



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108512317 B

(45)授权公告日 2020.08.07

(21)申请号 201810291851.4

(22)申请日 2018.04.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108512317 A

(43)申请公布日 2018.09.07

(73)专利权人 北京邮电大学
地址 100876 北京市海淀区西土城路10号

(72)发明人 李莉 黄禹铭 林鸿高

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事
务所(普通合伙) 11413

代理人 马敬 项京

(51)Int.Cl.
H02J 50/40(2016.01)

(56)对比文件

CN 104573345 A,2015.04.29

CN 103414261 A,2013.11.27

CN 105958668 A,2016.09.21

CN 106080233 A,2016.11.09

US 2012169133 A1,2012.07.05

审查员 卢娟

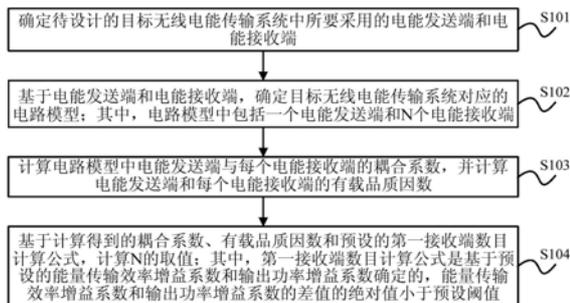
权利要求书5页 说明书15页 附图2页

(54)发明名称

确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法及装置

(57)摘要

本发明实施例提供了一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法及装置,方法包括:确定待设计的目标无线电能传输系统中所要采用的电能发送端和电能接收端;基于电能发送端和电能接收端,确定目标无线电能传输系统对应的电路模型;计算电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数,并计算电能发送端和每个电能接收端的有载品质因数;基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算N的取值。应用本发明实施例确定无线电能传输系统中电能接收端数目,可以提高该无线电能传输系统的电能传输性能。



1. 一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法,其特征在于,包括:
确定待设计的目标无线电能传输系统中所要采用的电能发送端和电能接收端;
基于所述电能发送端和所述电能接收端,确定所述目标无线电能传输系统对应的电路模型;其中,所述电路模型中包括一个电能发送端和N个电能接收端;

计算所述电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数,并计算所述电能发送端和每个电能接收端的有载品质因数;

基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算所述N的取值;其中,所述第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的,所述能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值;

所述第一接收端数目计算公式为:

$$N = \frac{\lambda}{2\mu k^2 Q Q_s}$$

其中,所述N为所述目标无线电能传输系统中电能接收端的数目;所述 λ 为预设的能量传输效率增益系数;所述 μ 为预设的输出功率增益系数;所述k为基于所述目标无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数;所述Q为基于所述目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数;所述 Q_s 为所述目标无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数;

其中,获得所述第一接收端数目计算公式的步骤,包括:计算预设无线电能传输系统中每个电能接收端的输出功率,并计算所述预设无线电能传输系统的能量传输效率;其中,所述预设无线电能传输系统中包括X个相同的电能接收端;

计算当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,所述预设无线电能传输系统的能量传输效率增益;

计算当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,所述预设无线电能传输系统中电能接收端的输出功率增益;

基于所述能量传输效率增益、所述输出功率增益、所述能量传输效率增益系数和输出功率增益系数,生成能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式;

基于所述能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式,获得计算所述X能取到的最大值的中间计算公式;基于所述中间计算公式,转换得到所述第一接收端数目计算公式;

其中,所述能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式为:

$$\left\{ \begin{array}{l} G = \lambda G_{\eta} + \mu G_P \\ G_{\eta} = 10 \lg \left(\frac{\eta_{X-load}}{\eta_{1-load}} \right) \\ G_P = 10 \lg \left(\frac{P_{X-load}}{P_{1-load}} \right) \\ \eta_{X-load} = \frac{Xk'^2 Q' Q_s'}{1 + Xk'^2 Q' Q_s'} \\ P_{X-load} = \frac{k'^2 Q'}{(1 + Xk'^2 Q' Q_s')^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 \end{array} \right.$$

其中,所述G为能量传输效率-输出功率联合增益系数;所述 G_{η} 为所述能量传输效率增益;所述 G_P 为所述输出功率增益;所述 η_{X-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,所述预设无线电能传输系统的能量传输效率;所述 η_{1-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,所述预设无线电能传输系统的能量传输效率;所述 P_{X-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,所述预设无线电能传输系统中第X个电能接收端的输出功率;所述 P_{1-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,所述预设无线电能传输系统中该电能接收端的输出功率;所述 k' 为基于所述预设无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数;所述 Q' 为基于所述预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数;所述 Q_s' 为所述预设无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数;所述 v_s' 为所述预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算所述N的取值的步骤之后,所述方法还包括:

基于计算得到的N值,判断所述N个电能接收端中每一个电能接收端的输出功率是否小于相应电能接收端的最低输出功率;

若存在接收端的输出功率小于相应电能接收端的最低输出功率,利用预设的第二接收端数目计算公式的计算值更新所述计算得到的N值;

其中,所述第二接收端数目计算公式为:

$$N = \frac{V_s^2}{4R_s P_{th}}$$

其中,所述N为所述目标无线电能传输系统中电能接收端的数目;所述 R_s 为所述目标无线电能传输系统中电能发送端的电阻值;所述 V_s 为所述目标无线电能传输系统中电能发送端的输入电压;所述 P_{th} 为当所述目标无线电能传输系统中存在N个电能接收端时,使所述N个电能接收端中每个电能接收端能正常工作的最小输出功率。

3. 一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的装置,其特征在于,包括:

第一确定单元,用于确定待设计的目标无线电能传输系统中所要采用的电能发送端和

电能接收端；

第二确定单元，用于基于所述电能发送端和所述电能接收端，确定所述目标无线电能传输系统对应的电路模型；其中，所述电路模型中包括一个电能发送端和N个电能接收端；

第一计算单元，用于计算所述电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数，并计算所述电能发送端和每个电能接收端的有载品质因数；

第二计算单元，用于基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式，计算所述N的取值；其中，所述第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的，所述能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值；

所述第一接收端数目计算公式为：

$$N = \frac{\lambda}{2\mu k^2 Q Q_s}$$

其中，所述N为所述目标无线电能传输系统中电能接收端的数目；所述 λ 为预设的能量传输效率增益系数；所述 μ 为预设的输出功率增益系数；所述k为基于所述目标无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数；所述Q为基于所述目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数；所述 Q_s 为所述目标无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数；

其中，获得所述第一接收端数目计算公式的步骤，包括：计算预设无线电能传输系统中每个电能接收端的输出功率，并计算所述预设无线电能传输系统的能量传输效率；其中，所述预设无线电能传输系统中包括X个相同的电能接收端；

计算当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时，相对于当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时，所述预设无线电能传输系统的能量传输效率增益；

计算当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时，相对于当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时，所述预设无线电能传输系统中电能接收端的输出功率增益；

基于所述能量传输效率增益、所述输出功率增益、所述能量传输效率增益系数和输出功率增益系数，生成能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式；

基于所述能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式，获得计算所述X能取到的最大值的中间计算公式；基于所述中间计算公式，转换得到所述第一接收端数目计算公式；

其中，所述能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式为：

$$\left\{ \begin{array}{l} G = \lambda G_{\eta} + \mu G_P \\ G_{\eta} = 10 \lg \left(\frac{\eta_{X-load}}{\eta_{1-load}} \right) \\ G_P = 10 \lg \left(\frac{P_{X-load}}{P_{1-load}} \right) \\ \eta_{X-load} = \frac{Xk'^2 Q' Q_s'}{1 + Xk'^2 Q' Q_s'} \\ P_{X-load} = \frac{k'^2 Q'}{(1 + Xk'^2 Q' Q_s')^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 \end{array} \right.$$

其中,所述G为能量传输效率-输出功率联合增益系数;所述 G_{η} 为所述能量传输效率增益;所述 G_P 为所述输出功率增益;所述 η_{X-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,所述预设无线电能传输系统的能量传输效率;所述 η_{1-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,所述预设无线电能传输系统的能量传输效率;所述 P_{X-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,所述预设无线电能传输系统中第X个电能接收端的输出功率;所述 P_{1-load} 为当所述预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,所述预设无线电能传输系统中该电能接收端的输出功率;所述 k' 为基于所述预设无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数;所述 Q' 为基于所述预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数;所述 Q_s' 为所述预设无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数;所述 v_s' 为所述预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

判断单元,用于在基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算所述N的取值之后,基于计算得到的N值,判断所述N个电能接收端中每一个电能接收端的输出功率是否小于相应电能接收端的最低输出功率;

更新单元,用于当所述判断单元判断存在接收端的输出功率小于相应电能接收端的最低输出功率时,利用预设的第二接收端数目计算公式的计算值更新所述计算得到的N值;

其中,所述第二接收端数目计算公式为:

$$N = \frac{V_s^2}{4R_s P_{th}}$$

其中,所述N为所述目标无线电能传输系统中电能接收端的数目;所述 R_s 为所述目标无线电能传输系统中电能发送端的电阻值;所述 V_s 为所述目标无线电能传输系统中电能发送端的输入电压;所述 P_{th} 为当所述目标无线电能传输系统中存在N个电能接收端时,使所述N个电能接收端中每个电能接收端能正常工作的最小输出功率。

5. 一种电子设备,其特征在于,包括处理器、通信接口、存储器和通信总线,其中,处理器,通信接口,存储器通过通信总线完成相互间的通信;

存储器,用于存放计算机程序;

处理器,用于执行存储器上所存放的程序时,实现权利要求1、2中任一所述的方法步骤。

6.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1、2中任一所述的方法步骤。

确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及能量传输技术领域,特别是涉及确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法及装置。

背景技术

[0002] 无线电能传输(wireless power transfer,WPT)系统中常常包含有一个电能发送端和多个电能接收端。电能发送端可以通过非电线、非接触的方法向该系统中的电能接收端同时传输电能,使得电能传输更灵活、更安全。

[0003] 发明人发现,当无线电能传输系统中电能接收端的数目越多时,该系统的能量传输效率越高,但是每个电能接收端所接收到的能量(即输出功率)越小。而目前在设计无线电能传输系统时,常常随意设定电能接收端的数目,该种设计方式无法平衡该系统的能量传输效率和每个电能接收端的输出功率。

发明内容

[0004] 本发明实施例的目的在于提供一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法及装置,以平衡无线电能传输系统的能量传输效率和该系统中每个电能接收端的输出功率,从而提高该系统的电能传输性能。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法,该方法可以包括:

[0006] 确定待设计的目标无线电能传输系统中所要采用的电能发送端和电能接收端;

[0007] 基于电能发送端和电能接收端,确定目标无线电能传输系统对应的电路模型;其中,电路模型中包括一个电能发送端和N个电能接收端;

[0008] 计算电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数,并计算电能发送端和每个电能接收端的有载品质因数;

[0009] 基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算N的取值;其中,第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的,能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。

[0010] 可选地,在基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算N的取值的步骤之后,方法还可以包括:

[0011] 基于计算得到的N值,判断N个电能接收端中每一个电能接收端的输出功率是否小于相应电能接收端的最低输出功率;

[0012] 若存在接收端的输出功率小于相应电能接收端的最低输出功率,利用预设的第二接收端数目计算公式的计算值更新计算得到的N值。

[0013] 可选地,第一接收端数目计算公式为:

$$[0014] \quad N = \frac{\lambda}{2\mu k^2 Q Q_s}$$

[0015] 其中,N为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目; λ 为预设的能量传输效率增益系数; μ 为预设的输出功率增益系数; k 为基于目标无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数; Q 为基于目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数; Q_s 为目标无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数。

[0016] 可选地,获得第一接收端数目计算公式的步骤,可以包括:

[0017] 计算预设无线电能传输系统中每个电能接收端的输出功率,并计算预设无线电能传输系统的能量传输效率;其中,预设无线电能传输系统中包括X个相同的电能接收端;

[0018] 计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率增益;

[0019] 计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统中电能接收端的输出功率增益;

[0020] 基于能量传输效率增益、输出功率增益、能量传输效率增益系数和输出功率增益系数,生成能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式;

[0021] 基于能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式,获得计算X能取到的最大值的中间计算公式;

[0022] 基于中间计算公式,转换得到第一接收端数目计算公式。

[0023] 可选地,能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式可以为:

$$[0024] \quad \begin{cases} G = \lambda G_\eta + \mu G_P \\ G_\eta = 10 \lg \left(\frac{\eta_{X-load}}{\eta_{1-load}} \right) \\ G_P = 10 \lg \left(\frac{P_{X-load}}{P_{1-load}} \right) \\ \eta_{X-load} = \frac{Xk'^2 Q' Q_s'}{1 + Xk'^2 Q' Q_s'} \\ P_{X-load} = \frac{k'^2 Q'}{(1 + Xk'^2 Q' Q_s')^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 \end{cases}$$

[0025] 其中,G为能量传输效率-输出功率联合增益系数; G_η 为能量传输效率增益; G_P 为输出功率增益; η_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率; η_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率; P_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统中第X个电能接收端的输出功率; P_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统中该电能接收端

的输出功率; k' 为基于预设无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数; Q' 为基于预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数; Q_s' 为预设无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数; v_s' 为预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压。

[0026] 可选地,第二接收端数目计算公式可以为:

$$[0027] \quad N = \frac{V_s^2}{4R_s P_{th}}$$

[0028] 其中, N 为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目; R_s 为目标无线电能传输系统中电能发送端的电阻值; V_s 为目标无线电能传输系统中电能发送端的输入电压; P_{th} 为当目标无线电能传输系统中存在 N 个电能接收端时,使 N 个电能接收端中每个电能接收端能正常工作的最小输出功率。

[0029] 第二方面,本发明实施例还提供了一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的装置,该装置可以包括:

[0030] 第一确定单元,用于确定待设计的目标无线电能传输系统中所要采用的电能发送端和电能接收端;

[0031] 第二确定单元,用于基于电能发送端和电能接收端,确定目标无线电能传输系统对应的电路模型;其中,电路模型中包括一个电能发送端和 N 个电能接收端;

[0032] 第一计算单元,用于计算电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数,并计算电能发送端和每个电能接收端的有载品质因数;

[0033] 第二计算单元,用于基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算 N 的取值;其中,第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的,能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。

[0034] 可选地,在本发明实施例中,该装置还可以包括:

[0035] 判断单元,用于在基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算 N 的取值之后,基于计算得到的 N 值,判断 N 个电能接收端中每一个电能接收端的输出功率是否小于相应电能接收端的最低输出功率;

[0036] 更新单元,用于当判断单元判断存在接收端的输出功率小于相应电能接收端的最低输出功率时,利用预设的第二接收端数目计算公式的计算值更新计算得到的 N 值。

[0037] 可选地,第一接收端数目计算公式可以为:

$$[0038] \quad N = \frac{\lambda}{2\mu k^2 Q Q_s}$$

[0039] 其中, N 为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目; λ 为预设的能量传输效率增益系数; μ 为预设的输出功率增益系数; k 为基于目标无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数; Q 为基于目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数; Q_s 为目标无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数。

[0040] 可选地,该装置还可以包括:获得单元;获得单元包括:

[0041] 第一计算子模块,用于计算预设无线电能传输系统中每个电能接收端的输出功率,并计算预设无线电能传输系统的能量传输效率;其中,预设无线电能传输系统中包括X个相同的电能接收端;

[0042] 第二计算子模块,用于计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率增益;

[0043] 第三计算子模块,用于计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统中电能接收端的输出功率增益;

[0044] 生成子模块,用于基于能量传输效率增益、输出功率增益、能量传输效率增益系数和输出功率增益系数,生成能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式;

[0045] 获得子模块,用于基于能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式,获得计算X能取到的最大值的中间计算公式;转换子模块,用于基于中间计算公式,转换得到第一接收端数目计算公式。

[0046] 可选地,能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式可以为:

$$[0047] \begin{cases} G = \lambda G_{\eta} + \mu G_P \\ G_{\eta} = 10 \lg \left(\frac{\eta_{X-load}}{\eta_{1-load}} \right) \\ G_P = 10 \lg \left(\frac{P_{X-load}}{P_{1-load}} \right) \\ \eta_{X-load} = \frac{Xk'^2 Q' Q_s'}{1 + Xk'^2 Q' Q_s'} \\ P_{X-load} = \frac{k'^2 Q'}{(1 + Xk'^2 Q' Q_s')^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 \end{cases}$$

[0048] 其中,G为能量传输效率-输出功率联合增益系数; G_{η} 为能量传输效率增益; G_P 为输出功率增益; η_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率; η_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率; P_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统中第X个电能接收端的输出功率; P_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统中该电能接收端的输出功率; k' 为基于预设无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数; Q' 为基于预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数; Q_s' 为预设无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数; v_s' 为预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压。

[0049] 可选地,在本发明实施例中,第二接收端数目计算公式可以为:

$$[0050] \quad N = \frac{V_s^2}{4R_s P_{th}}$$

[0051] 其中, N为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目; R_s 为目标无线电能传输系统中电能发送端的电阻值; V_s 为目标无线电能传输系统中电能发送端的输入电压; P_{th} 为当目标无线电能传输系统中存在N个电能接收端时, 使N个电能接收端中每个电能接收端能正常工作的最小输出功率。

[0052] 第三方面, 本发明实施例提供了一种电子设备, 包括处理器、通信接口、存储器和通信总线, 其中, 处理器, 通信接口, 存储器通过通信总线完成相互间的通信;

[0053] 存储器, 用于存放计算机程序;

[0054] 处理器, 用于执行存储器上所存放的程序时, 实现上述任一项确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法的方法步骤。

[0055] 第四方面, 本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 计算机可读存储介质内存储有计算机程序, 计算机程序被处理器执行时实现上述任一项确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法的方法步骤。

[0056] 在本发明实施例中, 可以先确定待设计的目标无线电能传输系统所要采用的电能发送端和电能接收端。然后, 利用确定的电能发送端和电能接收端, 构建该目标无线电能传输系统对应的、包括一个电能发送端和N个电能接收端的电路模型。之后, 计算该电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数和有载品质因数。然后, 可以基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式, 计算该电路模型中N个电能接收端的N的取值。其中, 由于第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的, 并且能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。因而, 利用通过第一接收端数目计算公式计算得到的电能接收端数目来设计目标无线电能传输系统, 可以平衡目标无线电能传输系统的能量传输效率和该系统中每个电能接收端的输出功率, 从而提高该系统的电能传输性能。

附图说明

[0057] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例, 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的附图。

[0058] 图1为本发明实施例提供的一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法流程图;

[0059] 图2为本发明实施例提供的一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的装置的结构示意图;

[0060] 图3为本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0061] 下面将结合本发明实施例中的附图, 对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述, 显然, 所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0062] 为了解决现有技术中存在的问题,本发明实施例提供了一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法、装置、电子设备和计算机可读存储介质。

[0063] 下面首先对本发明实施例提供的确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法进行说明。

[0064] 参见图1,本发明实施例提供的确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法可以包括如下步骤:

[0065] S101:确定待设计的目标无线电能传输系统中所要采用的电能发送端和电能接收端;

[0066] 其中,确定所要采用的电能发送端和电能接收端,也就确定了所要采用的电能发送端和电能接收端的线圈匝数、电感值、补偿电容值等参数。

[0067] 另外,所确定的电能接收端可以是多种类型的电能接收端,任意两种类型的电能接收端的参数不完全相同。当然,也可以只确定一种类型的电能接收端,这也是合理的。

[0068] S102:基于电能发送端和电能接收端,确定目标无线电能传输系统对应的电路模型;其中,电路模型中包括一个电能发送端和N个电能接收端;

[0069] 其中,在确定所要采用的电能发送端和电能接收端后,可以基于确定的电能发送端和电能接收端,确定待设计的目标无线电能传输系统对应的电路模型。其中,可以设置该电路模型中包括一个电能发送端和N个电能接收端, $N \geq 2$ 。

[0070] 当电路模型设定后,该电路模型中各个电能接收端与电能发送端的相对位置则确定了,即每个电能接收端与电能发送端的距离确定了。而且,该电路模型中电能接收端与电能发送端的参数也是确定的。

[0071] S103:计算电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数,并计算电能发送端和每个电能接收端的有载品质因数;

[0072] 其中,可以通过耦合系数计算公式,计算该电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数。

[0073] 耦合系数计算公式为: $k_{sj} = M_{sj} / \sqrt{L_s L_j}$;

[0074] 其中, k_{sj} 为目标无线电能传输系统中电能发送端与第j个电能接收端的线圈之间的耦合系数。 M_{sj} 为目标无线电能传输系统中电能发送端与第j个电能接收端的线圈之间的电感值。 L_s 为目标无线电能传输系统中电能发送端的线圈的电感值。 L_j 为目标无线电能传输系统中第j个电能接收端的线圈的电感值。

[0075] 另外,当电能发送端或电能接收端为RLC串联谐振电路时,可以利用谐振时的感抗或容抗除以串联电阻来计算相应电能发送端或电能接收端的有载品质因数。当电能发送端或电能接收端为RLC并联谐振电路时,可以利用并联电阻除以谐振时的感抗或容抗来计算相应电能发送端或电能接收端的有载品质因数。

[0076] S104:基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算N的取值;其中,第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的,能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小

于预设阈值。

[0077] 其中,在计算得到电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数后,在一种实现方式中,可以从得到的耦合系数中选出最大的耦合系数,作为该目标无线电能传输系统对应的等效耦合系数。在另一种实现方式中,可以对计算得到的耦合系数求和,再对和值取平均数。然后,将得到的耦合系数平均数作为该目标无线电能传输系统对应的等效耦合系数。

[0078] 在又一种实现方式中,还可以利用预设的等效耦合系数计算公式,计算等效耦合系数。其中,等效耦合系数计算公式可以为:

$$[0079] \quad k = \sqrt{\frac{k_{s1}^2 Q_1 + k_{s2}^2 Q_2 + \dots + k_{sn}^2 Q_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}}$$

[0080] 其中, Q_n 表示目标无线电能传输系统中第N个电能接收端的有载品质因数。 k_{sn} 为目标无线电能传输系统中电能发送端与第N个电能接收端的线圈之间的耦合系数。

[0081] 另外,在计算得到电路模型中电能发送端与每个电能接收端的有载品质因数后,在一种实现方式中,可以从电能接收端对应的有载品质因数中选出最大的有载品质因数,作为该基于目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数。在另一种实现方式中,可以对计算得到的电能接收端的有载品质因数求和,再对和值取平均数。然后,将得到的耦合系数平均数,作为该基于目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数。

[0082] 然后,可以将该目标无线电能传输系统对应的等效耦合系数、基于目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数和目标无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数,代入第一接收端数目计算公式,从而可以计算得到该标无线电能传输系统中最佳的电能接收端数目。

[0083] 其中,第一接收端数目计算公式可以为:

$$[0084] \quad N = \frac{\lambda}{2\mu k^2 Q Q_s}$$

[0085] 其中,N为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目; λ 为预设的能量传输效率增益系数; μ 为预设的输出功率增益系数;k为基于目标无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数;Q为基于目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数; Q_s 为目标无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数。

[0086] 其中,可以设定 $\lambda + \mu = 1$ 。并且,在计算过程中,可以设定 $\lambda = 1, \mu = 0$,此时只考虑目标无线电能传输系统的能量传输效率增益而不考虑输出功率增益。也可以设定 $\lambda = 0, \mu = 1$,此时只考虑标无线电能传输系统的输出功率增益而不考虑能量传输效率增益。当想要平衡能量传输效率增益和输出功率增益,即平衡能量传输效率和输出功率时,可以设定 $\lambda = \mu = 0.5$,或 λ 与 μ 的差值的绝对值小于一个较小的预设阈值,这都是合理的。

[0087] 在本发明实施例中,可以先确定待设计的目标无线电能传输系统所要采用的电能发送端和电能接收端。然后,利用确定的电能发送端和电能接收端,构建该目标无线电能传输系统对应的、包括一个电能发送端和N个电能接收端的电路模型。之后,计算该电路模型

中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数和有载品质因数。然后,可以基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算该电路模型中N个电能接收端的N的取值。其中,由于第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的,并且能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。因而,利用通过第一接收端数目计算公式计算得到的电能接收端数目来设计目标无线电能传输系统,可以平衡目标无线电能传输系统的能量传输效率和该系统中每个电能接收端的输出功率,从而提高该系统的电能传输性能。

[0088] 在计算得到N的取值之后,为了保证在目标无线电能传输系统中部署N个电能接收端时,这N个电能接收端中的每个电能接收端的输出功率能保证相应电能接收端正常工作。在计算N的取值之后,还可以执行如下操作:

[0089] 基于计算得到的N值,判断N个电能接收端中每一个电能接收端的输出功率是否小于相应电能接收端的最低输出功率;

[0090] 若存在接收端的输出功率小于相应电能接收端的最低输出功率,利用预设的第二接收端数目计算公式的计算值更新计算得到的N值。

[0091] 其中,一个电能接收端的最低输出功率是指:能满足该电能接收端正常工作的最低的输出功率。

[0092] 其中,第二接收端数目计算公式可以为:

$$[0093] \quad N = \frac{V_s^2}{4R_s P_{th}}$$

[0094] 其中,N为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目; R_s 为目标无线电能传输系统中电能发送端的电阻值; V_s 为目标无线电能传输系统中电能发送端的输入电压; P_{th} 为当目标无线电能传输系统中存在N个电能接收端时,使N个电能接收端中每个电能接收端能正常工作的最小输出功率。

[0095] 举例而言,利用第一接收端数目计算公式计算得到 $N=6$,并且,这6个电能接收端中不是每个电能接收端的输出功率都能保证相应电能接收端正常工作。此时,可以利用第二接收端数目计算公式重新计算得到 $N=4$,并利用 $N=4$ 来替换 $N=6$ 来实现对N值的更新。

[0096] 下面对获得第一接收端目标计算公式的方式进行说明。

[0097] 其中,获得第一接收端数目计算公式的步骤可以包括:

[0098] S201:计算预设无线电能传输系统中每个电能接收端的输出功率,并计算预设无线电能传输系统的能量传输效率;其中,预设无线电能传输系统中包括X个相同的电能接收端;

[0099] 其中,预设无线电能传输系统中包括一个电能发送端和X个相同的电能接收端。即X个电能接收端中任意两个电能接收端的线圈匝数、电感值、补偿电容值等参数完全相同, $X \geq 2$ 。

[0100] 另外,可以建立X个电能接收端时的归一化电流矩阵方程如下:

$$[0101] \quad \begin{bmatrix} r_s & jk_{s1} & jk_{s2} & \cdots & jk_{sx} \\ jk_{s1} & r_1 & 0 & \cdots & 0 \\ jk_{s2} & 0 & r_2 & 0 & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ jk_{sx} & 0 & 0 & \cdots & r_x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s \\ i_1 \\ i_2 \\ \cdots \\ i_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_s' \\ 0 \\ 0 \\ \cdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

[0102] 其中, v_s' 指预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压, 该

$$v_s' = \frac{V_s'}{\sqrt{\omega_0 L_s'}} \circ$$

[0103] V_s' 是指该电能发送端的输入电压; 该 ω_0 是指谐振频率; 该 L_s' 是指该电能发送端

的线圈的电感值。另外, i_j 指的是第 j 个电能接收端的归一化电流, 且 $i_j = \frac{I_j}{\sqrt{\omega_0 L_j'}}$ 。

[0104] I_j 是指第 j 个电能接收端的电流; 该 L_s' 是指第 j 个电能接收端的线圈的电感值。

[0105] 然后, 可以通过能量传输效率计算公式和上述归一化电流矩阵方程计算预设无线电能传输系统的能量传输效率:

$$[0106] \quad \eta_{X-load} = \frac{\sum_{i=1, \dots, X} |i_i|^2 r_i}{v_s' i_s} = \frac{Q_s' \sum_{i=0, 1, \dots, X} k_{si}'^2 Q_i'}{1 + Q_s' \sum_{i=0, 1, \dots, X} k_{si}'^2 Q_i'}$$

[0107] 由于 X 个电能接收端时完全相同的电能接收端, 因而可以将上述输出功率简化为:

$$[0108] \quad \begin{cases} \eta_{X-load} = \frac{k_e^2 Q_e Q_s'}{1 + k_e^2 Q_e Q_s'} = \frac{X k'^2 Q' Q_s'}{1 + X k'^2 Q' Q_s'} \\ k_e = \sqrt{\frac{k_{s1}^2 Q_1 + k_{s2}^2 Q_2 + \cdots + k_{sx}^2 Q_x}{Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_x}} \\ Q_e = Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_x \end{cases}$$

[0109] 其中, Q_x 是指预设无线电能传输系统中第 X 个电能接收端的有载品质因数。 k_{sx} 是指预设无线电能传输系统中电能发送端与第 X 个电能接收端的线圈之间的耦合系数。 k_e 和 k' 为基于预设无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数。 Q_e 为预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数之和, Q' 为基于预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数; Q_s' 为预设无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数。

[0110] 另外, 可以通过输出功率计算公式计算每个电能接收端的输出功率:

$$[0111] \quad P_j = \frac{k_{sj}^2 Q_j}{\left(1 + Q_s' \sum_{i=0, 1, \dots, X} k_{si}'^2 Q_i'\right)^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 = \frac{k'^2 Q'}{\left(1 + X k'^2 Q' Q_s'\right)^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2$$

[0112] 其中, P_j 是指预设无线电能传输系统中第 j 个电能接收端的输出功率, Q' 为基于预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定的有载品质因数; Q_s' 为预设无线

电能传输系统中电能发射端的有载品质因数; v_s' 为预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压。

[0113] S202: 计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时, 相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时, 预设无线电能传输系统的能量传输效率增益;

[0114] 预设无线电能传输系统的能量传输效率增益 G_η 为:

$$[0115] \begin{cases} G_\eta = 10 \lg \left(\frac{\eta_{X-load}}{\eta_{1-load}} \right) \\ \eta_{X-load} = \frac{Xk'^2 Q' Q_s'}{1 + Xk'^2 Q' Q_s'} \end{cases}$$

[0116] 其中, η_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时, 预设无线电能传输系统的能量传输效率; η_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时, 预设无线电能传输系统的能量传输效率。

[0117] S203: 计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时, 相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时, 预设无线电能传输系统中电能接收端的输出功率增益;

[0118] 预设无线电能传输系统中电能接收端的输出功率增益 G_P 为:

$$[0119] \begin{cases} G_P = 10 \lg \left(\frac{P_{X-load}}{P_{1-load}} \right) \\ P_{X-load} = \frac{k'^2 Q'}{(1 + Xk'^2 Q' Q_s')^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 \end{cases}$$

[0120] 其中, P_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时, 预设无线电能传输系统中第X个电能接收端的输出功率; P_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时, 预设无线电能传输系统中该电能接收端的输出功率。

[0121] S204: 基于能量传输效率增益、输出功率增益、能量传输效率增益系数和输出功率增益系数, 生成能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式;

[0122] 其中, 能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式可以为:

$$[0123] \begin{cases} G = \lambda G_\eta + \mu G_P \\ G_\eta = 10 \lg \left(\frac{\eta_{X-load}}{\eta_{1-load}} \right) \\ G_P = 10 \lg \left(\frac{P_{X-load}}{P_{1-load}} \right) \\ \eta_{X-load} = \frac{Xk'^2 Q' Q_s'}{1 + Xk'^2 Q' Q_s'} \\ P_{X-load} = \frac{k'^2 Q'}{(1 + Xk'^2 Q' Q_s')^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 \end{cases}$$

[0124] 其中,G为能量传输效率-输出功率联合增益系数; G_n 为能量传输效率增益; G_P 为输出功率增益; η_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率; η_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率; P_{X-load} 为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统中第X个电能接收端的输出功率; P_{1-load} 为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统中该电能接收端的输出功率; k' 为基于预设无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数; Q' 为预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数的和值; Q_s' 为预设无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数; v_s' 为预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压。

[0125] S205:基于能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式,获得计算X能取到的最大值的中间计算公式;

[0126] 其中,获得的中间计算公式可以为:

$$[0127] \quad X = \frac{\lambda}{2\mu k'^2 Q' Q_s'}$$

[0128] S206:基于中间计算公式,转换得到第一接收端数目计算公式。

[0129] 通过中间计算公式转换得到第一接收端数目计算公式为:

$$[0130] \quad N = \frac{\lambda}{2\mu k^2 Q Q_s}$$

[0131] 综上,应用本发明实施例,可以平衡无线电能传输系统的能量传输效率和该系统中每个电能接收端的输出功率,从而提高该系统的电能传输性能。

[0132] 相应于上述方法实施例,本发明实施例还提供了一种确定无线电能传输系统中电能接收端数目的装置,参见图2,该装置可以包括:

[0133] 第一确定单元201,用于确定待设计的目标无线电能传输系统中所要采用的电能发送端和电能接收端;

[0134] 第二确定单元202,用于基于电能发送端和电能接收端,确定目标无线电能传输系统对应的电路模型;其中,电路模型中包括一个电能发送端和N个电能接收端;

[0135] 第一计算单元203,用于计算电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数,并计算电能发送端和每个电能接收端的有载品质因数;

[0136] 第二计算单元204,用于基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算N的取值;其中,第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的;能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。

[0137] 应用本发明实施例提供的装置,可以先确定待设计的目标无线电能传输系统所要采用的电能发送端和电能接收端。然后,利用确定的电能发送端和电能接收端,构建该目标无线电能传输系统对应的、包括一个电能发送端和N个电能接收端的电路模型。之后,计算该电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数和有载品质因数。然后,可以基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算该电路模型中N个电能接收端的N的取值。其中,由于第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输

效率增益系数和输出功率增益系数确定的,并且能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。因而,利用通过第一接收端数目计算公式计算得到的电能接收端数目来设计目标无线电能传输系统,可以平衡目标无线电能传输系统的能量传输效率和该系统中每个电能接收端的输出功率,从而提高该系统的电能传输性能。

[0138] 可选地,在本发明实施例中,该装置还可以包括:

[0139] 判断单元,用于在基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算N的取值之后,基于计算得到的N值,判断N个电能接收端中每一个电能接收端的输出功率是否小于相应电能接收端的最低输出功率;

[0140] 更新单元,用于当判断单元判断存在接收端的输出功率小于相应电能接收端的最低输出功率时,利用预设的第二接收端数目计算公式的计算值更新计算得到的N值。

[0141] 可选地,第一接收端数目计算公式可以为:

$$[0142] \quad N = \frac{\lambda}{2\mu k^2 Q Q_s}$$

[0143] 其中,N为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目; λ 为预设的能量传输效率增益系数; μ 为预设的输出功率增益系数;k为基于目标无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数;Q为基于目标无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数; Q_s 为目标无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数。

[0144] 可选地,在本发明实施例中,该装置还可以包括:获得单元;

[0145] 获得单元包括:第一计算子模块、第二计算子模块、第三计算子模块、生成子模块、获得子模块和转换子模块;

[0146] 第一计算子模块,用于计算预设无线电能传输系统中每个电能接收端的输出功率,并计算预设无线电能传输系统的能量传输效率;其中,预设无线电能传输系统中包括X个相同的电能接收端;

[0147] 第二计算子模块,用于计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率增益;

[0148] 第三计算子模块,用于计算当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,相对于当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统中电能接收端的输出功率增益;

[0149] 生成子模块,用于基于能量传输效率增益、输出功率增益、能量传输效率增益系数和输出功率增益系数,生成能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式;

[0150] 获得子模块,用于基于能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式,获得计算X能取到的最大值的中间计算公式;

[0151] 转换子模块,用于基于中间计算公式,转换得到第一接收端数目计算公式。

[0152] 可选地,能量传输效率-输出功率联合增益系数计算公式可以为:

$$[0153] \quad \begin{cases} G = \lambda G_{\eta} + \mu G_P \\ G_{\eta} = 10 \lg \left(\frac{\eta_{X-load}}{\eta_{1-load}} \right) \\ G_P = 10 \lg \left(\frac{P_{X-load}}{P_{1-load}} \right) \\ \eta_{X-load} = \frac{Xk'^2 Q' Q_s'}{1 + Xk'^2 Q' Q_s'} \\ P_{X-load} = \frac{k'^2 Q'}{(1 + Xk'^2 Q' Q_s')^2} \cdot v_s'^2 Q_s'^2 \end{cases}$$

[0154] 其中,G为能量传输效率-输出功率联合增益系数;G_η为能量传输效率增益;G_P为输出功率增益;η_{X-load}为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率;η_{1-load}为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统的能量传输效率;P_{X-load}为当预设无线电能传输系统中存在X个相同的电能接收端时,预设无线电能传输系统中第X个电能接收端的输出功率;P_{1-load}为当预设无线电能传输系统中存在单个电能接收端时,预设无线电能传输系统中该电能接收端的输出功率;k'为基于预设无线电能传输系统中电能发送端与电能接收端的耦合系数计算得到的等效耦合系数;Q'为基于预设无线电能传输系统中电能接收端的有载品质因数确定得到的有载品质因数;Q_s'为预设无线电能传输系统中电能发射端的有载品质因数;v_s'为预设无线电能传输系统中电能发送端的归一化输入电压。

[0155] 可选地,在本发明实施例中,第二接收端数目计算公式可以为:

$$[0156] \quad N = \frac{V_s^2}{4R_s P_{th}}$$

[0157] 其中,N为目标无线电能传输系统中电能接收端的数目;R_s为目标无线电能传输系统中电能发送端的电阻值;V_s为目标无线电能传输系统中电能发送端的输入电压;P_{th}为当目标无线电能传输系统中存在N个电能接收端时,使N个电能接收端中每个电能接收端能正常工作的最小输出功率。

[0158] 相应于上述方法实施例,本发明实施例提供了一种电子设备,参见图3,该电子设备包括处理器301、通信接口302、存储器303和通信总线304,其中,处理器301,通信接口302,存储器303通过通信总线304完成相互间的通信;

[0159] 存储器303,用于存放计算机程序;

[0160] 处理器301,用于执行存储器303上所存放的程序时,实现上述任一项确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法的方法步骤。

[0161] 在本发明实施例中,电子设备可以先确定待设计的目标无线电能传输系统所要采用的电能发送端和电能接收端。然后,利用确定的电能发送端和电能接收端,构建该目标无线电能传输系统对应的、包括一个电能发送端和N个电能接收端的电路模型。之后,计算该电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数和有载品质因数。然后,可以基于计

算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算该电路模型中N个电能接收端的N的取值。其中,由于第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的,并且能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。因而,利用通过第一接收端数目计算公式计算得到的电能接收端数目来设计目标无线电能传输系统,可以平衡目标无线电能传输系统的能量传输效率和该系统中每个电能接收端的输出功率,从而提高该系统的电能传输性能。

[0162] 相应于上述方法实施例,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质内存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现上述任一项确定无线电能传输系统中电能接收端数目的方法的方法步骤。

[0163] 本发明实施例提供的计算机可读存储介质中存储的计算机程序被电子设备的处理器执行后,电子设备可以先确定待设计的目标无线电能传输系统所要采用的电能发送端和电能接收端。然后,利用确定的电能发送端和电能接收端,构建该目标无线电能传输系统对应的、包括一个电能发送端和N个电能接收端的电路模型。之后,计算该电路模型中电能发送端与每个电能接收端的耦合系数和有载品质因数。然后,可以基于计算得到的耦合系数、有载品质因数和预设的第一接收端数目计算公式,计算该电路模型中N个电能接收端的N的取值。其中,由于第一接收端数目计算公式是基于预设的能量传输效率增益系数和输出功率增益系数确定的,并且能量传输效率增益系数和输出功率增益系数的差值的绝对值小于预设阈值。因而,利用通过第一接收端数目计算公式计算得到的电能接收端数目来设计目标无线电能传输系统,可以平衡目标无线电能传输系统的能量传输效率和该系统中每个电能接收端的输出功率,从而提高该系统的电能传输性能。

[0164] 上述电子设备提到的通信总线可以是外设部件互连标准(Peripheral Component Interconnect,PCI)总线或扩展工业标准结构(Extended Industry Standard Architecture,EISA)总线等。该通信总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,图中仅用一条粗线表示,但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0165] 通信接口用于上述电子设备与其他设备之间的通信。

[0166] 存储器可以包括随机存取存储器(Random Access Memory, RAM),也可以包括非易失性存储器(Non-Volatile Memory, NVM),例如至少一个磁盘存储器。可选的,存储器还可以是至少一个位于远离前述处理器的存储装置。

[0167] 上述的处理器可以是通用处理器,包括中央处理器(Central Processing Unit, CPU)、网络处理器(Network Processor, NP)等;还可以是数字信号处理器(Digital Signal Processing, DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array, FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。

[0168] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在

包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0169] 本说明书中的各个实施例均采用相关的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于装置、电子设备、计算机可读存储介质实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0170] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均包含在本发明的保护范围内。

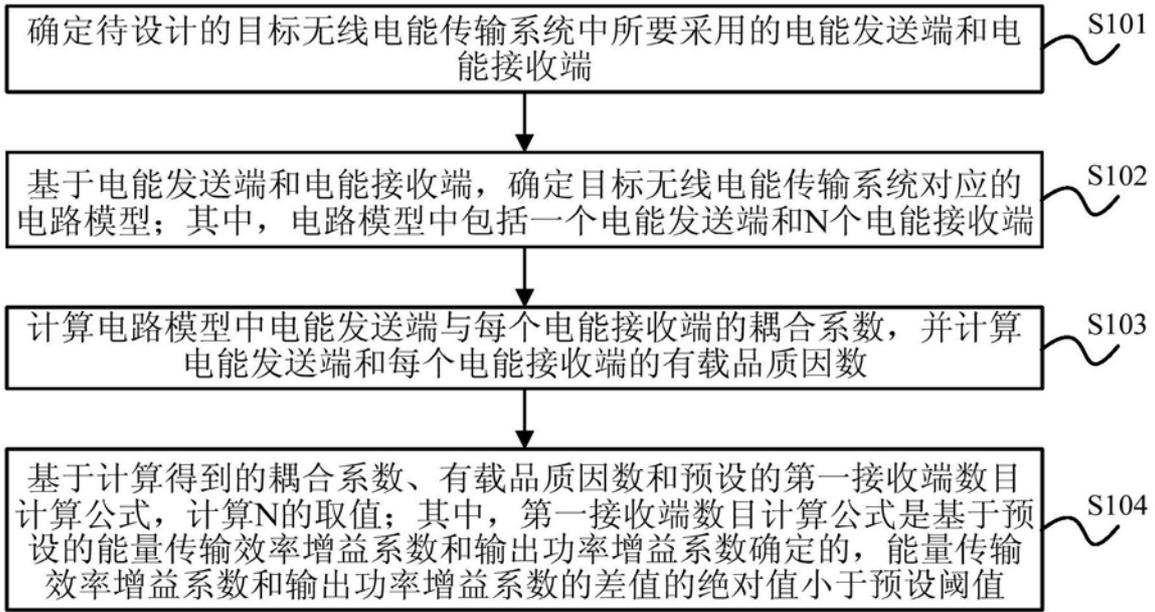


图1



图2

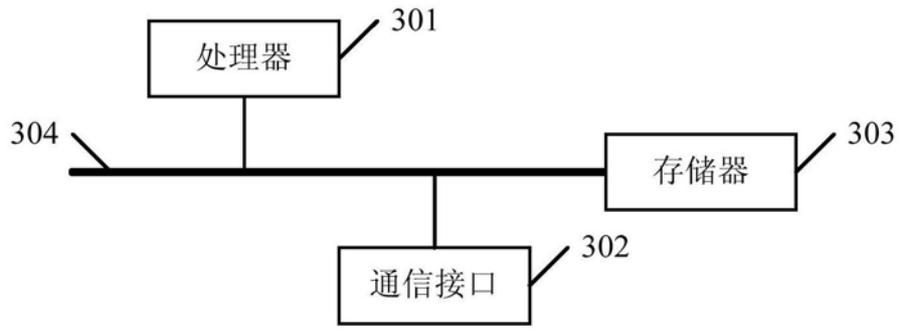


图3