

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H02J 17/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710159856.3

[43] 公开日 2009年7月1日

[11] 公开号 CN 101471587A

[22] 申请日 2007.12.25

[21] 申请号 200710159856.3

[71] 申请人 苏州达方电子有限公司

地址 215011 江苏省苏州市新区竹园路99号

共同申请人 达方电子股份有限公司

[72] 发明人 陈志荣 林志隆 周崇瑞

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 王志森

权利要求书3页 说明书9页 附图8页

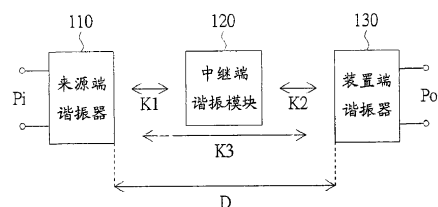
## [54] 发明名称

能量传输系统及其方法

## [57] 摘要

一种能量传输系统，包括一来源端谐振器、一中继端谐振模块、及一装置端谐振器，三者的谐振频率相同，以产生谐振。来源端谐振器的能量耦合至中继端谐振模块，使来源端谐振器与中继端谐振模块之间进行非辐射能量转移。耦合至中继端谐振模块的能量，还耦合至装置端谐振器，使中继端谐振模块与装置端谐振器之间进行非辐射能量转移，以完成来源端谐振器与装置端谐振器之间的能量传输。中继端谐振模块与相邻两个谐振器之间的耦合常数，大于来源端谐振器与装置端谐振器之间的耦合常数。本发明具有高传输效率、体积小，成本低的优点。

10



1. 一种能量传输系统, 包括:

—来源端谐振器, 用以接收一能量, 该来源端谐振器具有一第一谐振频率;

—中继端谐振模块, 具有一第二谐振频率, 该第一谐振频率与该第二谐振频率为相同, 该来源端谐振器的该能量耦合至该中继端谐振模块, 使该来源端谐振器与该中继端谐振模块之间进行非辐射能量转移, 该来源端谐振器及该中继端谐振模块之间的耦合对应于一第一耦合常数; 以及

—装置端谐振器, 具有一第三谐振频率, 该第三谐振频率及该第二谐振频率为相同, 耦合至该中继端谐振模块的该能量, 还耦合至该装置端谐振器, 使该中继端谐振模块与该装置端谐振器之间进行非辐射能量转移, 该中继端谐振模块及该装置端谐振器之间的耦合对应于一第二耦合常数;

其中, 当该中继端谐振模块不存在时, 该来源端谐振器与该装置端谐振器之间的耦合对应于一第三耦合常数;

其中, 该第一耦合常数大于该第三耦合常数, 且该第二耦合常数大于该第三耦合常数。

2. 如权利要求1所述的能量传输系统, 其中, 该来源端谐振器与该中继端谐振模块之间进行磁能能量转移。

3. 如权利要求1所述的能量传输系统, 其中, 该来源端谐振器与该中继端谐振模块之间进行电能能量转移。

4. 如权利要求1所述的能量传输系统, 还包括:

—电源电路, 用以产生一电源信号以提供该能源;

—第一阻抗匹配电路, 用以接收该电源电路提供的该电源信号, 并输出该电源信号;

—第一耦合电路, 用以接收由该第一阻抗匹配电路输出的该电源信号, 该第一耦合电路与该来源端谐振器间的相互耦合, 使该第一耦合电路与该来源端谐振器进行能量转移, 以传输该能量至该来源端谐振器。

5. 如权利要求1所述的能量传输系统, 还包括:

—第二耦合电路, 该第二耦合电路与该装置端谐振器间相互耦合, 以输出该装置端谐振器接收到的该能量;

一第二阻抗匹配电路，用以接收从该第二耦合电路输出的该能量，并输出该能量；及

一整流电路，用以接收从该第二阻抗匹配电路输出的该能量，以得到一整流信号。

6. 如权利要求1所述的能量传输系统，其中，该中继端谐振模块具有至少一中继端谐振器。

7. 如权利要求6所述的能量传输系统，其中该中继端谐振器为具有电容负载的导体线圈结构。

8. 如权利要求6所述的能量传输系统，其中该中继端谐振器具有一个介电质圆盘结构。

9. 如权利要求6所述的能量传输系统，其中该中继端谐振器具有一个金属圆球结构。

10. 如权利要求6所述的能量传输系统，其中该中继端谐振器具有金属介电质圆球结构。

11. 如权利要求6所述的能量传输系统，其中该中继端谐振器具有等离子型圆球结构。

12. 如权利要求6所述的能量传输系统，其中该中继端谐振器具有极化型圆球结构。

13. 如权利要求1所述的能量传输系统，其中该来源端谐振器具有螺旋管电感结构。

14. 如权利要求1所述的能量传输系统，其中该装置端谐振器具有螺旋管电感结构。

15. 一种能量传输方法，包括：

提供一来源端谐振器接收一能量；

提供一中继端谐振模块，该来源端谐振器的该能量耦合至该中继端谐振模块，使该来源端谐振器与该中继端谐振模块进行非辐射能量转移，该来源端谐振器及该中继端谐振模块之间的耦合对应于一第一耦合常数；以及

提供一装置端谐振器，耦合至该中继端谐振模块的该能量，还耦合至该装置端谐振器，使该中继端谐振模块与该装置端谐振器之间进行非辐射能量转移，该中继端谐振模块及该装置端谐振器之间的耦合对应于一第二耦合常数；

其中，当该中继端谐振模块不存在时，该来源端谐振器与该装置端谐振器之间的耦合对应于一第三耦合常数；

其中，该第一耦合常数大于该第三耦合常数，且该第二耦合常数大于该第三耦合常数。

16. 如权利要求 15 所述的能量传输方法，其中该来源端谐振器、该中继端谐振模块及该装置端谐振器分别具有一第一谐振频率、一第二谐振频率及一第三谐振频率，该第一、该第二及该第三谐振频率相等。

## 能量传输系统及其方法

### 技术领域

本发明有關於一種能量傳輸裝置及方法，且特別是有關於一種經由諧振器間的能量耦合，以達到能量傳輸的能量傳輸裝置及方法。

### 背景技術

傳統上，多種無線傳輸技術已廣泛地被應用在通信領域中。目前的無線傳輸技術大部分使用於在信號的接收與發送上，故多半只能達成低功率的信號傳輸。

由於使用無線傳輸技術的電子產品越來越多，通過無線傳輸方式來達到更高功率的傳輸技術的开发越來越受到重視。美國專利公開號 2007/0222542 已公開了一種可無線地進行能量傳輸的無線功率傳輸 (Wireless Power Transfer, WPT) 的無線非輻射能量轉移器，來將一個諧振器的電能，以諧振的方式傳遞至另一個諧振器。

然而，這種轉移器必須要使用到具有高品質因素 (Q-factor) 的諧振器才能達到一定的傳輸效率。這樣的諧振器的體積龐大且成本高昂，難以應用於一般的電子產品中。而且，當諧振器的距離太大時，這種轉移器的能量轉移的效率相當低。因此，如何設計出體積小，成本低，且具有高傳輸效率的無線功率傳輸系統，是本領域不斷致力的方向之一。

### 發明內容

本發明有關於一種能量傳輸系統及其方法，相較於傳統的無線功率傳輸系統，本發明的能量傳輸系統具有較高的能量傳輸效率，並具有體積小，成本低的優點。

根據本發明的一第一方面，提出一種能量傳輸系統，包括一來源端諧振器、一中繼端諧振模塊、及一裝置端諧振器。來源端諧振器用以接收一能量，來源端諧振器具有一第一諧振頻率。中繼端諧振模塊具有一第二諧振頻率，第一諧振頻率與第二諧振頻率為相同。來源端諧振器的能量耦合至中繼端諧

振模块，使来源端谐振器与中继端谐振模块之间进行非辐射能量转移 (Non-radiative Energy Transfer)。来源端谐振器及中继端谐振模块之间的耦合对应于一第一耦合常数。装置端谐振器具有一第三谐振频率，第三谐振频率及第二谐振频率为相同。耦合至中继端谐振模块的能量，还耦合至装置端谐振器，使中继端谐振模块与装置端谐振器之间进行非辐射能量转移，中继端谐振模块及装置端谐振器之间的耦合对应于一第二耦合常数。当中继端谐振模块不存在时，来源端谐振器与装置端谐振器之间的耦合对应于一第三耦合常数。第一耦合常数大于第三耦合常数，且第二耦合常数大于第三耦合常数。

根据本发明的一第二方面，提出一种能量传输方法，包括下列步骤：提供一来源端谐振器接收一能量；提供一中继端谐振模块，来源端谐振器的能量耦合至中继端谐振模块，使来源端谐振器与中继端谐振模块进行非辐射能量转移，来源端谐振器及中继端谐振模块之间的耦合对应于一第一耦合常数；以及提供一装置端谐振器，耦合至中继端谐振模块的能量，还耦合至装置端谐振器，使中继端谐振模块与装置端谐振器之间进行非辐射能量转移，中继端谐振模块及装置端谐振器之间的耦合对应于一第二耦合常数。当中继端谐振模块不存在时，来源端谐振器与装置端谐振器之间的耦合对应于一第三耦合常数。第一耦合常数大于第三耦合常数，且第二耦合常数大于第三耦合常数。

为使本发明的上述内容能更明显易懂，下文特举一较佳实施例，并配合附图，详细说明如下：

#### 附图说明

图 1 表示依照本发明的一实施例的能量传输系统的方块图。

图 2 表示以螺旋管导体线圈来实现图 1 的能量传输系统的一例的示意图。

图 3 表示包含两个或两个以上的中继端谐振器的能量传输系统的一例的示意图。

图 4 表示来源端谐振器、中继端谐振器及装置端谐振器的特性参数的一例。

图 5 表示图 2 的能量传输系统的插入损耗 (Insertion Loss)  $S_{21}$  与频率的关系图。

图 6 表示不设置中继端谐振器时的能量传输系统的示意图。

图 7 表示图 6 的能量传输系统的插入损益与频率的关系图。

图 8 为依照美国专利公开号 2007/0222542 所设计的作为对照组使用的一无线能量传输系统的示意图。

图 9 表示图 8 的无线功率传输系统的传输效率与传输距离的关系的模拟结果图。

图 10 表示图 2 所示的能量传输系统的来源端谐振器、中继端谐振器及装置端谐振器的位置 A、B 及 C 如图 11A-11E 所示时的模拟结果。

图 11A-11E 表示图 2 所示的能量传输系统的来源端谐振器、中继端谐振器及装置端谐振器的多种不同的位置配置关系。

#### 主要元件符号说明

1、2: 谐振器

10、20、80: 能量传输系统

110、110': 来源端谐振器

120: 中继端谐振模块

130、130': 装置端谐振器

122: 中继端谐振器

106: 负载电路

108: 电源电路

#### 具体实施方式

本发明的能量传输系统在来源端谐振器 (Resonator) 与装置端谐振器之间, 配置一中继端谐振模块, 来分别与来源端谐振器与装置端谐振器进行能量耦合, 以提升来源端谐振器与装置端谐振器间的整体传输效率。

请参照图 1, 其表示依照本发明的一实施例的能量传输系统的方块图。能量传输系统 10 包括来源端谐振器 110、中继端谐振模块 120 及装置端谐振器 130。来源端谐振器 110 接收能量  $P_i$ 。来源端谐振器 110 具有一谐振频率  $f_1$ 。

中继端谐振模块 120 具有至少一个中继端谐振器, 中继端谐振器具有谐振频率  $f_2$ , 谐振频率  $f_1$  及  $f_2$  为相同。来源端谐振器 110 上的能量  $P_i$  耦合至中继端谐振模块 120, 使来源端谐振器 110 与中继端谐振模块 120 之间进行

非辐射能量转移(Non-radiative Energy Transfer)。来源端谐振器 110 及中继端谐振模块 120 之间的耦合对应于一第一耦合常数(Coupling Coefficient)。

装置端谐振器 130 具有一谐振频率  $f_3$ ，谐振频率  $f_3$  及  $f_2$  为相同。被耦合至中继端谐振模块 120 的能量还耦合至装置端谐振器 130，使中继端谐振模块 120 与装置端谐振器 130 之间进行非辐射能量转移，如此，装置端谐振器 130 上具有能量  $P_0$ 。其中，中继端谐振模块 120 及装置端谐振器 130 之间的耦合对应于第二耦合常数。

其中，当中继端谐振模块 120 不存在时，来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 之间的耦合对应于第三耦合常数。在本实施例中，第一、第二、第三耦合常数满足第一耦合常数大于第三耦合常数，且第二耦合常数大于第三耦合常数。此处的耦合常数与对应的两个谐振器之间的能量转移的比例相关。接下来列举若干例子来对本实施例的能量传输系统进行说明。

请参照图 2，其表示以螺旋管(Solenoid)导体线圈来实现图 1 的能量传输系统的一例的示意图。在本例中，中继端谐振模块 120 包括一个中继端谐振器 122，来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 均为螺旋管导体线圈结构的谐振器。

来源端谐振器 110 的谐振频率与来源端谐振器 110 的等效电容值与等效电感值的乘积的平方根有关。中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 的谐振频率亦可分别由对应的等效电容值与等效电感值得到。由于来源端谐振器 110 与中继端谐振器 122 具有相等的谐振频率，因此来源端谐振器 110 的螺旋管导体线圈，将会与中继端谐振器 122 的螺旋管导体线圈产生谐振。如此，来源端谐振器 110 所具有的电磁能，将会耦合至中继端谐振器 122，以使来源端谐振器 110 的能量传输至中继端谐振器 122。

同样地，由于中继端谐振器 122 与装置端谐振器 130 亦具有相等的谐振频率，因此中继端谐振器 122 的螺旋管导体线圈，将会与装置端谐振器 130 的螺旋管导体线圈产生谐振。如此，中继端谐振器 122 所具有的电磁能，将会耦合至装置端谐振器 130，以使中继端谐振器 122 的能量传输至装置端谐振器 130。

假设来源端谐振器 110 的自感值为  $L_1$ ，中继端谐振器 122 的自感值为  $L_2$ ，则来源端谐振器 110 与中继端谐振器 122 之间的互感值  $M_{12}$  为：



$$M12 = K1\sqrt{L1 \times L2} \quad (1)$$

K1 为使用螺旋管导体线圈时，来源端谐振器 110 与中继端谐振器 122 之间的第一耦合常数。同理，若装置端谐振器 130 的自感值为 L3，则中继端谐振器 122 与装置端谐振器 130 之间的互感值 M23 为：

$$M23 = K2\sqrt{L2 \times L3} \quad (2)$$

K2 为使用螺旋管导体线圈时，中继端谐振器 122 与装置端谐振器 130 之间的第二耦合常数。而来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 之间的互感值 M13 为：

$$M13 = K3\sqrt{L1 \times L3} \quad (3)$$

K3 为使用螺旋管导体线圈时，来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 之间的第三耦合常数。可通过 M12、M23、及 M13 的值，由式(1)、(2)及(3)可分别求得耦合常数 K1、K2 及 K3。

较佳地，K1 大于 K3，且 K2 大于 K3。耦合常数越大，代表能量转移的效率越高。当没有配置中继端谐振器 122 时，来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 能量转移的效率仅与 K3 的值有关。当配置了中继端谐振器 122 后，由于 K2 大于 K3，因此来源端谐振器 110 与中继端谐振器 122 之间的能量转移的效率，将高于来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 之间的能量转移的效率。同样地，中继端谐振器 122 与装置端谐振器 130 之间的能量转移的效率，亦将高于来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 之间的能量转移的效率。如此，来源端谐振器 110 的能量经由中继端谐振器 122 传送至装置端谐振器 130 之后，三者的整体总能量转移的效率，将大于没有配置中继端谐振器 122 时，来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 之间的能量转移效率。

如图 2 所示，本实施例的能量传输系统 10 还具有电源电路 108 及耦合电路 CC1。电源电路 108 用以产生电能信号 Ps。耦合电路 CC1 用以接收电能信号 Ps，并将电能信号 Ps 耦合至来源端谐振器 110，以提供能量至来源端谐振器 110。本实施例的能量传输系统 10 还具有负载电路 106 及耦合电路 CC2。装置端谐振器 130 上的能量 Po 耦合至耦合电路 CC2，耦合电路 CC2 输出能量 Px 至负载电路 106。耦合电路 CC1 与 CC2 例如以导体线圈结构来达成。

在本实施例中，通过于来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 之间设置中继端谐振器 122，以缩短能量传输系统 10 中相邻的谐振器之间的距离，以对应地提升谐振器间的耦合量，来达到提高传输效率的功效。

在本实施例中, 虽仅以中继端谐振模块 120 中仅包括一个中继端谐振器 122 的情形为例作说明, 然而, 中继端谐振模块 120 中并不局限于仅包含一个中继端谐振器, 而还可包括两个或两个以上的中继端谐振器, 如图 3 所示。当来源端谐振器 110 及装置端谐振器 130 之间的距离更远时, 还可通过使用多个中继端谐振器, 来完成来源端谐振器 110 及装置端谐振器 130' 之间的远距离能量传输。

在本实施例中, 虽仅以来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 均为螺旋管导体线圈结构的谐振器的情形为例作说明, 然而, 来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 亦可为其他形式的谐振器。举例来说, 来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 还可为具有介电质圆盘 (Dielectric Disk) 结构、金属圆球 (Metallic Sphere) 结构、金属介电质圆球 (Metallo dielectric Sphere) 结构、等离子型圆球 (plasmonic Sphere) 结构、或极化型圆球 (Polaritonic Sphere) 结构的谐振器。

只要来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130' 具有相近的谐振频率, 各种形式的谐振器均可用来实现本发明实施例。

上文虽仅以中继端谐振器 122 位于来源端谐振器 110 及装置端谐振器 130 的位置连线的中点的情形为例作说明, 然而, 中继端谐振器 122 的位置并不局限于此。中继端谐振器 122 的配置位置亦可以位于连线以外之处, 较佳地, 配置于中继端谐振器 122 与来源端谐振器 110 的距离小于来源端谐振器 110 及装置端谐振器 130 之间的距离, 且中继端谐振器 122 与装置端谐振器 130 的距离小于来源端谐振器 110 及装置端谐振器 130 之间的距离之处, 而且, 谐振器的配置方向亦可以是任意方向。只要  $K_1$  及  $K_2$  大于  $K_3$ , 使得来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130' 间的能量耦合量可透过中继端谐振器 122 的设置而提升, 均属于本发明的范围。

在本实施例中, 虽仅以来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 之间透过螺旋管导体线圈产生的磁能来相互耦合, 以进行能量传输的情形为例作说明, 然而, 本实施例的能量传输系统并不局限于透过磁能耦合来进行能量传输, 且本领域具有通常知识者可轻易推知, 本实施例的能量传输系统亦可利用谐振器产生的电能来相互耦合, 以进行能量传输。

## 模拟结果

假设图 2 的来源端谐振器 110 及装置端谐振器 130 间的距离 D 例如为 66 公分。中继端谐振器 122 的位置例如位于来源端谐振器 110 与装置端谐振器 130 连线的中点。

中继端谐振器 122 中的螺旋管导体线圈结构 SC2 例如由长 5 米 (Meter)，截面积半径 0.7 微米 (millimeter, mm) 的铜导线缠绕于固定架 C2 上而形成。来源端谐振器 110 及装置端谐振器 130 分别例如亦由长 5 米，截面积半径 0.7mm 的铜导线缠绕于固定架 C1 及 C3 上而形成。

如此，来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 的特性参数：谐振频率  $f_0$ 、无负载品质因数 (Unloaded Q Factor,  $Q_U$ )、负载品质因数 (Loaded Q Factor,  $Q_L$ ) 及外部品质因数 (External Q Factor,  $Q_{EXT}$ ) 的值如图 4 的表格所示。

请参照图 5，其表示乃图 2 的能量传输系统的插入损耗 (Insertion Loss)  $S_{21}$  与频率的关系图。根据图 5 可知，在频率 24.4MHz 处，能量传输系统 10 的插入损耗  $S_{21}$  约等于 -10 分贝 (Decibel, dB)。根据方程式：

$$\eta = 10^{\frac{S_{21}}{10}}$$

可知，对应的传输效率  $\eta$  约等于 10%。

请参照图 6，其表示乃不设置中继端谐振器 122 时的能量传输系统的示意图。图 6 表示的能量传输系统 20 与图 2 的能量传输系统 10 的不同处在于，能量传输系统 20 不具有中继端谐振器 122，使得来源端谐振器 110' 上的能量直接耦合至装置端谐振器 130'。

图 6 的能量传输系统 20 的插入损益与频率的关系表示于图 7 中。根据图 7 可知，在频率 24.4MHz 时，能量传输系统 20 的插入损耗  $S_{21}$  约等于 -18 dB，对应的传输效率  $\eta$  约等于 1.5%。比较图 5 与图 7 可知，本实施例的设置有关中继端谐振器 122 的能量传输系统 10 的传输效率  $\eta$  (约等于 10%) 远高于没有设置中继端谐振器 122 时的能量传输系统传输效率  $\eta$  (约等于 1.5%)。

请参照图 8，其为依照美国专利公开号 2007/0222542 所设计的作为对照组使用的一无线能量传输系统 80 的示意图。谐振器 1 与 2 间具有传输距离  $D'$ 。谐振器 1 与 2 的能量相互耦合 (对应于耦合常数  $K_4$ )，以进行非辐射能量转移。耦合常数  $K_4$  相关于对应的两个谐振器间的距离。

请参照图 9 所示，其表示乃图 8 的无线功率传输系统的传输效率与传输距离的关系的模拟结果图。图 9 的模拟条件为：谐振器 1 及 2 为螺旋状线圈 (Helical Coil) 结构，其品质系数 (Q Factor) 为 1000，耦合常数 K4 与谐振器间的距离的关系如下表：

距 离	75	100	125	150	175	200	225
(cm)							
K4	0.034	0.017	0.008	0.005	0.003	0.0022	0.0018

表一

由图 9 可知，当距离为 200 公分时，传输效率约为 43%。将图 2 所示的能量传输系统的距离 D 亦设为 200 公分，并分别改变来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 的位置 A、B 及 C，如图 11A-11E 所示，来进行模拟，以得到图 10 的结果。

图 10 的模拟条件为：来源端谐振器 110、中继端谐振器 122、及装置端谐振器 130 的品质系数均设为 1000，来源端谐振器 110、中继端谐振器 122、及装置端谐振器 130 中任两谐振器间的距离与耦合常数的关系亦如同表一所示。

请同时参照图 10 及图 11A。当中继端谐振器 122 的位置 B 位于来源端谐振器 110 的位置 A 与装置端谐振器 130 的位置 C 的连线的中点时，本实施例的能量传输系统 10 的传输效率  $\eta$  如图 10 中的点 n1 所示，亦即是传输效率  $\eta$  等于 90%。请参照图 11B，相较于图 9 的无线能量传输系统在谐振器 1 及 2 的距离等于 200 公分时，传输效率  $\eta$  仅约等于 43%，本实施例的能量传输系统 10 具有较佳的传输效率  $\eta$ 。

当来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 的位置 A、B 及 C 如图 11B 所示时，本实施例的能量传输系统的传输效率  $\eta$  如图 10 中的点 n2 所示，即是传输效率  $\eta$  等于 80%。当来源端谐振器 110、中继端谐振器 122 及装置端谐振器 130 的位置 A、B 及 C 分别如图 11C、图 11D 及图 11E 所示时，本实施例的能量传输系统 10 的传输效率  $\eta$  分别如图 10 中的点 n3、n4 及 n5 所示，即是传输效率  $\eta$  分别等于 70%、55% 及 45%。由此可知，相较于图 9 的无线能量传输效率，本实施例的能量传输系统 10 于图 11A 至 11E 所示的各种不同相对配置关系下，均具有比图 8 的无线能量传输系统 80 更佳的传输

效率。

本发明的能量传输系统于在来源端谐振器与装置端谐振器之间配置中继端谐振模块，来分别与来源端谐振器与装置端谐振器进行能量耦合，以提升来源端谐振器与装置端谐振器间的整体耦合参数及传输效率。如此，相较于传统的无线非辐射能量转移器，本发明提出的能量传输系统具有较高的能量传输效率。而且，本发明可以使用品质因素较低的谐振器，来达到高传输效率的传输系统。由于低品质因素的谐振器的体积较小，故还可达到体积小，成本低的优点。

虽然本发明已以较佳实施例公开如上，然其并非用以限定本发明。任何所属技术领域中的普通技术人员，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，可进行各种更动与修改。因此，本发明的保护范围以所提出的权利要求的范围为准。

10

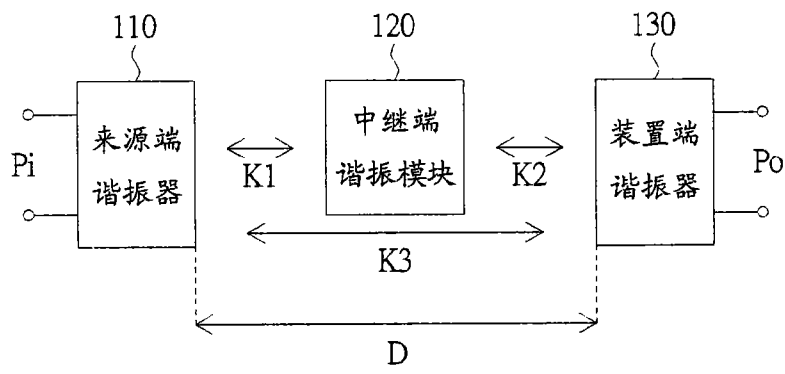


图 1

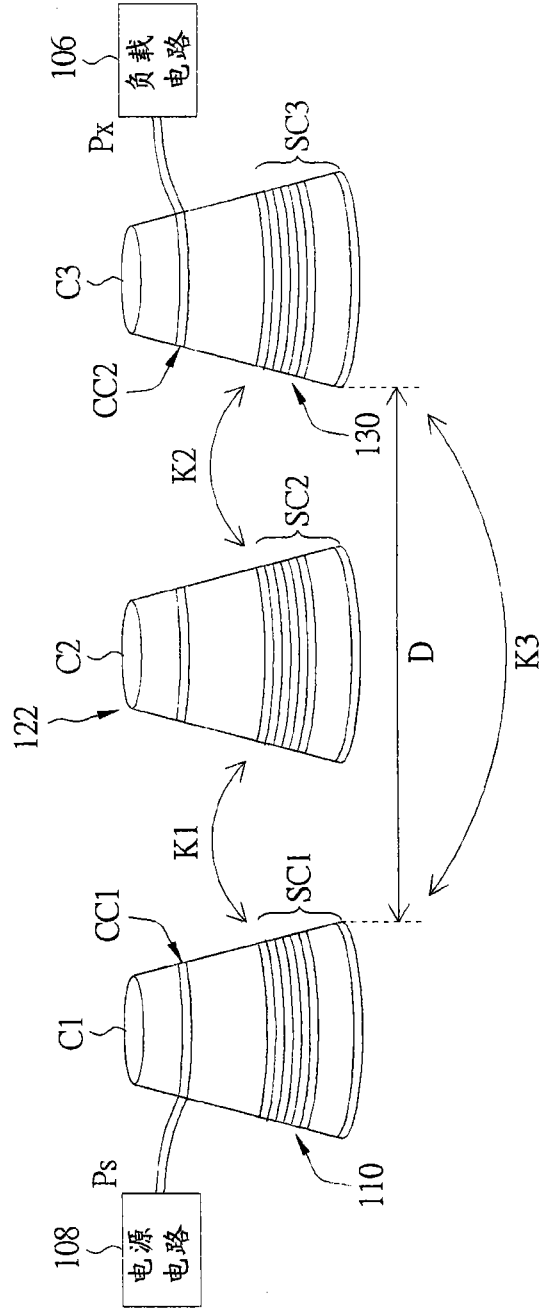


图 2

10

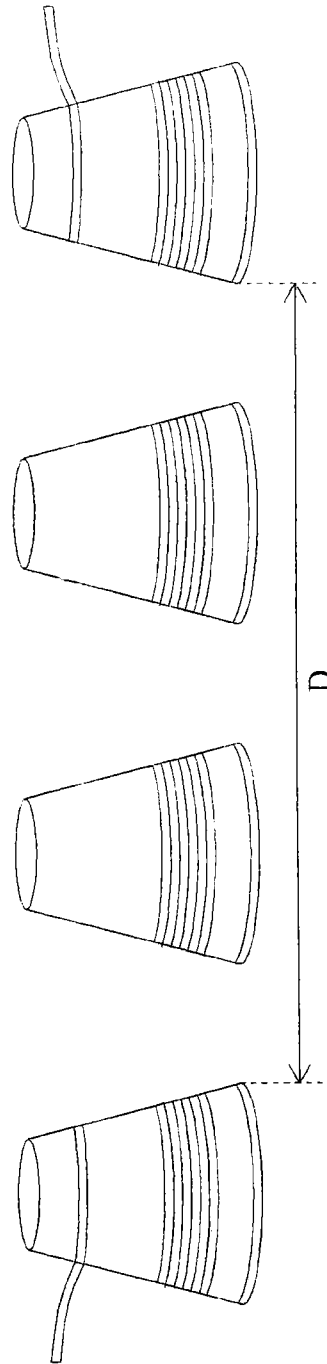


图 3



	$Q_U$	$Q_{EXT}$	$Q_L$	$Q_U/Q_{EXT}$	谐振频率 (MHz)
来源端 谐振器 110	84	136.5	$Q_U$	0.61	24.4
中继端 谐振器 122	84	$\infty$	84	0	24.4
装置端 谐振器 130	84	136.5	52	0.61	24.4

图 4

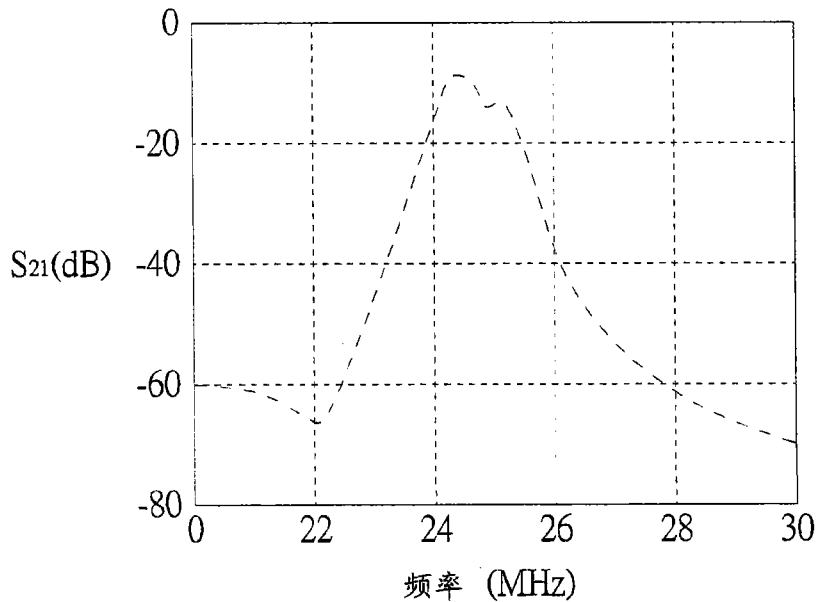


图 5

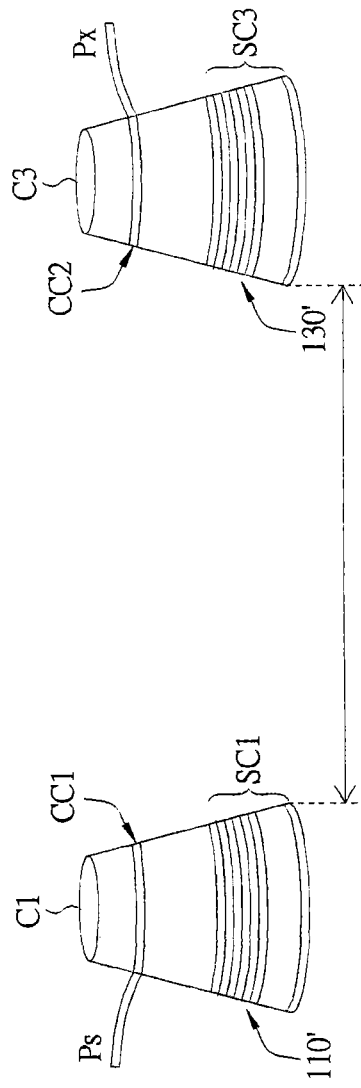


图 6

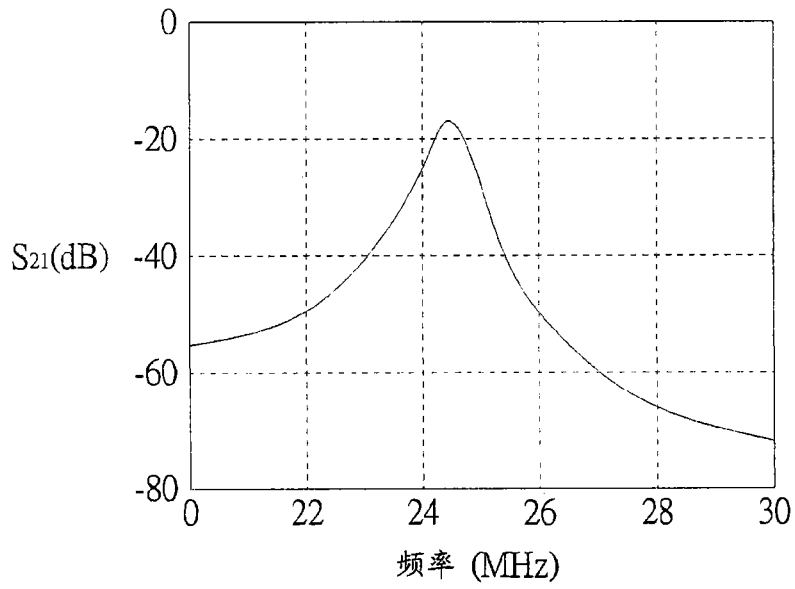


图 7

80

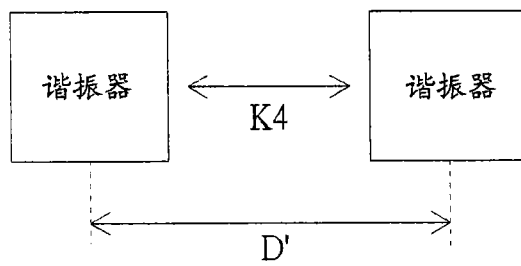


图 8

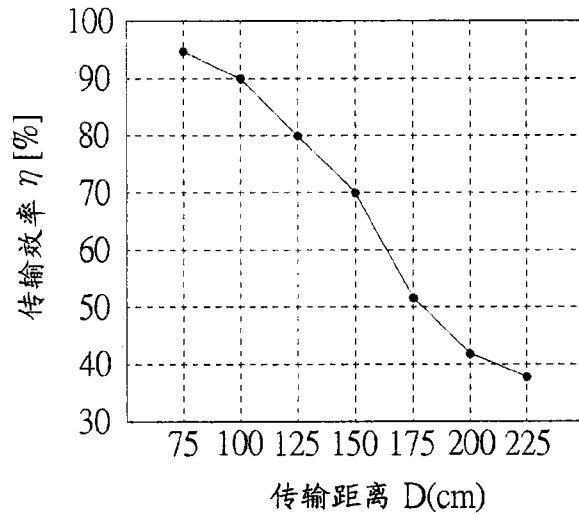


图 9

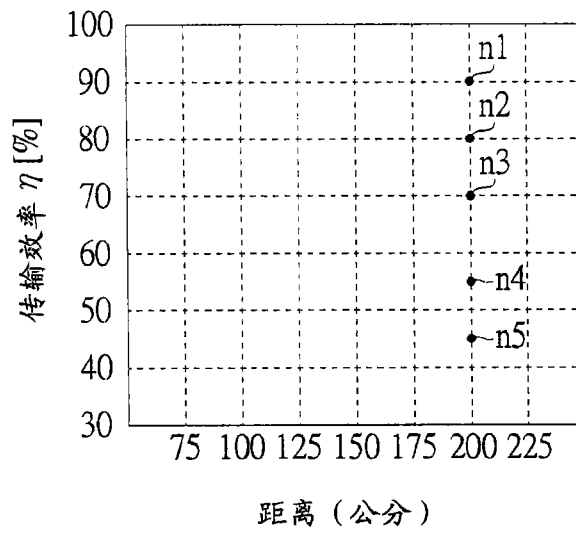


图 10

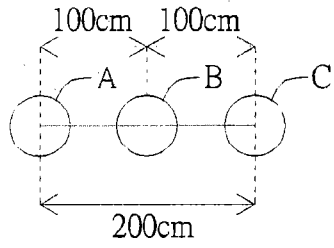


图 11A

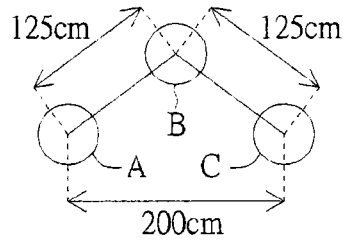


图 11B

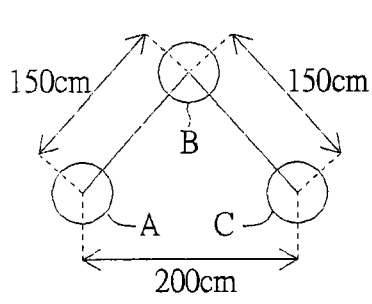


图 11C

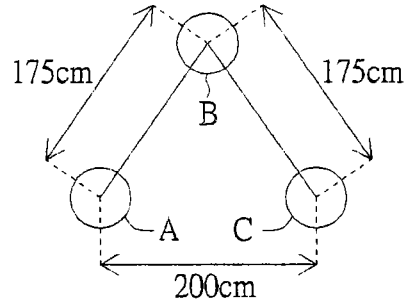


图 11D

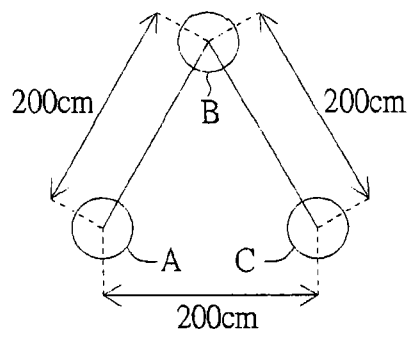


图 11E