



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102064615 A

(43) 申请公布日 2011.05.18

(21) 申请号 201010572170.9

(22) 申请日 2010.12.03

(71) 申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街
174 号

(72) 发明人 唐春森 戴欣 王智慧 孙跃
苏玉刚

(74) 专利代理机构 重庆市前沿专利事务所
50211

代理人 郭云

(51) Int. Cl.

H02J 17/00 (2006.01)

H02P 5/52 (2006.01)

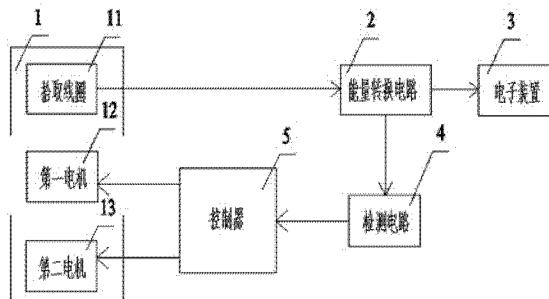
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种磁场跟踪伺服机构控制系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种磁场跟踪伺服机构控制系统及其控制方法，其系统包括磁场跟踪伺服机构、能量转换电路以及负载电路，磁场跟踪伺服机构中设置有拾取线圈、第一电机以及第二电机，能量转换电路上连接有检测电路，该检测电路的输出端连接有控制器，控制器控制第一电机和第二电机的转动，实现拾取线圈在三维空间内自由旋转，其控制方法主要是通过检测电路检测能量转换电路中能量获取的情况来确定第一电机和第二电机的转动角度，其显著效果是：拾取机构的空间灵活性较高，拾取线圈始终能保持在最大功率点所处的方向上，保证了无线能量传输系统中的最大能量拾取与传输，实现的结构简单，控制方便，成本也比较低廉，具有非常广泛的应用前景。



1. 一种磁场跟踪伺服机构控制系统,包括磁场跟踪伺服机构(1)、能量转换电路(2)以及负载电路(3),其特征在于:所述磁场跟踪伺服机构(1)中设置有拾取线圈(11)、第一电机(12)以及第二电机(13),所述拾取线圈(11)的输出端与所述能量转换电路(2)的输入端连接,该能量转换电路(2)的输出端为所述负载电路(3)供电,在所述能量转换电路(2)上还连接有检测电路(4),该检测电路(4)的输出端连接有控制器(5),该控制器(5)的第一输出端连接所述第一电机(12),该控制器(5)的第二输出端连接所述第二电机(13),所述控制器(5)根据所述检测电路(4)的检测结果控制所述第一电机(12)和第二电机(13)的转动角度从而实现所述拾取线圈(11)的最大能量获取。

2. 根据权利要求1所述的一种磁场跟踪伺服机构控制系统,其特征在于:所述磁场跟踪伺服机构(1)中还设置有外圈(14)和内圈(15),所述外圈(14)和内圈(15)均为非金属圆环,其中外圈(14)固套在所述第一电机(12)的转轴上,该第一电机(12)转轴的中心线和外圈(14)的圆心连接形成直线AB,在外圈(14)的圈壁上固定所述第二电机(13)的机身,该第二电机(13)的转轴朝向所述外圈(14)的圆心,所述第二电机(13)转轴的中心线和外圈(14)的圆心连接形成直线CD,所述直线AB与直线CD相互垂直,在所述第二电机(13)的转轴上固套所述内圈(15),在该内圈(15)的内壁上绕制所述拾取线圈(11),所述第一电机(12)带动所述外圈(14)沿直线AB转动,所述第二电机(13)带动所述内圈(15)沿直线CD转动,从而实现所述拾取线圈(11)在三维空间内自由旋转。

3. 一种如权利要求1所述的磁场跟踪伺服机构控制系统的控制方法,其特征在于:所述控制器(5)按照以下步骤进行控制:

第1步:控制器(5)通过所述第二输出端输出第一控制信号 β 到第二电机(13),所述第一控制信号 β 用于控制所述第二电机(13)带动所述内圈(15)旋转,其旋转角度为 β ;

第2步:所述控制器(5)通过所述检测电路(4)判断所述能量转换电路(2)中获取的能量是否处于极大功率点;

如果所述能量转换电路(2)中获取的能量不处于极大功率点,所述控制器(5)则返回第1步继续调节第二电机(13);

如果所述能量转换电路(2)中获取的能量处于极大功率点,所述控制器(5)则进入第3步调节第一电机(12);

第3步:当调节第二电机(13)使得能量转换电路(2)中获取的能量处于极大功率点时,所述控制器(5)通过所述检测电路(4)再判断能量转换电路(2)中获取的能量是否处于最大功率点;

如果能量转换电路(2)中获取的能量不处于最大功率点,所述控制器(5)则通过所述第一输出端口输出第二控制信号 α 到第一电机(12),所述第二控制信号 α 用于控制所述第一电机(12)带动所述外圈(14)旋转,旋转角度为 α ;

当第一电机转动 α 之后,所述控制器(5)返回第1步继续调节第二电机(13);

如果所述能量转换电路(2)中获取的能量处于最大功率点,所述控制器(5)则结束对第一电机(12)和第二电机(13)的控制。

一种磁场跟踪伺服机构控制系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及到电磁感应与能量传输技术,具体地说,是一种无线能量传输系统中的磁场跟踪伺服机构控制系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 基于电磁感应原理的无线能量传导,其传输能力主要是由拾取线圈与磁场的感应耦合面的有效面积(即感应线圈面与磁力线的等效垂直面)决定,由于磁场的空间传播特性以及强衰变特征,致使感应线圈与磁场的相对空间距离和方位受到非常严格的限制,特别是当拾取线圈的感应面和磁力线法平面出现较大的角度偏差时,感应耦合效率会大大降低,使得能量感应和传输效率受到非常大的影响。因此基于电磁感应耦合技术的感应电能传输系统对于能量拾取机构与能量发射磁场源的相对位置关系有着严格的限制,这就要求受电设备必须与源磁场保持一种紧密的空间关系。

[0003] 目前的无线能量传输系统其拾取机构接入磁场的方式一般来说分为两种:一种是点对点拾取方式(通常叫做可分离变压器),中国发明专利 200640424129.9 公开的一种感应耦合式无线电能传输装置便是采用这种方式,该方式主要针对受电设备的定点供电,设备的位置比较固定;第二种是基于固定电流导轨的贴近可滑动方式,该方式主要针对具有固定移动轨迹的移动供电,供电设备必须处在固定的移动轨迹上才能正常供电。

[0004] 现有技术的缺点是:拾取机构的空间位置与方位相对固定,其拾取机构或者受电设备的移动灵活性差。提升无线电能传输系统拾取机构的空间方位的灵活性且又能保证最大能量拾取与传输,是无线电能传输系统研究的一个重要课题。关于提升拾取机构的多自由度拾取能力方面的研究,目前尚未见有报道。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提出一种用于非接触式能量传输系统的磁场跟踪伺服机构控制系统及其控制方法,具有磁场跟踪能力,既要保证次级能量拾取机构在磁场空间拾取能量时控制的灵活性,又要实现最大能量拾取与传输。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供了一种磁场跟踪伺服机构控制系统,包括磁场跟踪伺服机构、能量转换电路以及负载电路,其关键在于:所述磁场跟踪伺服机构中设置有拾取线圈、第一电机以及第二电机,所述拾取线圈的输出端与所述能量转换电路的输入端连接,该能量转换电路的输出端为所述负载电路供电,在所述能量转换电路上还连接有检测电路,该检测电路的输出端连接有控制器,该控制器的第一输出端连接所述第一电机,该控制器的第二输出端连接所述第二电机,所述控制器根据所述检测电路的检测结果控制所述第一电机和第二电机的转动角度从而实现所述拾取线圈的最大能量获取。

[0007] 磁场跟踪伺服机构中的拾取线圈获取的能量经过能量转换电路进行转换,从而为负载电路供电,在能量转换电路上连接检测电路来检测拾取线圈获取能量的具体情况,检测电路将检测的结果反馈到控制器中,控制器根据检测结果的动态变化情况来控制第一电

机和第二电机的转动角度,从而实现所述拾取线圈的最大能量获取。

[0008] 为了通过第一电机和第二电机的转动来控制拾取线圈的方向,在磁场跟踪伺服机构中设置有外圈和内圈,外圈和内圈均为非金属圆环,其中外圈固套在所述第一电机的转轴上,该第一电机转轴的中心线和外圈的圆心连接形成直线AB,在外圈的圈壁上固定所述第二电机的机身,该第二电机的转轴朝向所述外圈的圆心,所述第二电机转轴的中心线和外圈的圆心连接形成直线CD,所述直线AB与直线CD相互垂直,在所述第二电机的转轴上固套所述内圈,在该内圈的内壁上绕制所述拾取线圈,所述第一电机带动所述外圈沿直线AB转动,所述第二电机带动所述内圈沿直线CD转动,从而实现所述拾取线圈在三维空间内自由旋转。根据拾取线圈方向改变所反馈回来的能量拾取情况可以判定出拾取线圈在何时可以获得最大功率传输,通过第一电机和第二电机的配合来调整拾取线圈的转动角度,最终实现拾取线圈最大的能量获取。

[0009] 所述控制器的具体控制方法如下:

第1步:所述控制器通过所述第二输出端输出第一控制信号 β 到第二电机,所述第一控制信号 β 用于控制所述第二电机带动所述内圈旋转,旋转角度为 β ;

第2步:所述控制器通过所述检测电路判断能量转换电路中获取的能量是否处于极大功率点;

如果所述能量转换电路中获取的能量不处于极大功率点,所述控制器则返回第1步继续调节第二电机;

如果能量转换电路中获取的能量处于极大功率点,所述控制器则进入第3步调节第一电机;

第3步:当调节第二电机使得能量转换电路中获取的能量处于极大功率点时,所述控制器通过所述检测电路再判断能量转换电路中获取的能量是否处于最大功率点;

如果能量转换电路中获取的能量不处于最大功率点,所述控制器则通过第一输出端口输出第二控制信号 α 到第一电机,所述第二控制信号 α 用于控制所述第一电机带动所述外圈旋转,旋转角度为 α ;

当第一电机转动 α 之后,所述控制器返回第1步继续调节第二电机;

如果能量转换电路中获取的能量处于最大功率点,所述控制器则结束对第一电机和第二电机的控制。

[0010] 控制器通过判断检测电路的检测结果来控制第一电机和第二电机的转动,具体的控制方式通过控制器内部软件编程实现。首先控制器控制第二电机按照固定转角 β 逐步旋转,该第二电机带动内圈及其内圈上绕制的拾取线圈转动,通过检测电路的检测结果从而找到拾取线圈拾取能量的极大功率点所处的位置;接着判断拾取线圈的朝向是否能够获取最大功率,如果不能获取最大功率,控制器则控制第一电机旋转,转动的角度为 α ,当第一电机转动 α 后,外圈和内圈以及内圈上绕制的拾取线圈的朝向都会发生改变,通过检测电路的结果再次调节第二电机,通过反复调节第一电机和第二电机,使得拾取线圈的朝向逐步向最大功率点所处的方向靠近,并最终调节到最大功率点所处的方向上。

[0011] 本发明的显著效果是:磁场跟踪伺服机构中的拾取线圈可以在三维空间内自由旋

转，拾取机构的空间灵活性较高，通过能量检测来控制第一电机和第二电机的转动角度，使得拾取线圈最终保持在最大功率点所处的方向上，保证了无线能量传输系统中的最大能量拾取与传输，实现的结构简单，控制方便，成本也比较低廉，具有非常广泛的应用前景。

附图说明

- [0012] 图 1 是本发明的原理框图；
图 2 是图 1 中磁场跟踪伺服机构 1 的结构示意图；
图 3 是图 1 中控制器 5 的工作流程图；
图 4 是本发明具体实施例的结构示意图；
图 5 为三维空间直角坐标系。

具体实施方式

[0013] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。
[0014] 如图 1 所示，一种磁场跟踪伺服机构控制系统，包括磁场跟踪伺服机构 1、能量转换电路 2 以及负载电路 3，所述磁场跟踪伺服机构 1 中设置有拾取线圈 11、第一电机 12 以及第二电机 13，所述拾取线圈 11 的输出端与所述能量转换电路 2 的输入端连接，该能量转换电路 2 的输出端为所述负载电路 3 供电，在所述能量转换电路 2 上还连接有检测电路 4，该检测电路 4 的输出端连接有控制器 5，该控制器 5 的第一输出端连接所述第一电机 12，该控制器 5 的第二输出端连接所述第二电机 13，所述控制器 5 根据所述检测电路 4 的检测结果控制所述第一电机 12 和第二电机 13 的转动角度从而实现所述拾取线圈 11 的最大能量获取。

[0015] 如图 2 所示，所述磁场跟踪伺服机构 1 中还设置有外圈 14 和内圈 15，所述外圈 14 和内圈 15 均为非金属圆环，其中外圈 14 固套在所述第一电机 12 的转轴上，该第一电机 12 转轴的中心线和外圈 14 的圆心连接形成直线 AB，在外圈 14 的圈壁上固定所述第二电机 13 的机身，该第二电机 13 的转轴朝向所述外圈 14 的圆心，所述第二电机 13 转轴的中心线和外圈 14 的圆心连接形成直线 CD，所述直线 AB 与直线 CD 相互垂直，在所述第二电机 13 的转轴上固套所述内圈 15，在该内圈 15 的内壁上绕制所述拾取线圈 11，所述第一电机 12 带动所述外圈 14 沿直线 AB 转动，所述第二电机 13 带动所述内圈 15 沿直线 CD 转动，从而实现所述拾取线圈 11 在三维空间内自由旋转。

[0016] 为了固定外圈 14 和内圈 15，所述磁场跟踪伺服机构 1 中还设置了定位基座 16，该定位基座 16 上设置有一个圆弧形的支撑架，在该圆弧形支撑架的一端安装所述第一电机 12，在该圆弧形支撑架的另一端还设置有定位支柱 17，所述第一电机 12 的转轴与所述定位支柱 17 相对设置，均朝向所述转轴与定位支柱 17 连线的中心。所述外圈 14 与所述圆弧形的支撑架是同心圆，并且所述外圈 14 的外径小于圆弧形的支撑架的内径，外圈 14 固套在第一电机 12 的转轴和定位支柱 17 上，并且可以通过第一电机 12 带动外圈 14 沿直线 AB 旋转，而外圈 14 上的第二电机 13 则带动内圈 15 沿直线 CD 旋转。

[0017] 如图 3 所示，为了快速准确地确定拾取线圈 11 的位置和方向，所述控制器 5 按照以下步骤进行控制：

第 1 步：控制器 5 通过所述第二输出端输出第一控制信号 β 到第二电机 13，所述第一

控制信号 β 用于控制所述第二电机 13 带动所述内圈 15 旋转, 其旋转角度为 β ;

第 2 步 : 所述控制器 5 通过所述检测电路 4 判断所述能量转换电路 2 中获取的能量是否处于极大功率点 ;

如果所述能量转换电路 2 中获取的能量不处于极大功率点, 所述控制器 5 则返回第 1 步继续调节第二电机 13 ;

如果所述能量转换电路 2 中获取的能量处于极大功率点, 所述控制器 5 则进入第 3 步调节第一电机 12 ;

第 3 步 : 当调节第二电机 13 使得能量转换电路 2 中获取的能量处于极大功率点时, 所述控制器 5 通过所述检测电路 4 再判断能量转换电路 2 中获取的能量是否处于最大功率点 ;

如果能量转换电路 2 中获取的能量不处于最大功率点, 所述控制器 5 则通过所述第一输出端口输出第二控制信号 α 到第一电机 12, 所述第二控制信号 α 用于控制所述第一电机 12 带动所述外圈 14 旋转, 旋转角度为 α ;

当第一电机转动 α 之后, 所述控制器 5 返回第 1 步继续调节第二电机 13 ;

如果所述能量转换电路 2 中获取的能量处于最大功率点, 所述控制器 5 则结束对第一电机 12 和第二电机 13 的控制。

[0018] 所谓的极大功率点和最大功率点是指随着内圈 15 的角度增加, 转换电路(2)中获取的能量将呈现先增加后减小的规律, 中间的转折点即为极大功率点, 对应的角度即为系统的一个极大功率点的角度, 设转折点出现在第 m 步扫描上, 则对应的极大功率角为 $m\beta$;

因此扫描定位的过程应该是在外圈 14 每旋转一个 α 时, 我们都需要将内圈 15 的角度由零开始增大, 直到出现转折点为止, 记录下转折点的角度值(即当前外圈角度的极大功率点角度 $m\beta$), 然后复位内圈 15 的角度至零, 调整外圈 14 的角度, 之后重复内圈 15 的角度扫描程序, 寻找新的极大功率点 ; 随着外圈 15 的角度增大, 极大功率点对应的功率也会呈现先增加后减小的过程, 假设在第 n 步扫描外圈 15 的角度时出现中间转折点, 其对应的角度为 $n\alpha$ 及 $m\beta$ 则为最大功率点的位置。扫描过程在扫描出最大功率点位置时结束。当检测到负载波动或者参数变化等引起拾取功率变化超过设定阈值(如 $\pm 5\%$)时, 重新执行最大功率点扫描程序, 定位新的功率传输点。

[0019] 为了节省控制时间和降低控制难度, 我们将 α 和 β 的取值范围设置在 $2 \sim 8$ 度, 在这里优选 5 度, 既外圈 14 内圈 15 每一步转动角度为 5 度。

[0020] 下面以智能药丸为例对本发明的工作原理及具体应用做进一步描述 :

如图 4 所示, 在智能药丸中, 磁场跟踪伺服机构 1 通过定位基座 16 固定在智能药丸的一端, 智能药丸的另一端安装能量转换电路 2 和负载电路 3, 所述智能药丸中的负载电路 3 具有一定的医疗探测作用, 当患者吞食下该智能药丸后, 需要通过体外的医疗装置产生磁场来为体内的负载电路提供能量, 由于患者体内的药丸会自由的游动, 拾取线圈 11 的方向不能确定, 所以需要通过一个控制系统来控制磁场跟踪伺服机构 1 中的拾取线圈 11。

[0021] 如图 5 所示, 以三维直角坐标系 0-xyz 来表示磁场空间, 外圈 14 和内圈 15 的参考位置定义为 xoy 平面, 直线 AB 与 y 轴平行, 直线 CD 以 x 轴平行, 旋转的方向如图中箭头所示, 假设空间中有任意磁场 OE, 则磁场跟踪伺服机构 1 就要通过第一电机 12 和第二电机 13

来调整外圈 14 和内圈 15 的角度,使得内圈 15 上的拾取线圈 11 与磁场方向垂直,从而实现最大的能量拾取。

[0022] 本发明所提及的磁场跟踪伺服机构控制系统及其控制方法是通过检测能量转换电路 2 中获取能量的变化情况来确定出拾取线圈 11 的最大能量获取点,通过所述检测电路 4 检测拾取线圈 11 所拾取的能量大小,并将检测的结果反馈到控制器 5 中,控制器 5 根据检测结果的动态变化情况来控制第一电机 12 和第二电机 13 的转动,通过第一电机 12 和第二电机 13 来带动外圈 14 和内圈 15 旋转,使得绕制在内圈 15 上的拾取线圈 11 能够在三维空间内自由旋转,根据拾取线圈 11 方向改变所反馈回来的能量拾取情况可以判定出拾取线圈 11 在何时可以获得最大功率传输,通过调整拾取线圈 11 的转动角度,最终实现拾取线圈 11 最大的能量获取,从而保证为所述负载电路 3 正常供电。

[0023] 尽管以上结构结合附图对本发明优选实施例进行了描述,但本发明不限于上述具体实施方式,上述具体实施方式仅仅是示意性的而不是限定性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不违背本发明宗旨及权利要求的前提下,可以作出多种类似的表示,比如更改内圈或外圈的形状,将其设置为矩形框,内圈也可以设置为圆形或方形的绕线板,还可以更改定位基座的结构或形状等等,这样的变换均落入本发明保护范围之内。

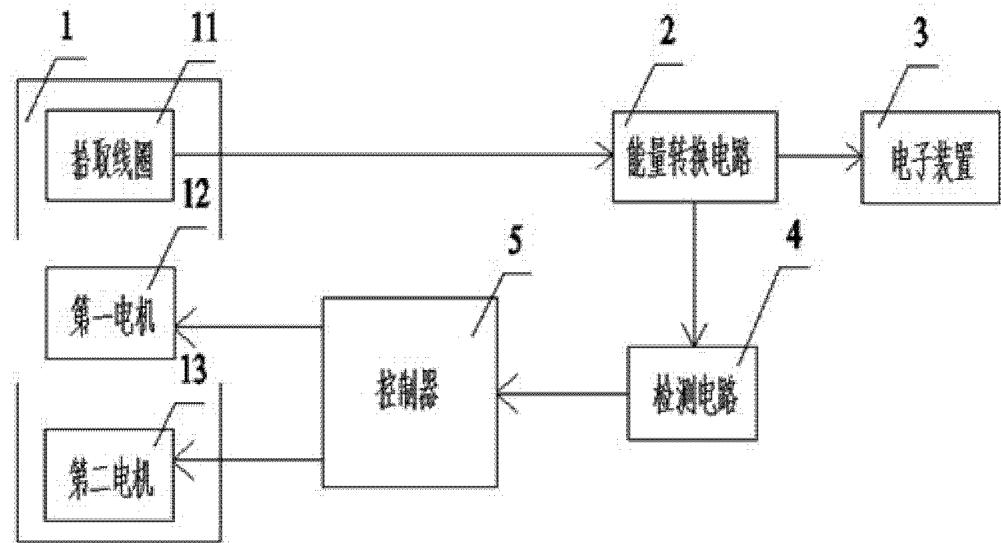


图 1

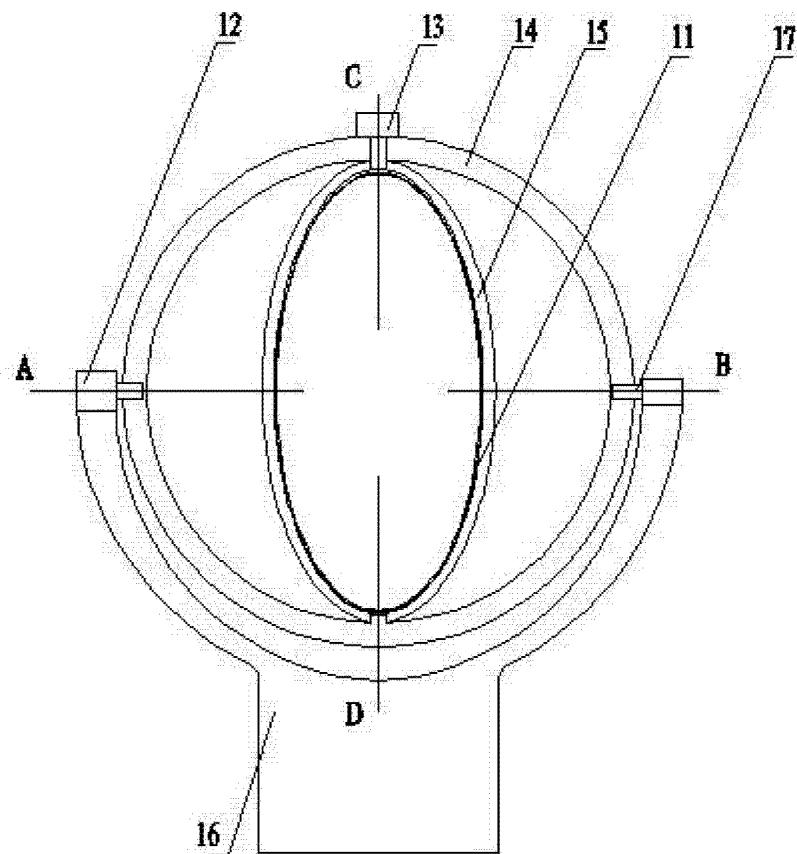


图 2

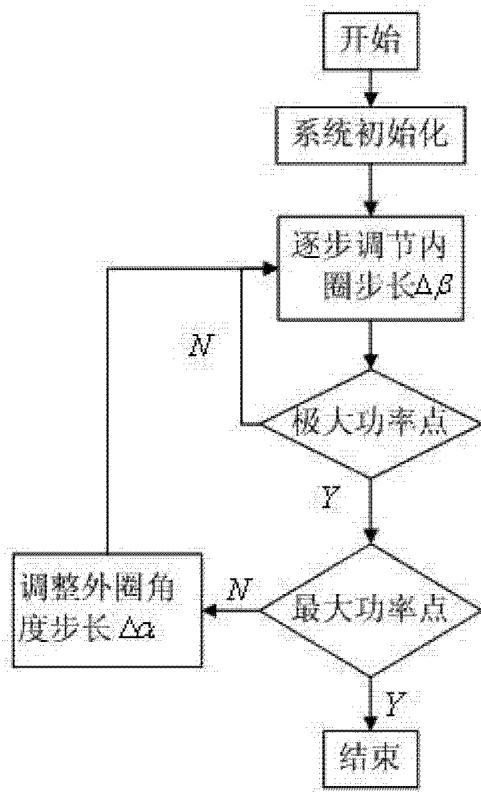


图 3

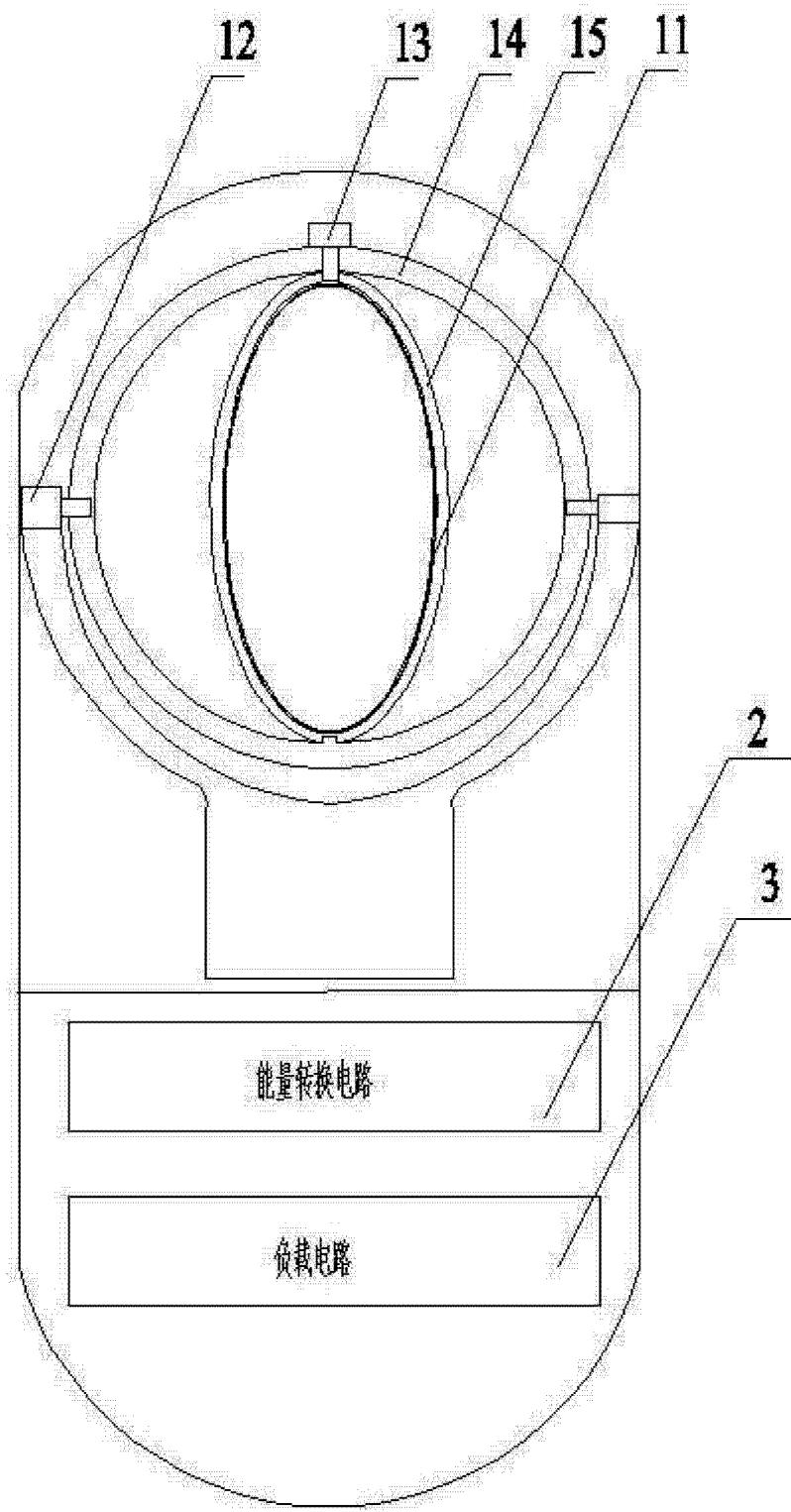


图 4

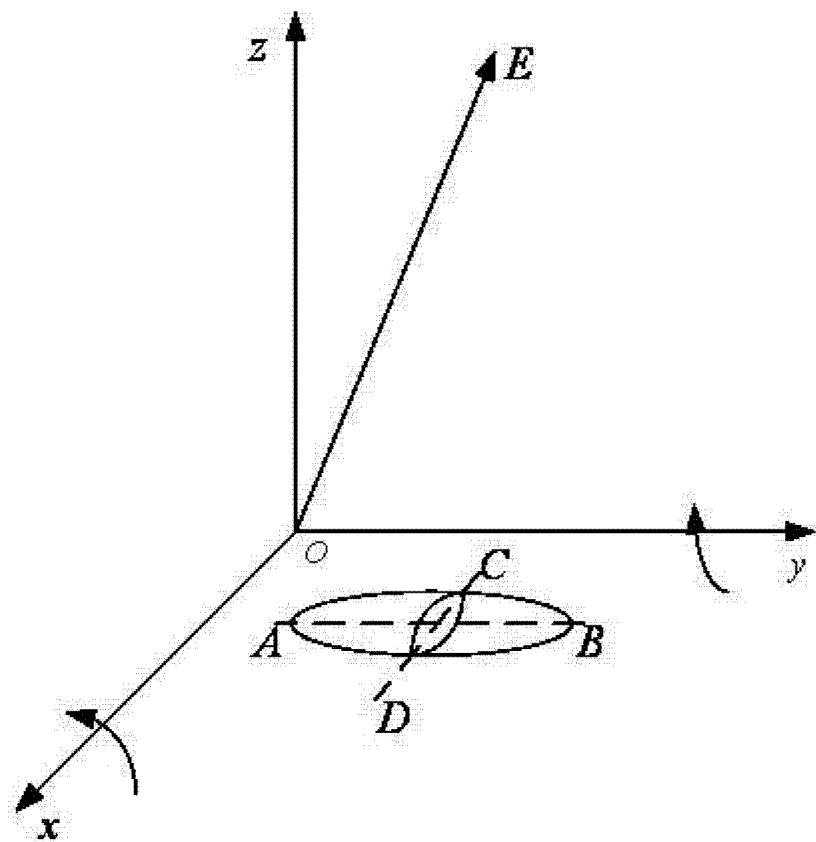


图 5