



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101902083 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 22

(21) 申请号 201010241995. 2

JP 特开 2009-81946 A, 2009. 04. 16,

(22) 申请日 2010. 07. 30

CN 101431258 A, 2009. 05. 13,

CN 201742174 U, 2011. 02. 09,

(73) 专利权人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街  
174 号

审查员 韩菲

(72) 发明人 孙跃 唐春森 戴欣 苏玉刚  
王智慧

(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)

(56) 对比文件

US 7271569 B2, 2007. 09. 18,

CN 1194444 A, 1998. 09. 30,

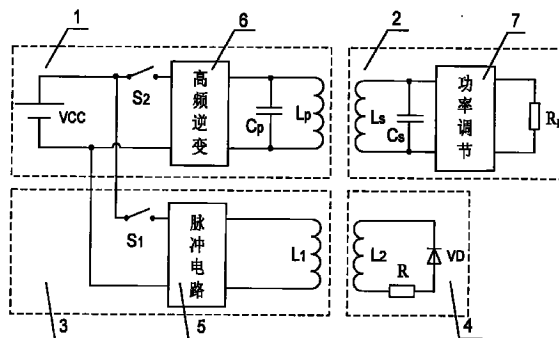
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

具有方位自整定功能的感应电能传输系统

(57) 摘要

本发明公开了一种具有方位自整定功能的感应电能传输系统,包括发射电路和拾取电路,发射电路由直流电源、高频逆变器、初级谐振电容以及激励线圈组成,拾取电路由拾取线圈、次级谐振电容、功率调节电路以及负载组成;其特征在于:还包括脉冲磁场发生电路和方位整定电路,脉冲磁场发生电路中设置有发射线圈,该发射线圈与激励线圈绕制在同一平面上,方位整定电路中设置有整定线圈,整定线圈与拾取线圈绕制在同一平面上。其显著效果是:系统具有磁力线方位自动跟踪定位功能,拾取机构的空间灵活性较高,保证了感应式电能传输系统中的最大能量拾取与传输,实现的电路原理简单,控制方便,成本也比较低廉,具有非常广泛的应用前景。



1. 一种具有方位自整定功能的感应电能传输系统,包括发射电路(1)和拾取电路(2),所述发射电路(1)由直流电源 $V_{cc}$ 、高频逆变器(6)、初级谐振电容( $C_p$ )以及激励线圈( $L_p$ )组成,所述拾取电路(2)由拾取线圈( $L_s$ )、次级谐振电容( $C_s$ )、功率调节电路(7)以及负载( $R_L$ )组成;

其特征在于:还包括脉冲磁场发生电路(3)和方位整定电路(4),所述脉冲磁场发生电路(3)中设置有发射线圈( $L_1$ ),该发射线圈( $L_1$ )与所述激励线圈( $L_p$ )绕制在同一平面上,所述方位整定电路(4)中设置有整定线圈( $L_2$ ),该整定线圈( $L_2$ )与所述拾取线圈( $L_s$ )绕制在同一平面上。

2. 根据权利要求1所述的具有方位自整定功能的感应电能传输系统,其特征在于:所述脉冲磁场发生电路(3)中设置有脉冲电路(5),该脉冲电路(5)的第一输入端串第一电源开关( $S_1$ )后与所述直流电源 $V_{cc}$ 的正极端连接,该直流电源 $V_{cc}$ 的负极端连接所述脉冲电路(5)的第二输入端,在所述脉冲电路(5)的两个输出端之间串接所述发射线圈( $L_1$ )。

3. 根据权利要求1所述的具有方位自整定功能的感应电能传输系统,其特征在于:所述整定线圈( $L_2$ )一端串接限流电阻( $R$ )后与整流二极管( $VD$ )的正极端连接,该整流二极管( $VD$ )的负极端连接在该整定线圈( $L_2$ )的另一端上。

4. 根据权利要求1所述的具有方位自整定功能的感应电能传输系统,其特征在于:所述直流电源 $V_{cc}$ 的正极经第二电源开关( $S_2$ )与所述高频逆变器(6)的第一输入端连接,该直流电源 $V_{cc}$ 的负极连接在高频逆变器(6)的第二输入端上,所述高频逆变器(6)的两个输出端之间连接所述初级谐振电容( $C_p$ ),在初级谐振电容( $C_p$ )的两端并接所述激励线圈( $L_p$ );

所述功率调节电路(7)的两个输入端之间连接所述次级谐振电容( $C_s$ ),该次级谐振电容( $C_s$ )两端并联所述拾取线圈( $L_s$ ),在功率调节电路(7)的两个输出端之间连接所述负载( $R_L$ )。

## 具有方位自整定功能的感应电能传输系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于电磁感应技术领域,具体地说,是一种具有方位自整定功能的感应电能传输系统。

### 背景技术

[0002] 基于电磁感应原理的能量传导,其传输效率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(IPT)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] 目前的感应电能传输系统其拾取机构接入磁场的方式一般来说分为两种:一种是对点对点拾取方式(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。提升感应耦合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,是感应耦合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具有方位自整定功能的感应电能传输系统,既要保证次级能量拾取机构在磁场空间拾取的灵活性,又要实现最大能量拾取与传输。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供了一种具有方位自整定功能的感应电能传输系统,包括发射电路和拾取电路,所述发射电路由直流电源  $V_{CC}$ 、高频逆变器、初级谐振电容以及激励线圈组成,所述拾取电路由拾取线圈、次级谐振电容、功率调节电路以及负载组成;

[0007] 其关键在于:还包括脉冲磁场发生电路和方位整定电路,所述脉冲磁场发生电路中设置有发射线圈,该发射线圈与所述激励线圈绕制在同一平面上,所述方位整定电路中设置有整定线圈,该整定线圈与所述拾取线圈绕制在同一平面上。

[0008] 在给负载供电之前,先通过脉冲磁场发生电路产生整定磁场  $B'$ ,通过整定线圈进行方位自整定。基于电磁感应和电磁力作用原理,所述整定线圈在整定磁场  $B'$  中可以感应出具有一定驱动方向的合成作用力,在此作用力下整定线圈将会绕着其中心轴转动,最终旋转到整定磁场的磁力线法线方向上。由于是在立体拾取机构的本体上增加辅助的整定线圈,该整定线圈与拾取线圈绕制在同一平面上,又因为发射线圈与激励线圈也绕制在同一

平面上,所以通过发射线圈产生的整定磁场  $B'$  与通过激励线圈产生的感应磁场  $B$  的磁力线具有相同的法线方向。通过方向自整定后,整定线圈平面位于整定磁场  $B'$  的磁力线法线方向上,所以拾取线圈平面也将位于感应磁场  $B$  的磁力线法线方向上,保证了拾取线圈与感应磁场的有效感应面积最大。

[0009] 所述脉冲磁场发生电路中设置有脉冲电路,该脉冲电路的第一输入端串第一电源开关后与直流电源  $V_{cc}$  的正极端连接,该直流电源  $V_{cc}$  的负极端连接所述脉冲电路的第二输入端,在所述脉冲电路的两个输出端之间串接所述发射线圈。

[0010] 所述整定磁场为直流脉动磁场发生电路产生的高频脉冲磁场,由于脉冲磁场发生电路中的发射线圈与发射电路中的激励线圈绕制在同一平面上,所以整定磁场的磁力线与激励线圈产生的感应磁场的磁力线具有相同的法线方向。

[0011] 所述整定线圈一端串接限流电阻后与整流二极管的正极端连接,该整流二极管的负极端连接在该整定线圈的另一端上。

[0012] 在整定线圈上串接限流电阻和整流二极管,使得整定线圈上的电流单向流通,以保证线圈上产生的电磁力始终在同一个方向,从而促使线圈绕同一个方向旋转,最终调整到线圈平面与磁力线法线方向一致的平衡位置。

[0013] 所述直流电源  $V_{cc}$  的正极经第二电源开关与所述高频逆变器的第一输入端连接,该直流电源  $V_{cc}$  的负极连接在高频逆变器的第二输入端上,所述高频逆变器的两个输出端之间连接所述初级谐振电容,在初级谐振电容的两端并接所述激励线圈;

[0014] 所述功率调节电路的两个输入端之间连接所述次级谐振电容,该次级谐振电容两端并联所述拾取线圈,在功率调节电路的两个输出端之间连接所述负载。

[0015] 发射电路和拾取电路为传统的感应能量传输系统的电路结构,技术比较成熟。直流电源经过高频逆变器转化为高频交变电流,交变电流经过初级谐振电容和激励线圈组成的并联谐振回路后变化为高频谐振电流,该高频谐振电流通过激励线圈时则可在激励线圈的平面上生成高频交变的感应磁场,激励线圈与拾取线圈之间磁场耦合,在拾取线圈上产生感应电动势,通过功率调节电路即可为负载提供能量。

[0016] 系统中所述的脉冲磁场发生电路与发射电路使用同一个直流电源  $V_{cc}$ ,降低设备成本,也可以采用两个单独的电源为系统供电。系统运行时,先开通第一电源开关,关断第二电源开关,脉冲磁场发生电路开始工作,发射线圈产生高频脉动磁场,整定线圈将带动拾取线圈偏转,使得拾取线圈平面与激励线圈平面平行,即拾取线圈平面与感应磁场磁力线垂直;接着关断第一电源开关,开通第二电源开关,发射电路开始工作,激励线圈产生高频感应磁场,拾取线圈产生感应电动势,为负载提供了能量,实现了感应式电能传输。

[0017] 本发明的显著效果是:系统具有磁力线方位自动跟踪定位功能,拾取机构的空间灵活性较高,保证了感应式电能传输系统中的最大能量拾取与传输,实现的电路原理简单,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

[0018] 图 1 是本发明的电路原理图;

[0019] 图 2 是本发明的工作原理示意图;

[0020] 图 3 是整定线圈受力分析图。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0022] 如图 1 所示,一种具有方位自整定功能的感应电能传输系统,包括发射电路 1、拾取电路 2、脉冲磁场发生电路 3 和方位整定电路 4,所述发射电路 1 由直流电源  $V_{cc}$ 、高频逆变器 6、初级谐振电容  $C_p$  以及激励线圈  $L_p$  组成,所述拾取电路 2 由拾取线圈  $L_s$ 、次级谐振电容  $C_s$ 、功率调节电路 7 以及负载  $R_L$  组成。所述激励线圈  $L_p$  产生感应磁场  $B$ ,在拾取线圈  $L_s$  上生成感应电动势,实现发射电路 1 向拾取电路 2 的感应电能传输。

[0023] 所述脉冲磁场发生电路 3 中设置有发射线圈  $L_1$ ,该发射线圈  $L_1$  与所述激励线圈  $L_p$  绕制在同一平面上,所述方位整定电路 4 中设置有整定线圈  $L_2$ ,该整定线圈  $L_2$  与所述拾取线圈  $L_s$  绕制在同一平面上。

[0024] 如图 2,3 所示,所述脉冲磁场发生电路 3 生成整定磁场  $B'$ ,该整定磁场  $B'$  的磁力线方向与所述激励线圈  $L_p$  生成的感应磁场  $B$  的方向相同。通过安培定理分析发现,整定线圈  $L_2$  在整定磁场  $B'$  中可以产生电磁力  $F_{ad}$  和  $F_{bc}$ ,受力分析可得,如果整定线圈  $L_2$  的平面不在整定磁场  $B'$  磁力线的法线方向上,则整定线圈  $L_2$  上的电磁力合成后可以促使线圈绕中心转轴旋转,只有当整定线圈  $L_2$  的平面与整定磁场  $B'$  的磁力线垂直时,整定线圈  $L_2$  才能受力平衡。由于是在立体拾取机构的本体上增加辅助的整定线圈  $L_2$ ,且整定线圈  $L_2$  与所述拾取线圈  $L_s$  绕制在同一平面上,所以当整定线圈  $L_2$  受力平衡时,所述拾取线圈  $L_s$  平面也将同感应磁场  $B$  的磁力线垂直,使得拾取线圈  $L_s$  的有效感应面积最大,保证了最大的能量拾取和传输。

[0025] 在具体实施过程中,所述直流电源  $V_{cc}$  的正极经第二电源开关  $S_2$  与所述高频逆变器 6 的第一输入端连接,该直流电源  $V_{cc}$  的负极连接在高频逆变器 6 的第二输入端上,所述高频逆变器 6 的两个输出端之间连接所述初级谐振电容  $C_p$ ,在初级谐振电容  $C_p$  的两端并接所述激励线圈  $L_p$ ;

[0026] 所述功率调节电路 7 的两个输入端之间连接所述次级谐振电容  $C_s$ ,该次级谐振电容  $C_s$  两端并联所述拾取线圈  $L_s$ ,在功率调节电路 7 的两个输出端之间连接所述负载  $R_L$ 。

[0027] 所述脉冲磁场发生电路 3 中设置有脉冲电路 5,该脉冲电路 5 的第一输入端串第一电源开关  $S_1$  后与所述直流电源  $V_{cc}$  的正极端连接,该直流电源  $V_{cc}$  的负极端连接所述脉冲电路 5 的第二输入端,在所述脉冲电路 5 的两个输出端之间串接所述发射线圈  $L_1$ 。

[0028] 所述整定线圈  $L_2$  一端串接限流电阻  $R$  后与整流二极管  $VD$  的正极端连接,该整流二极管  $VD$  的负极端连接在该整定线圈  $L_2$  的另一端上。

[0029] 所述脉冲电路 5、高频逆变器 6 以及功率调节电路 7 均是本技术领域内的成熟技术,相关技术人员均可实施,在此不再累述。

[0030] 本发明的工作原理是:

[0031] 由第一电源开关  $S_1$  和第二电源开关  $S_2$  控制脉冲电路 5 和高频逆变器 6 的工作时序。在具体实施例中,先开通第一电源开关  $S_1$ ,关断第二电源开关  $S_2$ ,脉冲电路 5 开始工作,发射线圈  $L_1$  产生高频脉冲磁场,整定线圈  $L_2$  处于该高频脉冲磁场中,线圈上产生的电磁力将带动拾取线圈  $L_s$  一起偏转,通过受力分析可知,整定线圈  $L_2$  平面与整定磁场  $B'$  磁力线垂直时线圈上的受力才达到平衡,即拾取线圈  $L_s$  平面稳定在感应磁场  $B$  的磁力线法线方向

上。

[0032] 方位整定完成后,再开通第二电源开关 S2,关断第一电源开关 S1,高频逆变器 6 开始工作,激励线圈  $L_p$  产生感应磁场 B,由于拾取线圈  $L_s$  稳定在感应磁场 B 的磁力线法线方向上,使得拾取线圈  $L_s$  的有效感应面积最大,最终保证了最大的能量拾取和传输。

[0033] 尽管以上电路结构结合附图对本发明优选实施例进行了描述,但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,比如更改线圈的数量,将发射线圈 L1 和激励线圈  $L_p$  用同一个线圈实现,或者将拾取线圈  $L_s$  和整定线圈 L2 用同一个线圈实现,虽然线圈的设计较难,但是这样的变换均落入本发明保护范围之内。

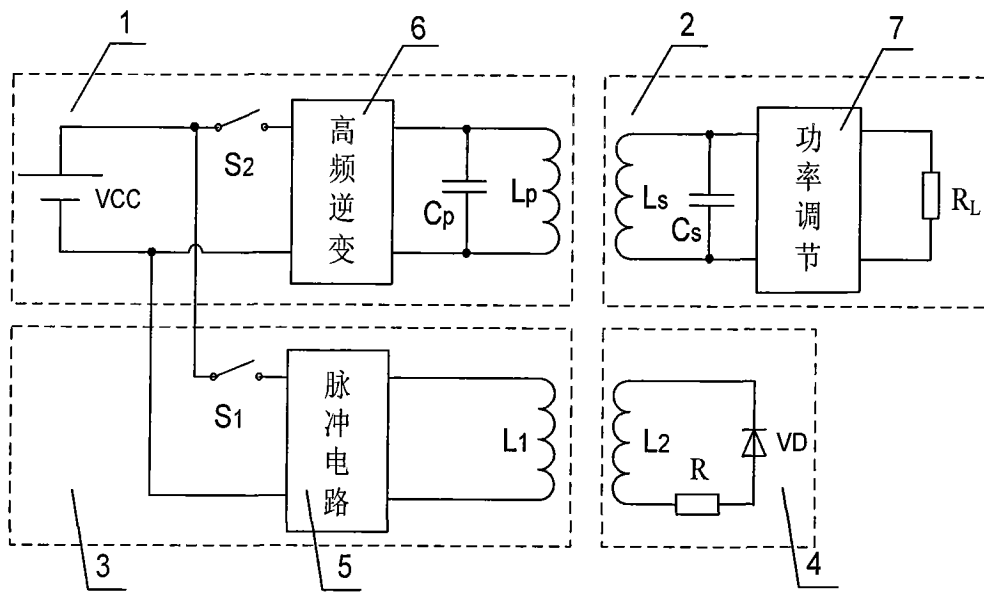


图 1

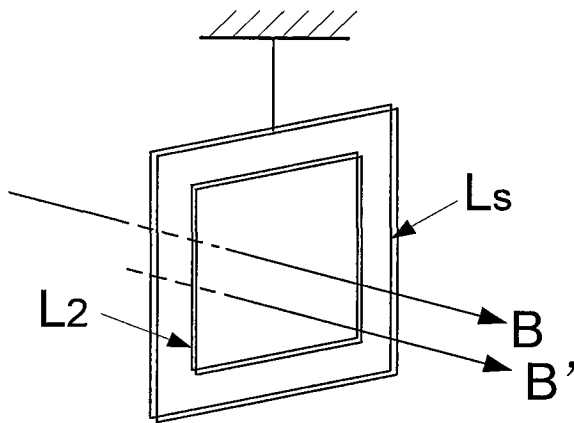


图 2

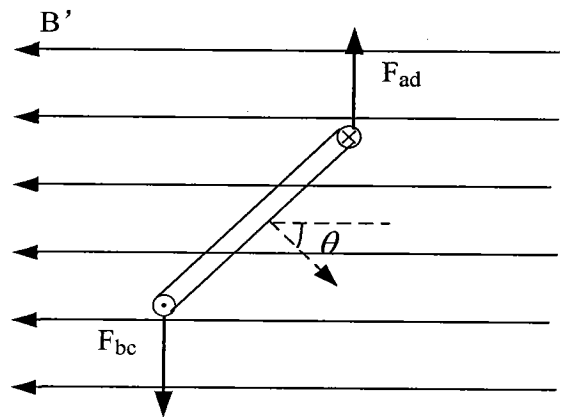


图 3