电动机的位置的过程的流程图的示意图。图 23 中示出的过程可在以图 1 中的方框形式示出的控制器 106 中实现。该过程可使用传感器，该传感器感测流动通过以图 1 中的方框形式示出的发射线圈 116 的电流、电压的量或者它们的一些结合。该过程识别转子 120 的位置并且使用生成以图 1 中的方框形式示出的发射磁场 118 中的信息。

[0191] 通过设置发射磁场的幅值开始该过程，使得避免转子移动（操作 2300）。然后该过程生成发射磁场（操作 2302）。在示例性实例中，在所选择的水平处，发送至转子的电力使得转子不转动。然后该过程以避免转子移动的速度扫描发射频率（操作 2304）。扫描发射频率是以使得线圈不以引起转子转动的任何方式响应的速度。换言之，执行发射频率的此类变化以避免转子的移动。

[0192] 发射频率的扫描（sweep）在一定程度上激励接收线圈。在示例性实例中，与其他频率相比谐振频率从发射器吸收更多的电力。

[0193] 该过程测量在扫描发射频率期间以每个频率进入发射线圈的电力（操作 2306）。在操作 2306 中，该过程测量发射线圈中的电流、电压或者电流和电压以识别电力。

[0194] 该过程识别发射频率发生在接收线圈中的哪个谐振处（操作 2308）。所识别的发射频率是接收线圈的所识别的谐振频率。在一个示例性实例中，控制器检测三个谐振频率，每个相位的一个谐振频率，但是仅追踪两个谐振频率。例如，追踪的发射频率可能是最高的，接收线圈 A 202 的相位，并且可能是最低的，接收线圈 C 206 的相位。接收线圈 A 202 和接收线圈 C 206 的谐振频率都可用于识别转子 208 的位置。

[0195] 该过程从所识别的谐振频率中选择两个谐振频率（操作 2310）。在此示例性实例中，只有单相的谐振频率不明确定义转子的位置，因为可在转子的两个位置处出现相同的谐振频率。对于在操作 2308 中识别的谐振频率，两个发射频率的任何两相的谐振频率足以独特地定义转子的位置。换言之，在这个实例中，可以使用更多谐振频率，但是不需要识别转子的位置。

[0196] 然后该过程基于两个谐振频率识别转子的位置（操作 2312），此后该过程终止。在示例性实例中，控制器可将两个谐振频率使用为输入至查找表格或者输入至数学计算以估计转子的位置。基于该估计，控制器识别用在接收线圈的发射磁场的发射频率，应该首先激活接收线圈以在期望的方向上移动转子 208。以这种方式，可以减少或者避免在不期望的方向上移动。

[0197] 接下来转至图 24，根据示例性实施方式描述了用于对准接收线圈中的轴线的过程的流程图的示意图。图 24 中示出的过程可在以图 1 中的方框形式示出的电动机系统环境 100 中实现。具体地，图 24 中示出的不同操作可在电动机系统 102 中实现。进一步地，不同操作可使用图 1 中的倾斜调整系统 160 执行。

[0198] 通过识别该一组接收线圈的一组轴线对准通过发射线圈生成的发射磁场中的磁场线开始该过程（操作 2400）。确定该一组轴线与磁场线之间是否存在期望水平的对准（操作 2402）。如果存在期望水平的对准，则该过程返回到操作 2400。否则，如果不存在期望水平的对准，该过程基于该一组轴线从发射磁场中的磁场线的发散量来改变该一组轴线的定

向（操作 2404）。然后该过程返回到操作 2400。在操作 2404 中，通过改变该一组接收线圈的定向执行该一组轴线定向的变化。

[0199] 图 24 中示出的操作是当执行该一组轴线的主动调整时所执行的操作实例。可使用磁场传感器或者数学模型执行磁场线的识别。可使用致动器执行接收线圈的定向变化。

[0200] 在此示例性实例中，接收线圈是可移动地安装在电动机系统 102 中，使得可移动接收线圈以改变接收线圈的轴线的定向。当被动执行轴线的倾斜调整时，响应于发射磁场没有执行任何磁场检测调整，接收线圈可改变该定向。

[0201] 在所描述的不同实施方式中的流程图和框图示出了示例性实施方式中的设备和方法的一些可能实施的架构功能以及操作。鉴于此，流程图或框图中的各个框可表示模块、片段、功能或者操作或步骤的一部分中的至少一个。

[0202] 在示例性实施方式的一些可替代实施方式中，框中表明的功能或多个功能可以与图中表明的顺序不同。例如，在一些情况下，可以基本上同时执行连续示出的两个框、或者有时可以根据所涉及的功能以相反顺序执行框。另外，可以增加除了流程图或者框图中示出的框之外的其他框。

[0203] 因此，示例性实施方式提供了用于电动机系统的方法和设备。具体地，示例性实施方式提供了用于电动机系统的方法和设备，其中，电动机使用来自电动机系统中的发射器的磁场无线供电。例如，电动机系统可以是幻影发动机系统。当使用示例性实例时，幻影发动机系统的重量、成本或者重量和成本可小于当前使用的幻影发动机系统。例如，与当前使用的幻影发动机系统相比，该发射器使用较少的发射线圈。以这种方式，与当前使用的幻影发动机系统相比，可同时节省成本和重量。

[0204] 进一步地，根据示例性实施方式实现的幻影发动机系统可关于不同部件的构造或者位置提供更多灵活性。例如，接收线圈的定向增加简易性，在该定向处发射线圈可在三个接收线圈的体积内创建基本上均匀的偏振和强度。

[0205] 示例性实例中的电动机可用于多种不同应用中，其中，从与当前使用的电动机相比在适当的位置更具灵活性的发射器无线供应电力。

[0206] 根据示例性实施方式，诸如图 1 中的电动机 108 的电动机可与仿生肢体一起使用。也可在植入物中使用电动机 108。与其他无线电动机相比，电动机 108 的大小、重量和成本的减少可考虑较小植入物大小、较低维护以及新型的植入物。较低维护可来自避免替换可通常位于植入物内的电池或者其他电源。在又一示例性实例中，电动机 108 可用于微型无人驾驶飞行器（UAV）中，这些无人驾驶飞行器上没有电源。例如，电动机 108 可用于一组可无限飞行以获得诸如气象资料或者有关森林的信息的数据的微型无人驾驶飞行器中。

[0207] 如另一示例性实例，在纳米机器人中可使用电动机 108。例如，电动机 108 可用作杀虫剂机器人的致动器。这些致动器可控制这些纳米机器人中的接点。在又一示例性实例中，在制造诸如飞机的产品中，电动机 108 可用在机械臂或者其他机器人装置中。对于电动机 108，可获取减少制造设施中的配线。进一步地，通过减少配线量，也可减少机械臂上的重量，允许较小发动机用于移动机械臂并且执行操作。

[0208] 如另一实例，电动机 108 可被放置到其中热量可要求更加频繁的维护发动机系统的位置，在发动机系统中，控制器与电动机处于相同位置中。对于电动机 108，发射器和控制器可远距离地定位到更适合于电子电路的持久性的环境中。进一步地，可能不需要减少在

电动机 108 的控制器中使用的电子电路的大小，因为这些部件可位于远离电动机 108 的位置处。因此，可以避免用于更小的电子装置的成本。

[0209] 进一步地，本公开内容包括根据下列项的实施方式：

[0210] 项 1. 一种设备，包括：转子，由磁性材料组成；以及一组接收线圈，具有被定向为基本上平行于来自发射线圈的磁场线的一组轴线并且具有一组谐振频率，其中，该一组接收线圈中的接收线圈具有不同于该一组接收线圈中的其他接收线圈的该一组谐振频率中的谐振频率，使得当发射磁场具有与接收线圈的谐振频率相关的选定频率时，接收线圈生成吸引转子的接收磁场。

[0211] 项 2. 根据项 1 所述的设备，其中，该一组轴线具有选自基本上平行于转子轴并且基本上垂直于转子轴中的一个的定向。

[0212] 项 3. 根据项 1 所述的设备，其中，转子围绕转子轴是可旋转的并且该一组接收线圈具有固定位置。

[0213] 项 4. 根据项 1 所述的设备，其中，转子是固定的并且该一组接收线圈围绕转子轴是可旋转的。

[0214] 项 5. 根据项 1 所述的设备，进一步包括：具有生成发射磁场的发射线圈的发射器。

[0215] 项 6. 根据项 1 所述的设备，进一步包括：连接至该一组接收线圈的一组电容器，其中，该一组电容器设置用于该一组接收线圈的该一组谐振频率。

[0216] 项 7. 根据项 1 所述的设备，其中，转子在转子体积内旋转并且该一组线圈中的接收线圈的第一部分位于转子体积的第一侧上并且接收线圈的第二部分位于与转子体积的第一侧相对的转子体积的第二侧上，并且其中，通过电容器将接收线圈的第一部分连接至接收线圈的第二部分。

[0217] 项 8. 根据项 1 所述的设备，其中，转子和该一组接收线圈是无线接收电力的幻影发动机的一部分，并且发射器是控制器的一部分，并且幻影发动机和控制器形成幻影发动机系统。

[0218] 项 9. 根据项 5 所述的设备，其中，发射器包括包含发射线圈的多个发射线圈。

[0219] 项 10. 根据项 1 所述的设备，进一步包括倾斜调整系统，该倾斜调整系统基于该一组轴线从发射磁场中的磁场线发散的量来改变该一组轴线的定向。

[0220] 项 11. 根据项 1 所述的设备，其中，转子和线圈组形成与平台相关的电动机，所述平台选自移动平台、固定平台、陆上结构、水上结构、空中结构、飞机、无人驾驶飞行器、无人驾驶的陆上车辆、水面舰艇、坦克、人员输送车、火车、航天器、空间站、卫星、潜水艇、汽车、发电厂、桥梁、水坝、房屋、制造设施、建筑物、假肢、人造器官、可植入药泵、生物医学植入物、机械臂和纳米机器人中的一个。

[0221] 项 12. 一种用于操作电动机的方法，该方法包括：在具有基本上平行于来自发射线圈的磁场线而定位的一组轴线并且具有一组谐振频率的一组接收线圈处接收发射磁场，其中，该一组谐振频率中的谐振频率不同于该一组接收线圈中的其他接收线圈；并且当发射磁场具有匹配谐振频率的选定频率时，在该一组接收线圈中的具有谐振频率的接收线圈处生成接收磁场，其中，接收磁场吸引电动机中的转子。

[0222] 项 13. 根据项 12 所述的方法，进一步包括：在相对于接收线圈组安置的发射线圈处生成发射磁场。

[0223] 项 14. 根据项 12 所述的方法，进一步包括：在一个循环中改变发射磁场的发射频率，使得该一组接收线圈中所有的接收线圈在循环期间生成一组接收磁场。

[0224] 项 15. 根据项 12 所述的方法，其中，转子在转子体积内旋转并且该一组线圈中的接收线圈的第一部分位于转子体积的第一侧上并且接收线圈的第二部分位于与转子体积的第一侧相对的转子体积的第二侧上，并且其中，通过电容器将接收线圈的第一部分连接至接收线圈的第二部分。

[0225] 项 16. 根据项 12 所述的方法，其中，转子和该一组接收线圈是通过发射磁场无线接收电力的幻影发动机的一部分。

[0226] 项 17. 根据项 12 所述的方法，进一步包括基于该一组轴线从发射磁场中的磁场线发散的量来改变该一组轴线的定向。

[0227] 项 18. 根据项 12 所述的方法，其中，转子围绕转子轴是可旋转的并且该一组接收线圈具有固定位置。

[0228] 项 19. 根据项 12 所述的方法，其中，转子是固定的并且该一组接收线圈围绕转子轴是可旋转的。

[0229] 项 20. 根据项 12 所述的方法，其中，转子和线圈组形成与平台相关的电动机，所述平台选自移动平台、固定平台、陆上结构、水上结构、空中结构、飞机、无人驾驶飞行器、无人驾驶的陆上车辆、水面舰艇、坦克、人员输送车、火车、航天器、空间站、卫星、潜水艇、汽车、发电厂、桥梁、水坝、房屋、制造设施、建筑物、假肢、人造器官、可植入药泵、生物医学植入物、机械臂和纳米机器人中的一个。

[0230] 为了示出和描述的目的，已经呈现了不同的示例性实施方式的描述，并且不旨在穷举或局限于所公开形式的实施方式。对于本领域普通技术人员而言许多修改和变化将是显而易见的。进一步地，不同的示例性实施方式可以提供与其他所期望的实施方式相比不同的特征。为了更好地说明实施方式的原理、实际应用的原理并且能够使其他本领域的普通技术人员理解本公开内容的各种实施方式以及适于具体的预期使用的各种修改，选择并描述了实施方式或者所选的实施方式。

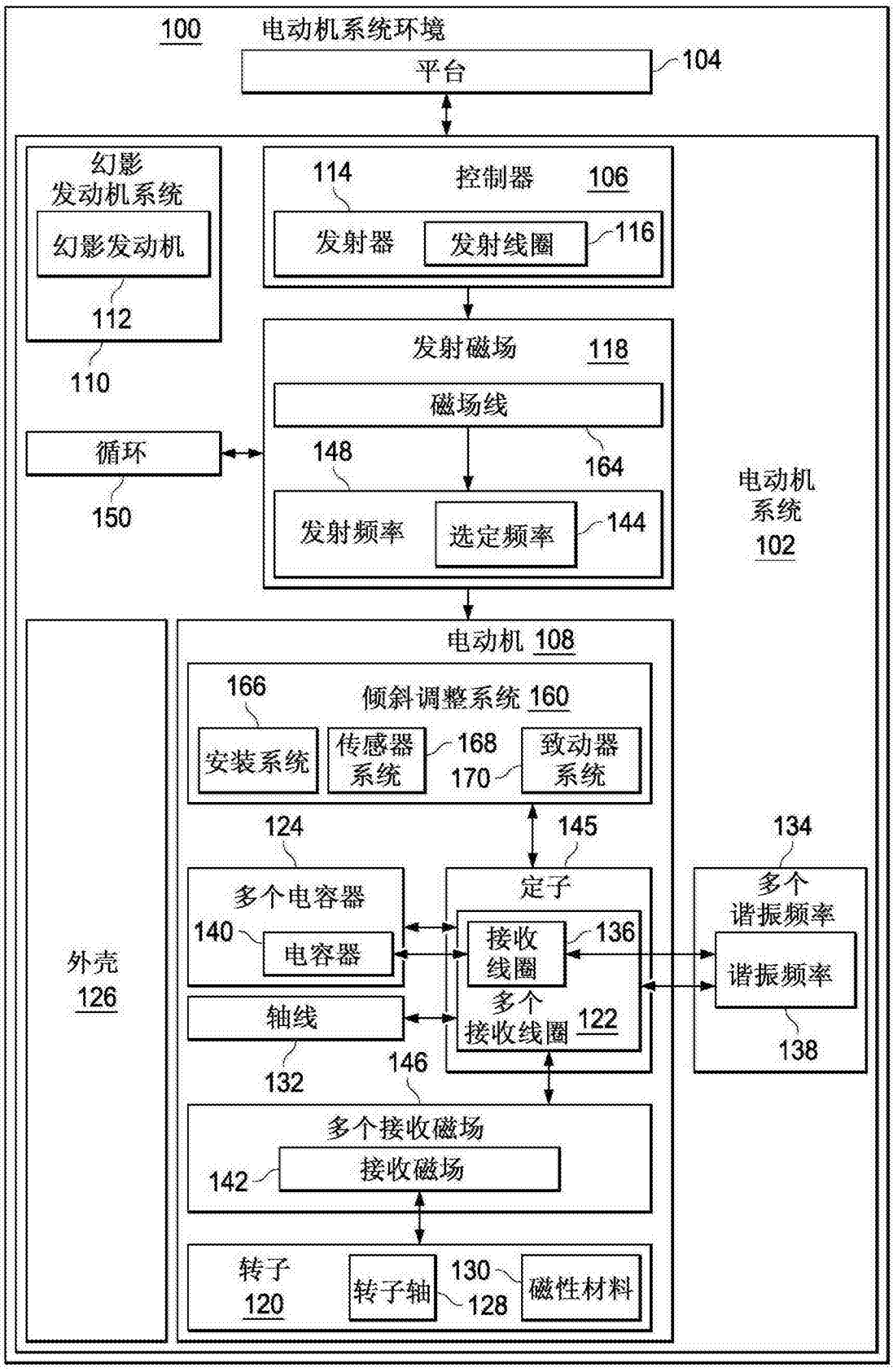

100
电动机系统环境
平台
104
幻影
发动机系统
幻影发动机
112
110
114
控制器
106
发射器
发射线圈
116
发射磁场
118
磁场线
循环
148
164
150
发射频率
选定频率
144
电动机
系统
102
电动机 108
166
倾斜调整系统 160
安装系统
传感器
系统
168
170
致动器
系统
124
145
134
多个电容器
定子
多个
谐振频率
140
电容器
接收
线圈
136
谐振频率
外壳
126
轴线
多个
接收线圈
122
138
132
146
多个接收磁场
142
接收磁场
转子
120
转子轴
130
128
磁性材料

图 1

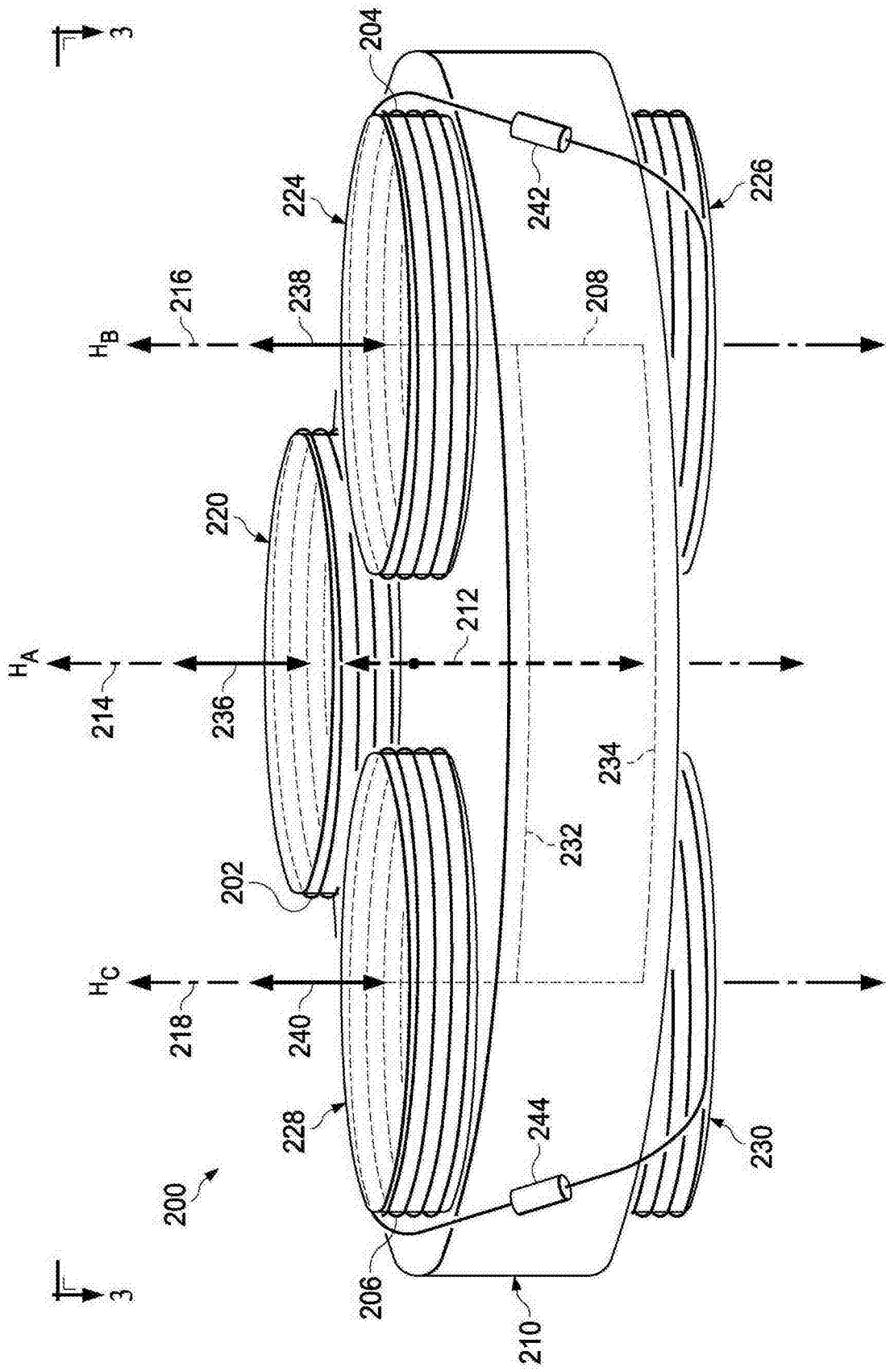

3
3
204
224
242
226
216
238
208
H_B
220
212
H_A
214
236
234
232
202
H_C
218
240
228
244
230
200
206
210

图 2

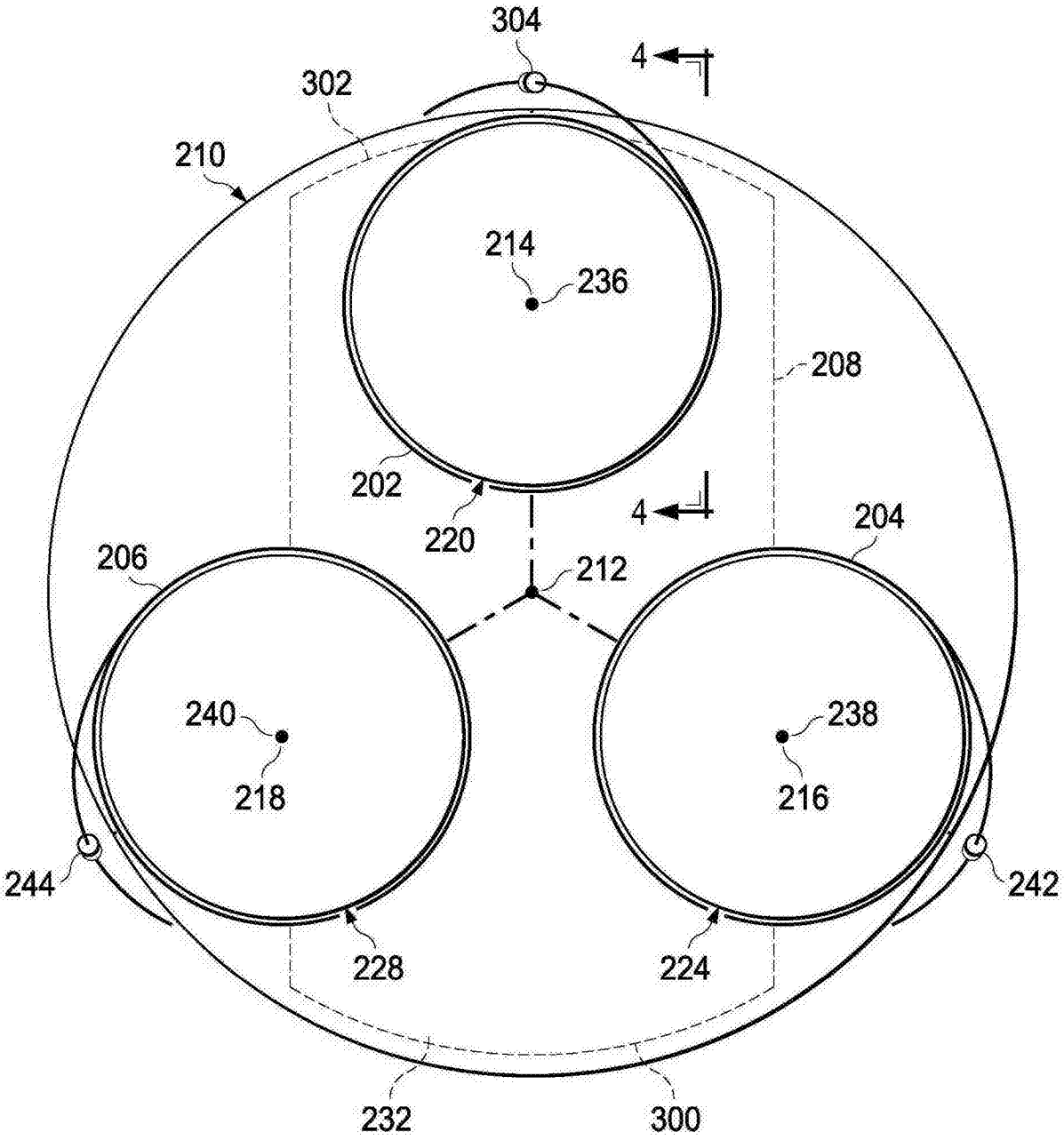

304
4
302
210
214
236
208
202
220
4
204
206
212
240
218
238
216
244
242
228
224
232
300

图 3

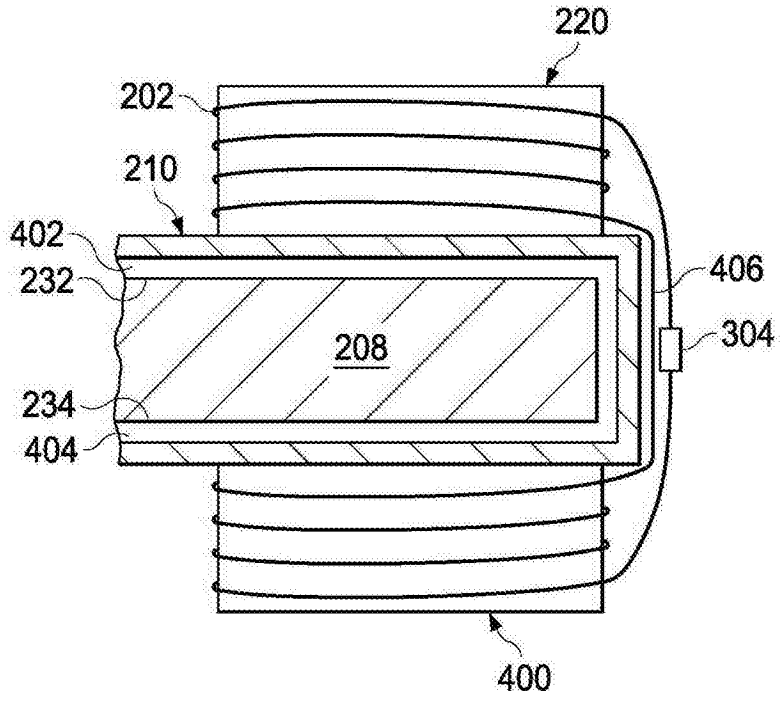

220
202
210
402
232
208
406
304
234
404
400

图 4

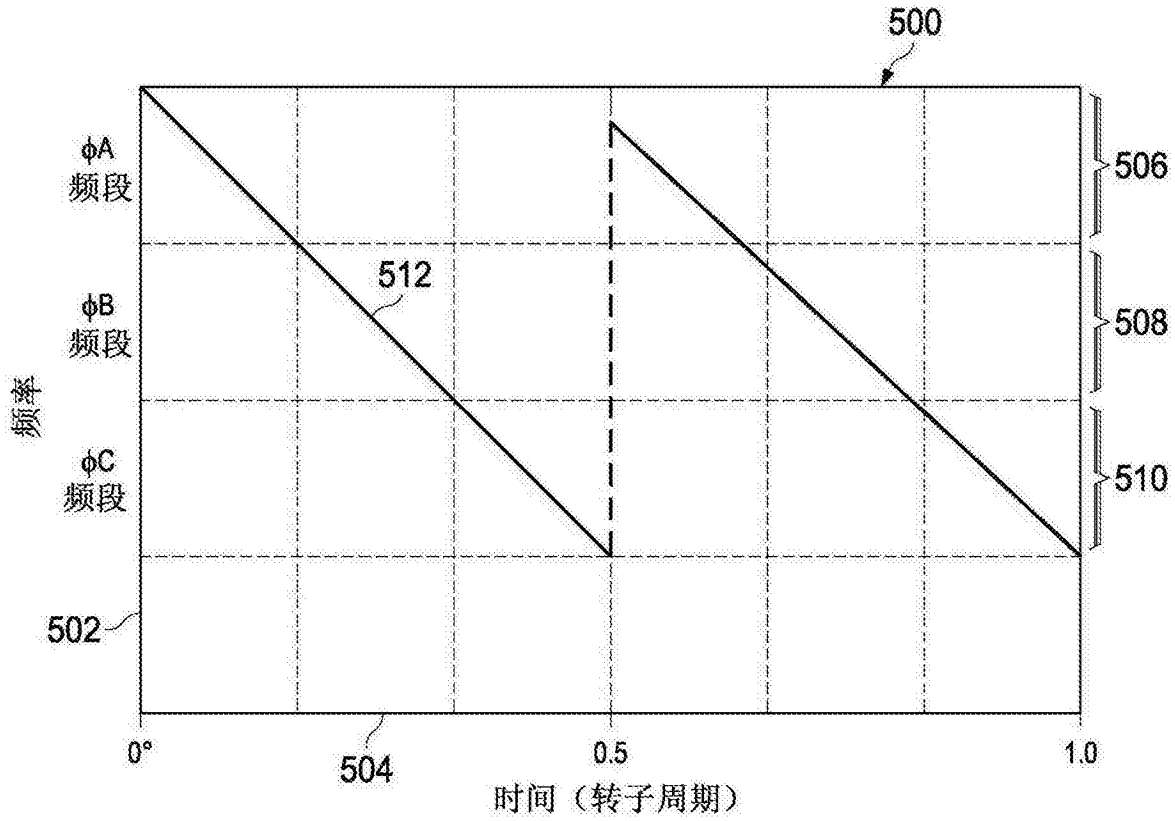

500
φA
频段
φB
频段
φC
频段
频率
512
506
508
510
502
0°
504
0.5
1.0
时间（转子周期）

图 5

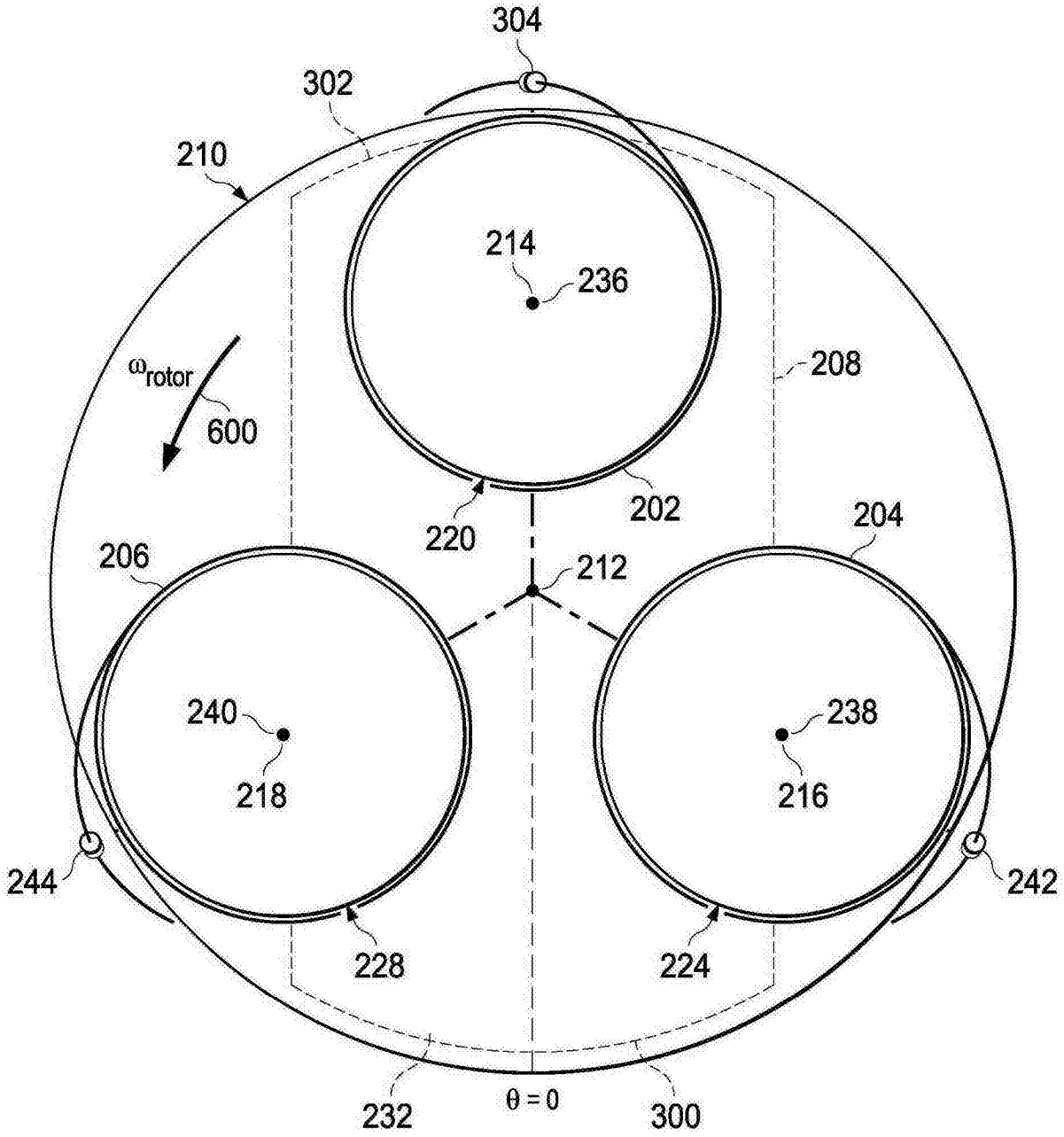

304
302
210
214
236
208
ω_{rotor}
600
220
202
204
206
212
240
218
238
216
244
242
228
224
232
θ = 0
300

图 6

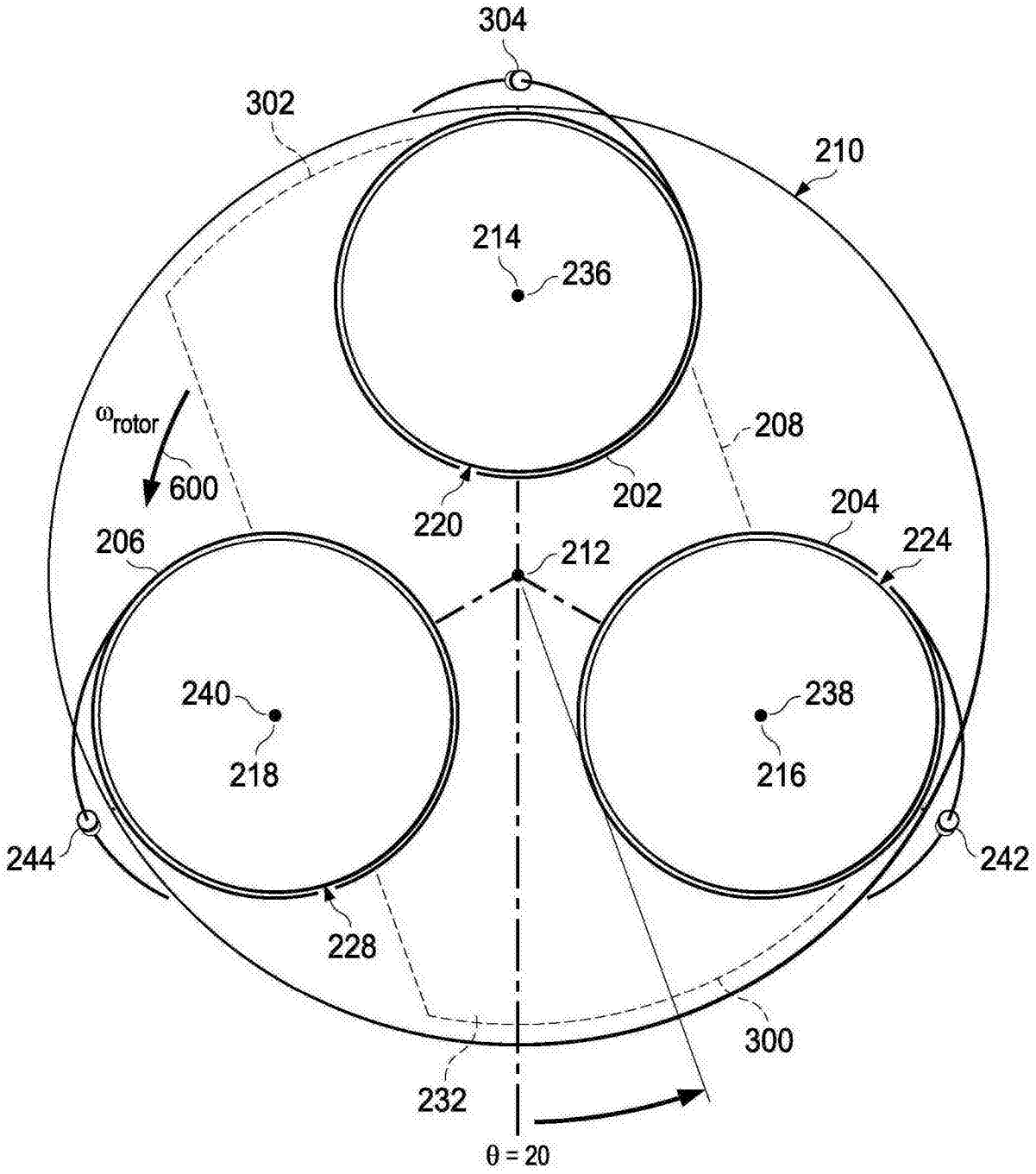

304
302
210
214
236
ω_{rotor}
600
208
220
202
204
206
212
224
240
238
218
216
244
242
228
300
232
θ = 20

图 7

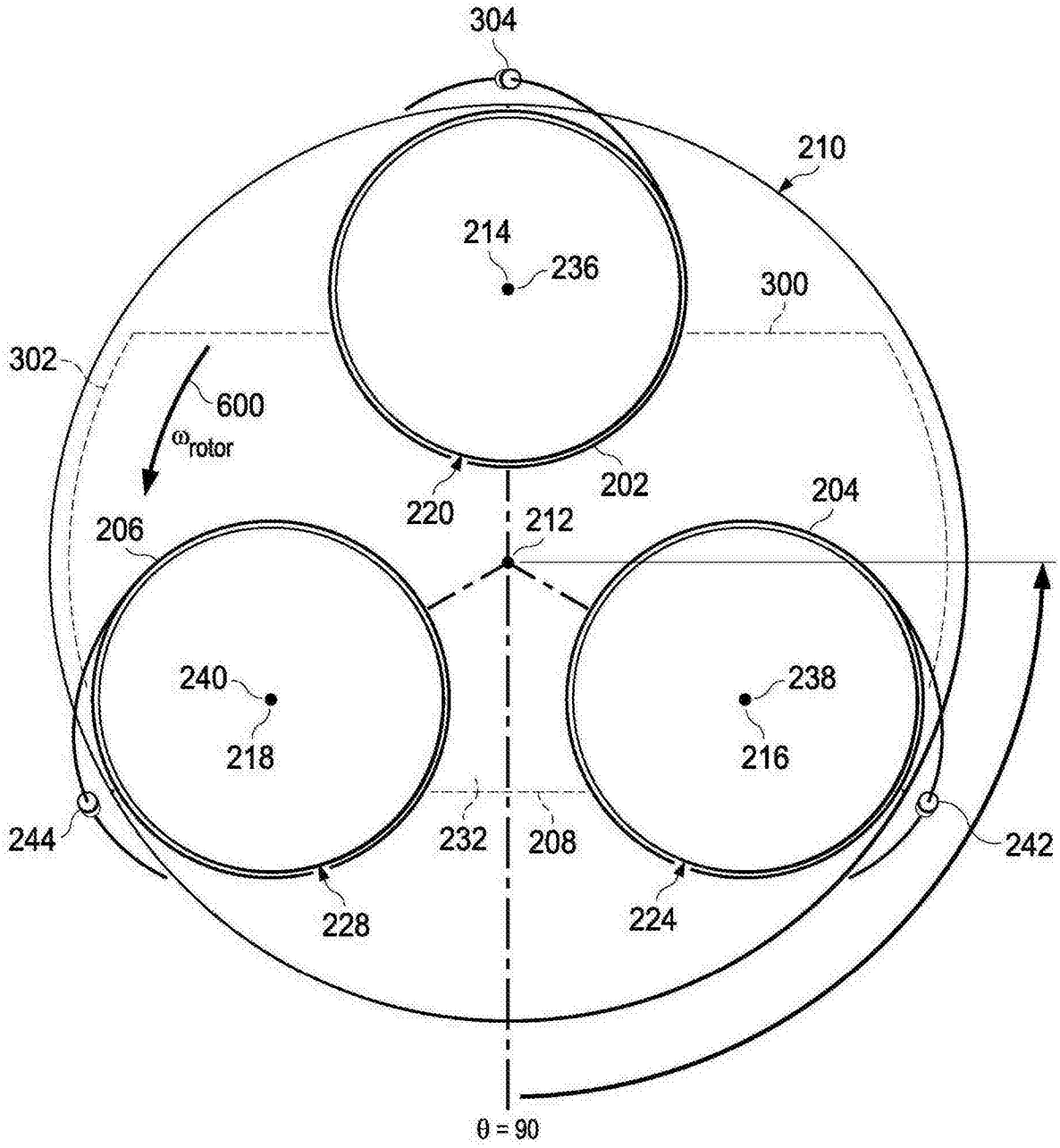

304
210
214
236
300
302
600
ω_{rotor}
202
220
204
206
212
240
218
238
216
244
232
208
242
228
224
θ = 90

图 8

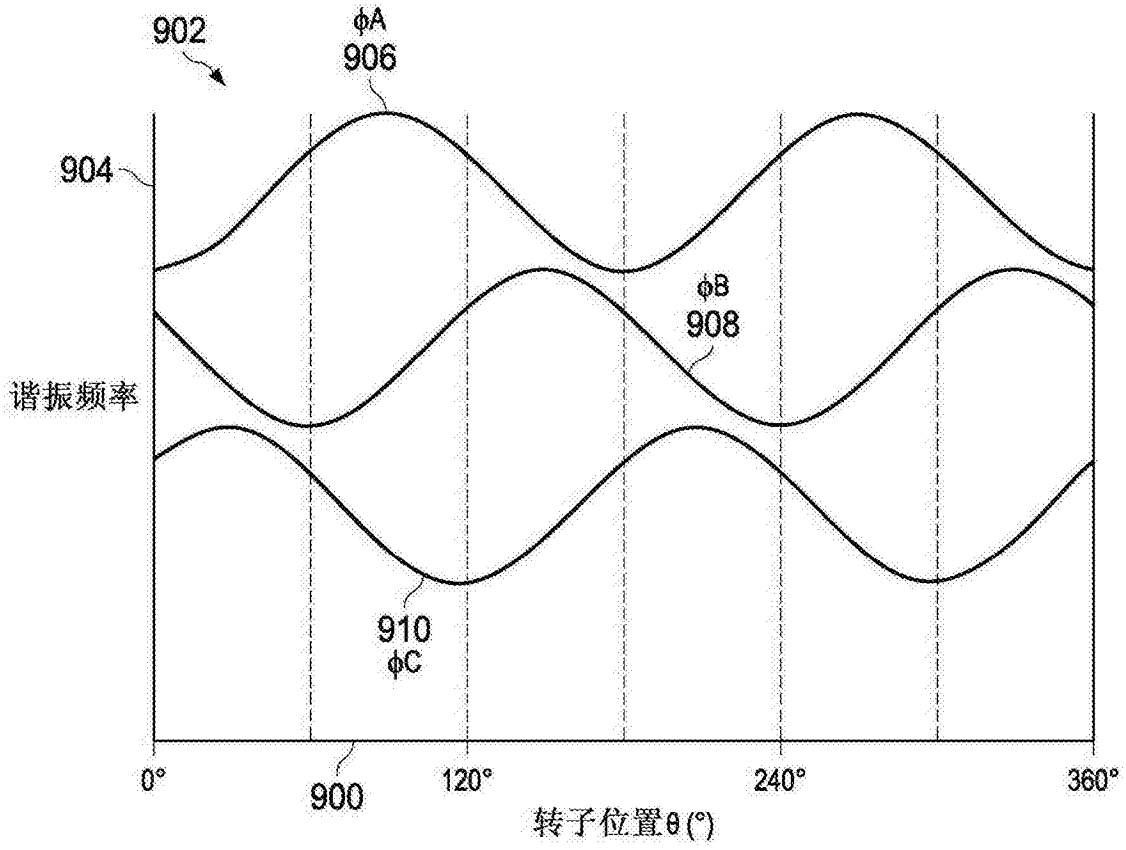


图 9

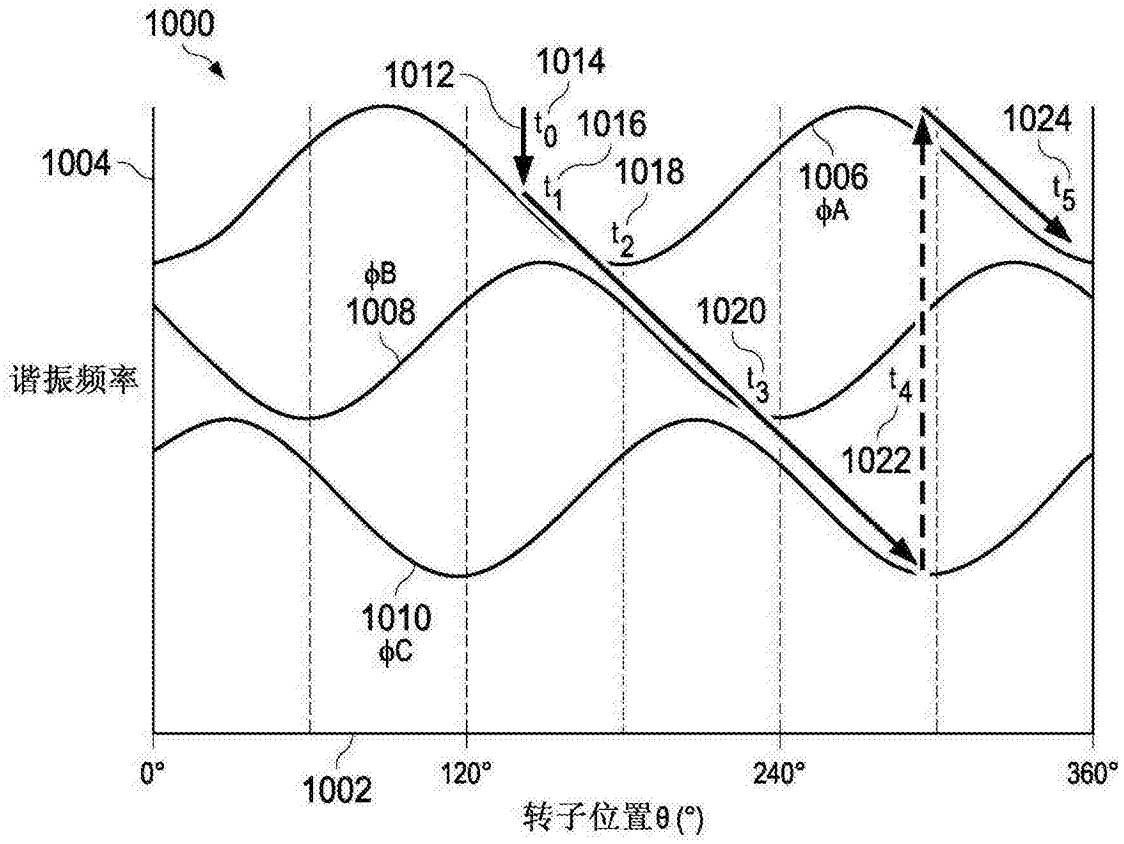

1000
1012
1014
t_0
1016
1004
t_1
1018
t_2
1006
φA
1024
t_5
φB
1008
1020
谐振频率
t_3
t_4
1022
1010
φC
0°
1002
120°
240°
360°
转子位置θ(°)

图 10

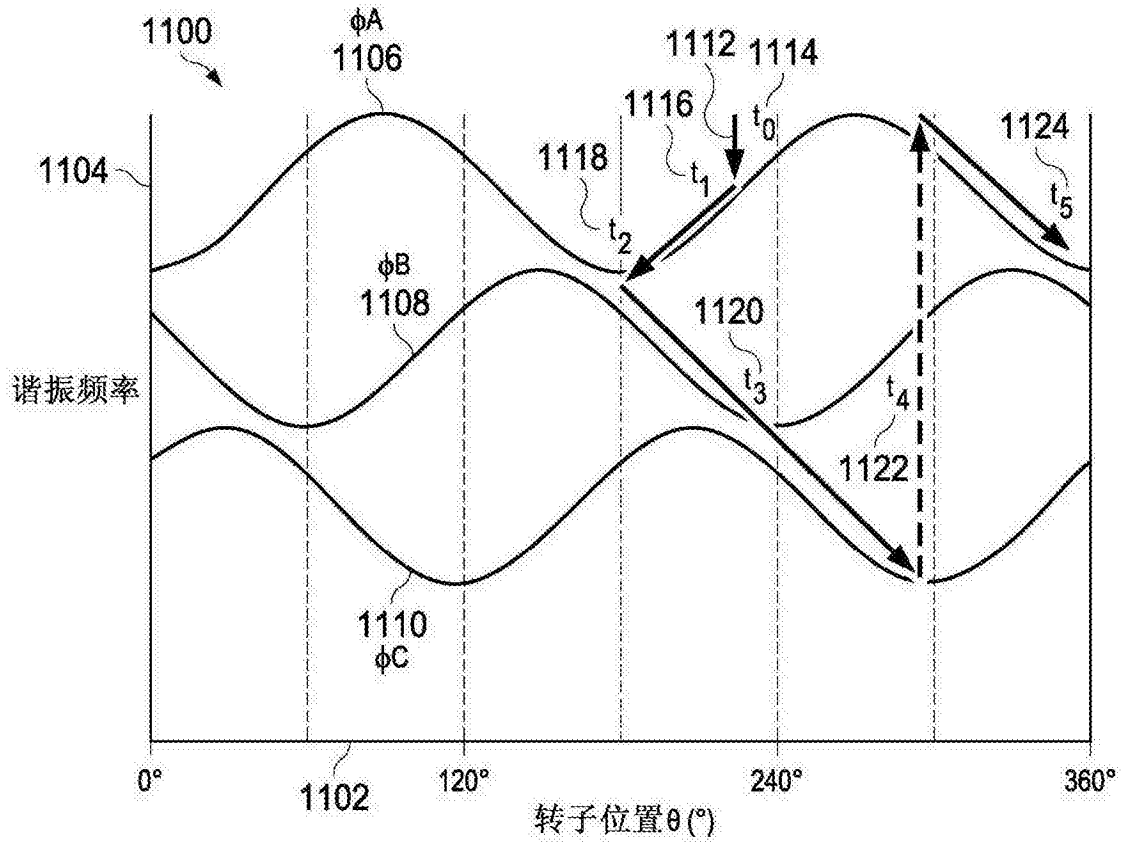

1100
φA
1106
1112
1114
1116
t0
1124
1104
1118
t1
t5
t2
φB
1108
1120
谐振频率
t3
t4
1122
1110
φC
0°
1102
120°
240°
360°
转子位置θ(°)

图 11

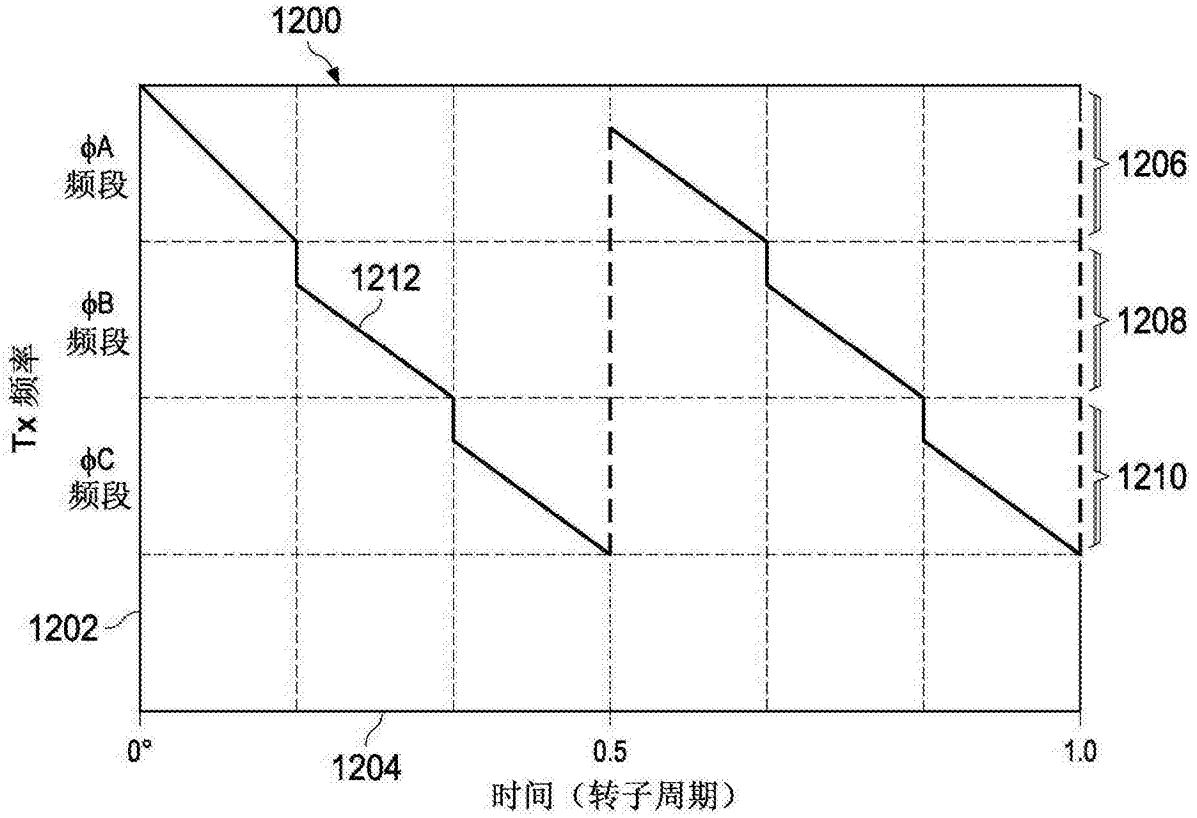

1200
φA
频段
φB
频段
φC
频段
Tx 频率
1212
1202
1204
1206
1208
1210
0°
0.5
1.0
时间（转子周期）

图 12

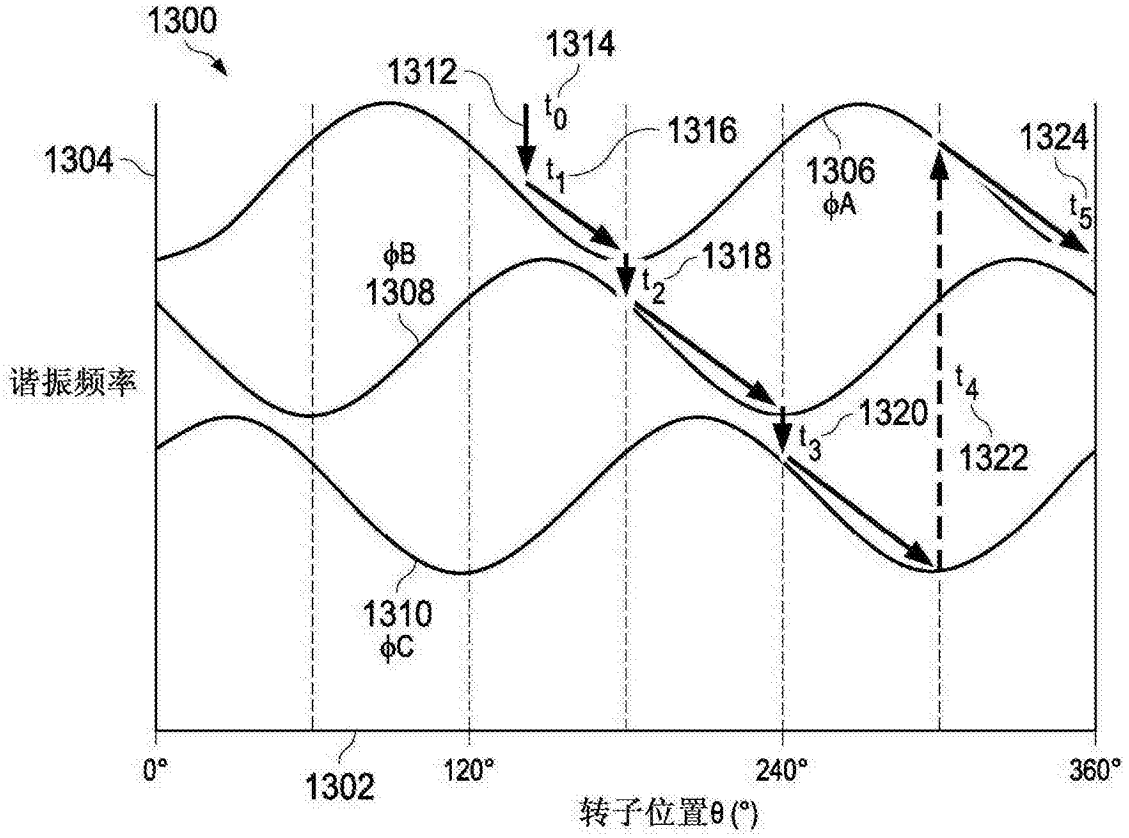

1300
1314
1312
t_0
1316
1304
t_1
1306
φA
1324
t_5
φB
1308
1318
t_2
谐振频率
t_4
1320
t_3
1322
1310
φC
0°
1302
120°
240°
360°
转子位置θ(°)

图 13

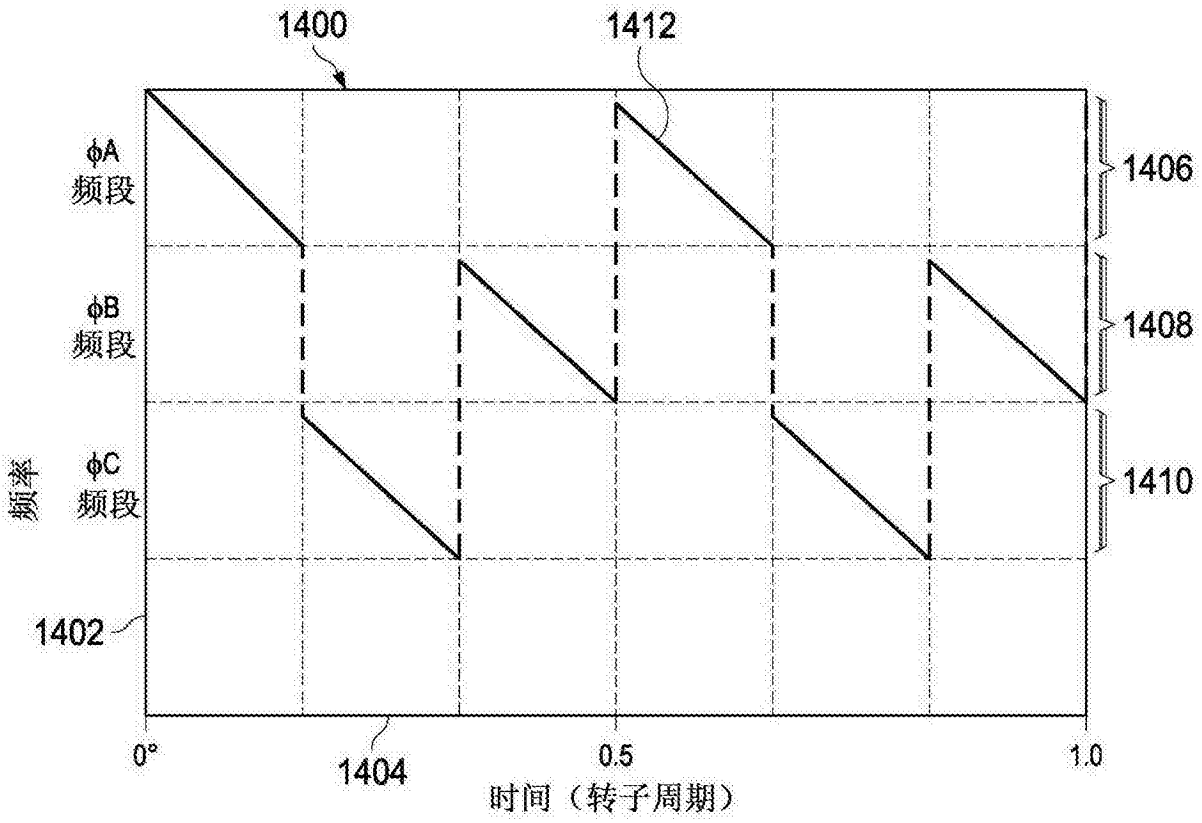

1400
1412
φA
频段
φB
频段
φC
频段
频率
1406
1408
1410
1402
1404
0°
0.5
1.0
时间（转子周期）

图 14

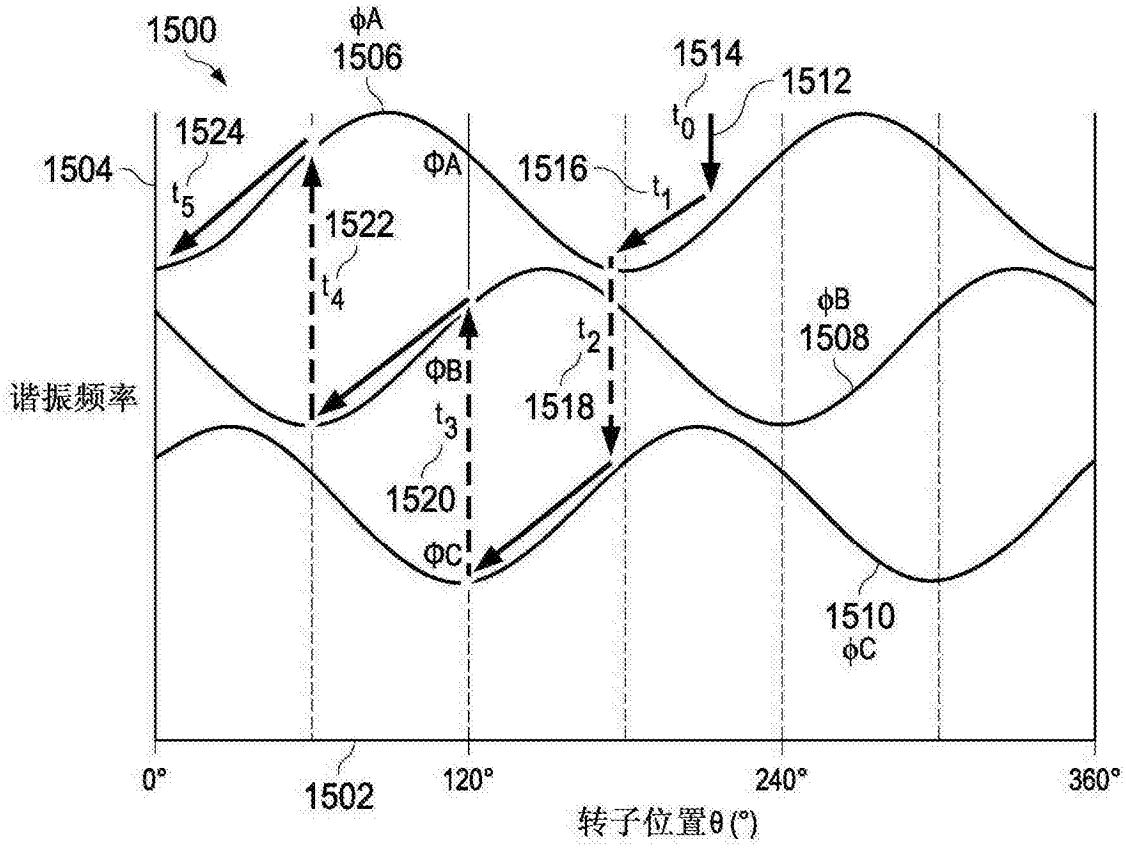

1500
ϕA
1506
1514
1512
1524
1504
t5
ΦA
1516
t0
t1
1522
t4
ϕB
1508
t2
ΦB
谐振频率
1518
t3
1520
ΦC
1510
ϕC
0°
1502
120°
240°
360°
转子位置θ(°)

图 15

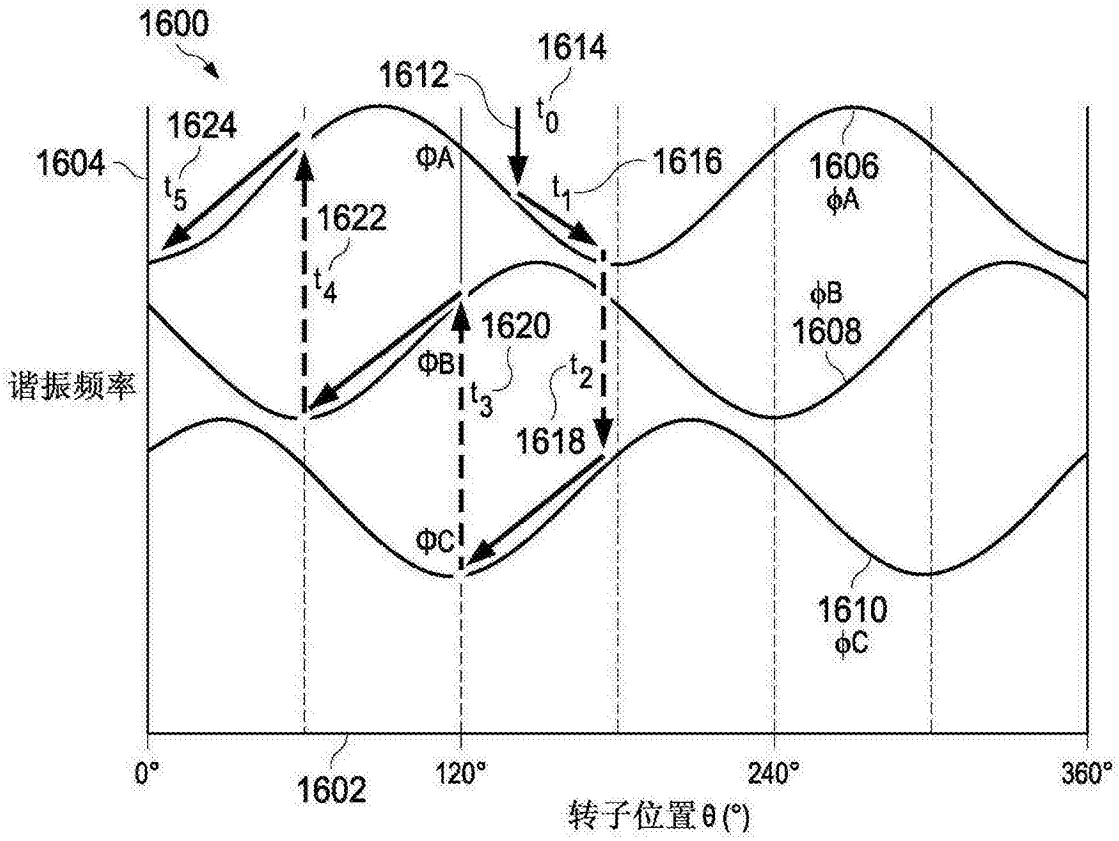

1600
1614
1612
t_0
1624
1604
t_5
ΦA
1616
1606
ϕA
t_1
1622
t_4
ϕB
1620
1608
ΦB
t_3
t_2
谐振频率
1618
ΦC
1610
ϕC
0°
1602
120°
240°
360°
转子位置θ(°)

图 16

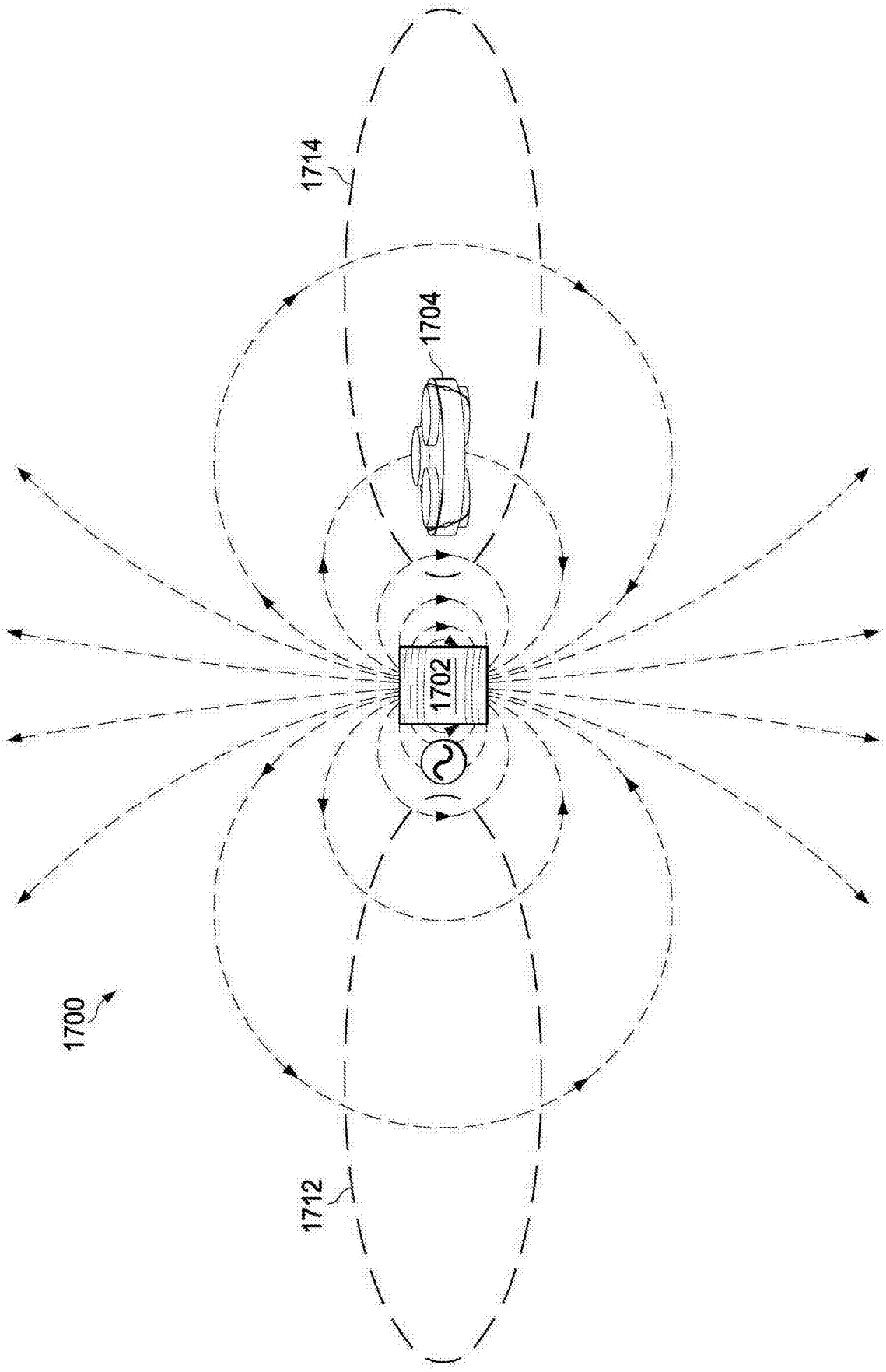


图 17

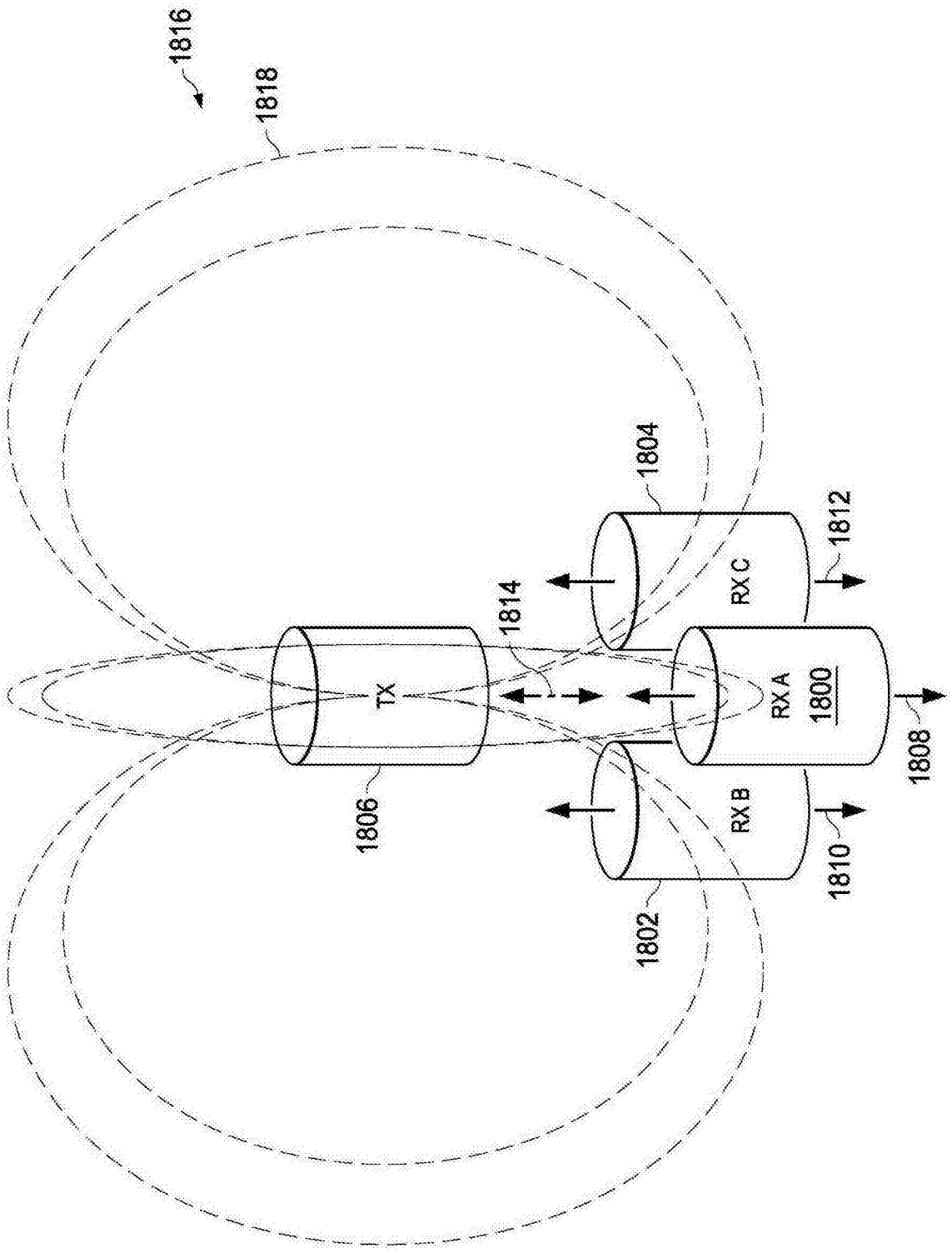

1816
1818
1804
1812
1814
RX C
TX
RX A
1800
1808
1806
RX B
1810
1802

图 18

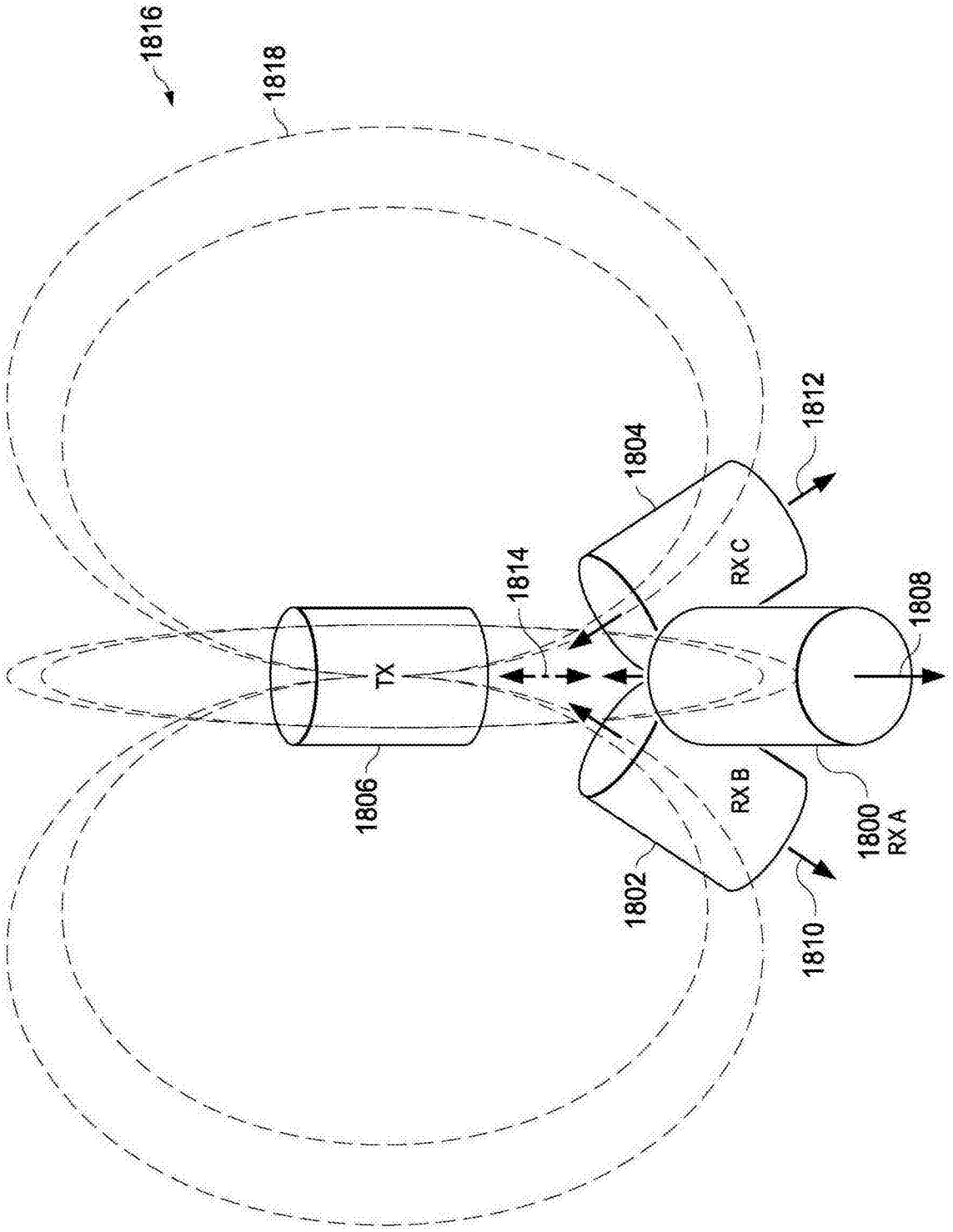

1816
1818
1804
1812
1814
RX C
1808
TX
1806
RX B
1800
RX A
1802
1810

图 19

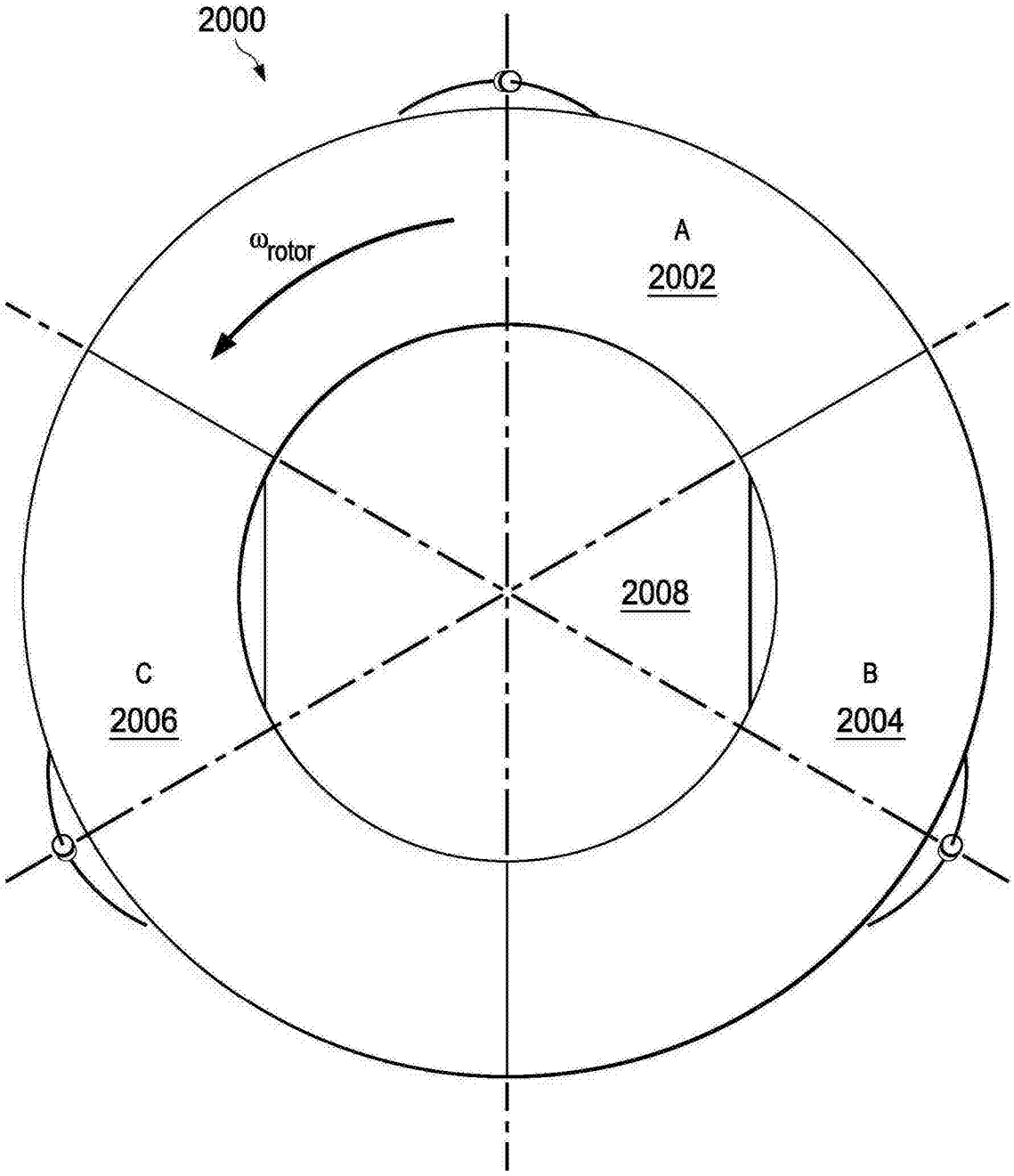


图 20

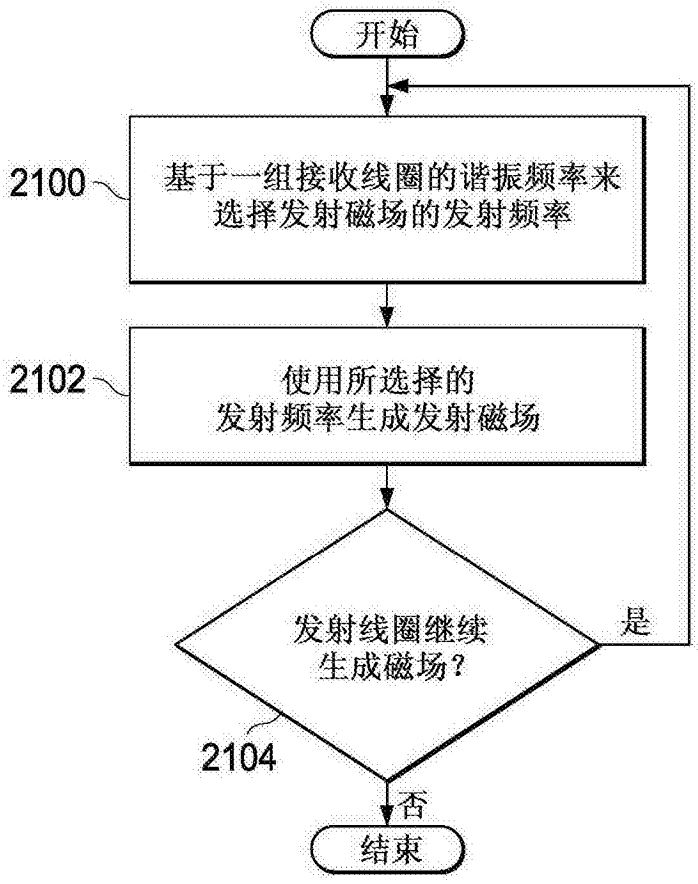

开始
2100
基于一组接收线圈的谐振频率来选择发射磁场的发射频率
2102
使用所选择的发射频率生成发射磁场
发射线圈继续生成磁场？
是
2104
否
结束

图 21

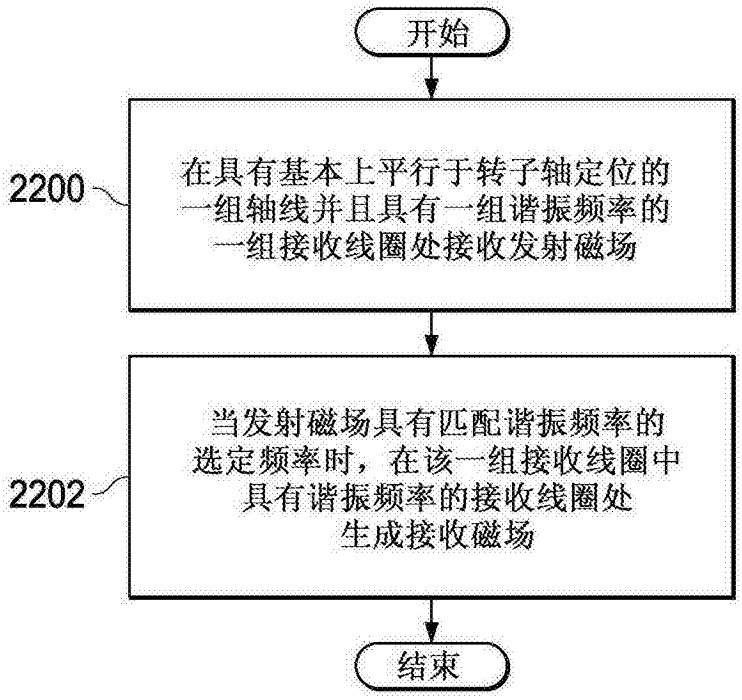

开始
2200
在具有基本上平行于转子轴定位的一组轴线并且具有一组谐振频率的一组接收线圈处接收发射磁场
2202
当发射磁场具有匹配谐振频率的选定频率时，在该一组接收线圈中具有谐振频率的接收线圈处生成接收磁场
结束

图 22

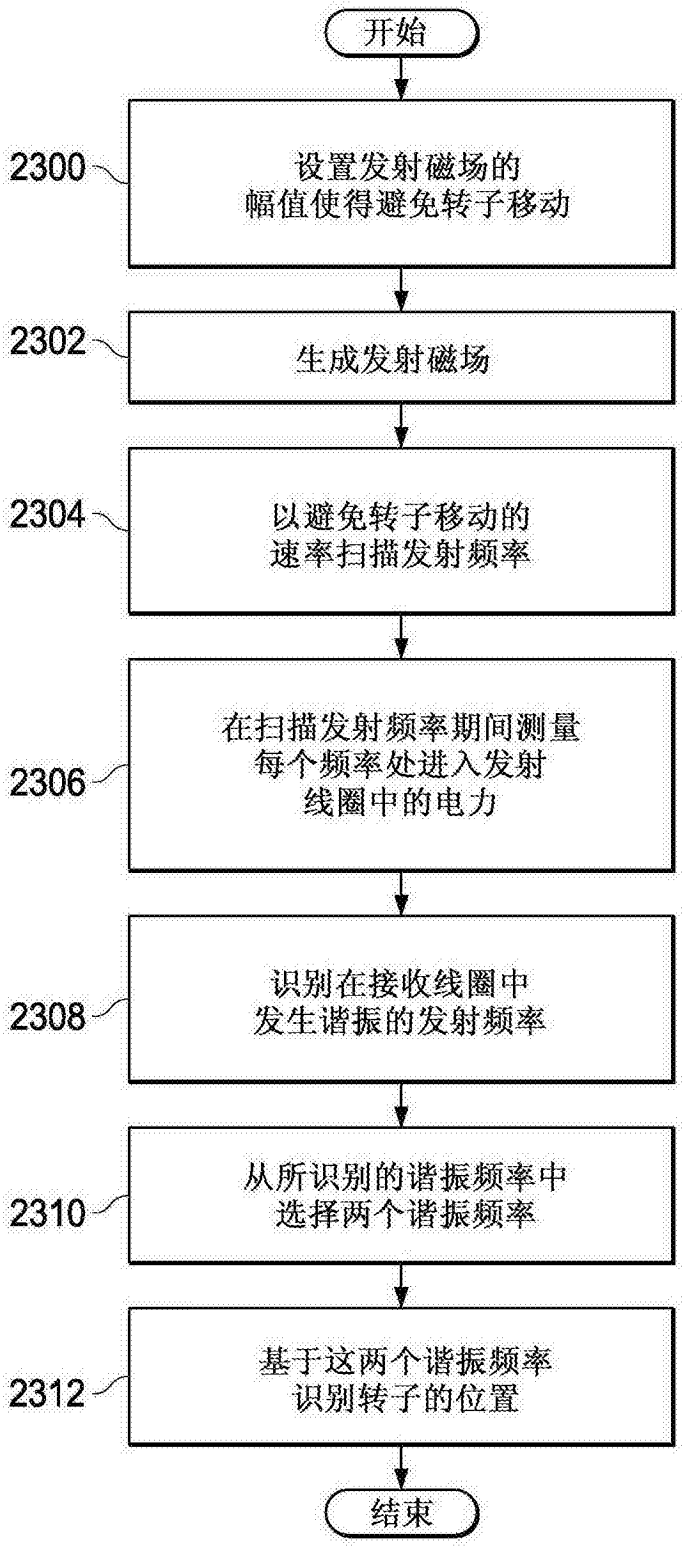

开始
2300
设置发射磁场的
幅值使得避免转子移动
2302
生成发射磁场
2304
以避免转子移动的
速率扫描发射频率
2306
在扫描发射频率期间测量
每个频率处进入发射
线圈中的电力
2308
识别在接收线圈中
发生谐振的发射频率
2310
从所识别的谐振频率中
选择两个谐振频率
2312
基于这两个谐振频率
识别转子的位置
结束

图 23

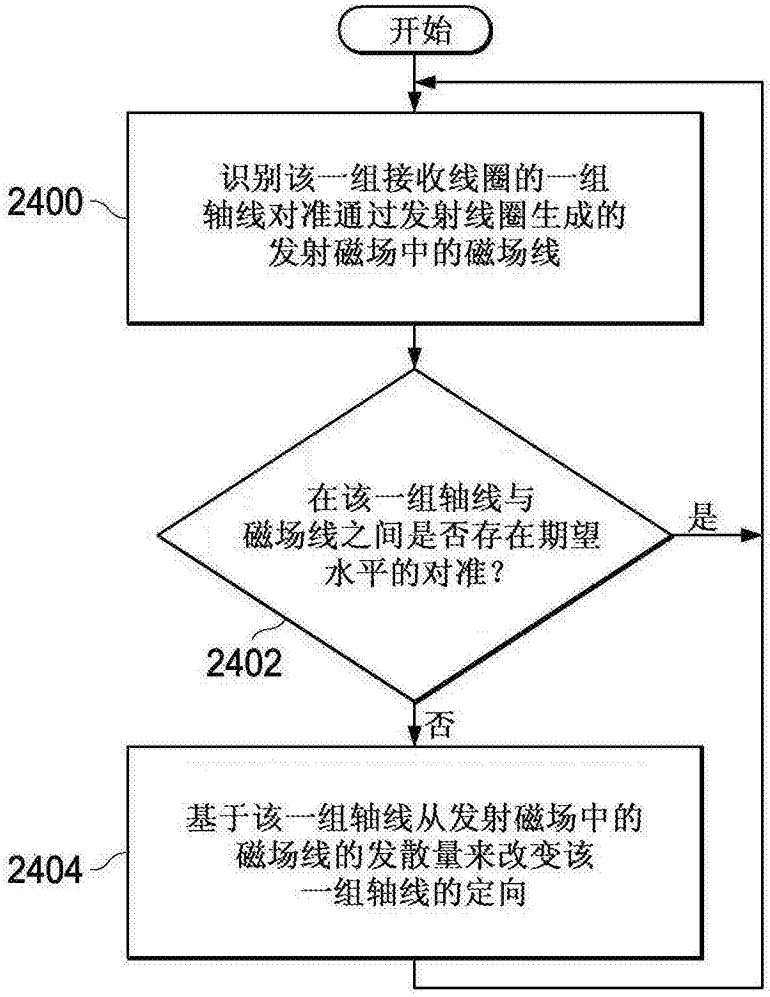

开始
识别该一组接收线圈的一组轴线对准通过发射线圈生成的发射磁场中的磁场线
2400
在该一组轴线与磁场线之间是否存在期望水平的对准？
2402
是
否
基于该一组轴线从发射磁场中的磁场线的发散量来改变该一组轴线的定向
2404

图 24