



四川得弘电子科技有限公司, University of Glasgow
(2012) *内燃机电磁场点火的耦合装置 Electromagnetic field ignition coupling device for internal combustion engine.*

Copyright © 2013 University of Glasgow

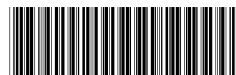
A copy can be downloaded for personal non-commercial research or study, without prior permission or charge

Content must not be changed in any way or reproduced in any format or medium without the formal permission of the copyright holder(s)

When referring to this work, full bibliographic details must be given

<http://eprints.gla.ac.uk/88939/>

Deposited on: 14 January 2014



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202215411 U

(45) 授权公告日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201120404569. 6

(22) 申请日 2011. 09. 28

(73) 专利权人 四川得弘电子科技有限公司

地址 610000 四川省自贡市高新区板仓工业
园太阳城

专利权人 英国格拉斯哥大学

(72) 发明人 李耘 孙方 陈伟 邹谋举

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 谢敏

(51) Int. Cl.

F02P 23/00 (2006. 01)

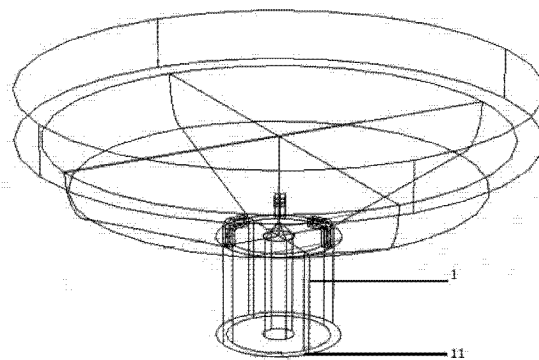
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 5 页

(54) 实用新型名称

内燃机电磁场点火的耦合装置

(57) 摘要

一种内燃机电磁场点火的耦合装置,用于将微波能量耦合入发动机气缸内,使微波在气缸内有效地谐振,包括微波传输末端、耦合部分固定装置及耦合器,微波耦合点火装置的同轴传输连接部分的内部尺寸根据气缸的输入阻抗或几何形状直接进行设计,以达到以最小的微波输入和电池功耗产生超过点火所需的临界电场强度。此微波点火系统使微波在汽缸内产生谐振和等离子体,从而击穿并点燃缸内油气混合物,增强燃烧和爆发,并减少排放和油耗。直接适用于汽油机,也能以柴油、天然气、压缩或液化天然气、液化石油气、生物或可再生油,以及混合燃料作为微波点火发动机的燃料。并且该耦合点火系统的造价和现有的火花塞相差无几,容易制造和安装,且运行成本要求低。



1. 一种内燃机电磁场点火的耦合装置,包括微波传输末端、耦合部分固定装置及微波耦合点火装置(1),其特征在于:所述的微波耦合点火装置的同轴传输连接部分的内部尺寸与气缸的几何形状相适配;微波耦合点火装置的外径与所应用的内燃机火花塞接口的直径一致,以便直接安装在气缸盖顶部的火花塞接口处;所述的微波耦合点火装置还包括用于接收微波的耦合器始端(11)和将微波能量耦合至气缸中的耦合器传送端。

2. 根据权利要求1所述的内燃机电磁场点火的耦合装置,其特征在于:所述的微波耦合点火装置设计成火花塞的形状或设计成圆柱型同轴结构。

3. 根据权利要求2所述的内燃机电磁场点火的耦合装置,其特征在于:所耦合器始端(11)通过波导或同轴线的方式与微波信号相连接,并接收微波信号。

4. 根据权利要求3所述的内燃机电磁场点火的耦合装置,其特征在于:所述的耦合器传送端通过圆柱型同轴波导或传输腔体及耦合器连接部分将微波能量传输或耦合至气缸中。

5. 根据权利要求3或4所述的内燃机电磁场点火的耦合装置,其特征在于:微波采用同轴耦合的传输方式时,耦合器传送端的连接部分固定于火花塞的接入口。

6. 根据权利要求1—4所述的任一种内燃机电磁场点火的耦合装置,其特征在于:所述的耦合装置由耐高温高压的导体材料制成。

内燃机电磁场点火的耦合装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及内燃发动机的电磁点火装置,具体的说是一种能替代现有内燃机高压火花点火系统的车用微波点火系统的电磁耦合装置及方法。

背景技术

[0002] 现有汽油内燃机的点火系统由高电压脉冲火花放电来点燃气缸内匀质油气混合物。当这个高压电脉冲(8千伏以上)加到火花塞的相距大约1毫米的电极之间时,一个瞬态的高电场(8×10^6 伏/米量级)产生于汽缸内火花塞的两个(或多个)电极之间。这个高电场引起了油气混合体的击穿放电,继而开始燃烧。这一传统的点火方法有一系列的缺点,主要是低能量转换效率及很大的废气排放。其结果是对环境产生污染,而且浪费宝贵的燃油。引起低效率的根本原因在于:为了达到油气的击穿放电,电极的尺寸及距离都很小(约1毫米),因而放电发生在一个极小的点上。

[0003] 与汽油机不同,柴油机使用的是空气高压升温后喷油着火,燃烧面开始得更宽,燃油效率和机械功率及动力有所提高,但要增加机械噪音,并排放煤烟。而且,一辆柴油汽车的价格高出同比汽油汽车20%,因为柴油发动机需要承受更大的气压,发动机及喷油系统的材料要求较高,气缸需要增厚。汽车增加的重量也使燃油的里程效益受到节制。

[0004] 与二者相比,微波点火为空间体点火,可使燃烧效率大为提高,在发动机做功里程不变的情况下,大幅度的降低燃料消耗,减少尾气排放,提高发动机的动力和汽车性价比,具有无火花噪音、无触点蚀耗、可靠性高、寿命长及维持费用低等竞争优势,而且汽车冷却系统、尾气催化器以及微粒滤清器的费用将明显降低,直接应用于常规汽油机,也可用于柴油(并减少其气缸压力和制造成本),还可用于天然气、压缩或液化天然气、液化石油气、生物或可再生油和混合燃料,也可用于混合动力车。

[0005] 近年来,国内外诸多研究已经考虑将微波点火技术引入发动机领域。US 5,983,871介绍了一种输入微波能量和激光能量以产生等离子体点火的复合方法;US 6,581,581介绍了通过微波产生等离子以及原子化的燃料空气混合物的磁力电离点火的复合方法,都增加了点火装置的复杂性。CN1693699A介绍了一种提高内燃发动机燃烧效率的微波点火系统,该技术将一定频率的微波能量耦合进发动机的气缸内,并在恰当的时刻点燃气缸内的油气混合气体。微波的频率与燃烧室的某个电磁本征频率一致,因而能共振地将微波能量耦合到气缸内。虽然上述现有技术显示了内燃机微波点火的可行性和优越性,但没有有效地解决实际技术问题,而且增加了实现成本。由于发动机微波点火需要的“微波发射天线”置于气缸中,故发射不是开放式的。由于气缸顶部形成的微波腔体的几何形状不规则,无固定或常见的微波震荡模式可言,故无法进行计算或设计能仅仅使用车载蓄电池电量的微波点火系统,而只能在实验室或样车中展示微波点火的可行性,不能实现产业化。

实用新型内容

[0006] 本实用新型所要解决的技术问题在于提供一种能实现产业化的、能替代现有内燃机高压火花点火系统的车用微波点火系统的电磁耦合装置。

[0007] 本实用新型的技术方案为：

[0008] 一种内燃机电磁场点火的耦合装置，包括微波传输末端、耦合部分固定装置及微波耦合点火装置，所述的微波耦合点火装置的同轴传输连接部分的内部尺寸与气缸的几何形状相适配，以达到以最小的微波输入和电池功耗产生超过点火所需的临界电场强度；微波耦合点火装置的外径与所应用的内燃机火花塞接口的直径一致，以直接安装在气缸盖顶部的火花塞接口处；所述的微波耦合点火装置还包括用于接收微波的耦合器始端和将微波能量耦合至气缸中的耦合器传送端。

[0009] 更进一步的是：

[0010] 所述的微波耦合点火装置设计成火花塞的形状或设计成圆柱型同轴结构。

[0011] 所述的耦合器始端通过波导或同轴线的方式与微波信号相连接，并接收微波信号。

[0012] 所述的耦合器传送端通过圆柱型同轴波导或传输腔体及耦合器连接部分将微波能量传输或耦合至气缸中。

[0013] 微波采用同轴耦合的传输方式时，耦合器传送端的连接部分固定于火花塞的接入口。

[0014] 所述的耦合装置由耐高温高压的导体材料制成。

[0015] 该耦合装置可以作为微波谐振腔应用于其他领域，比如微波等离子体助燃器；也可用于其它发动机装置，包括农用机械、摩托车、轮船、飞机、坦克发动机、内燃发电机等等。

[0016] 对耦合器可能的几何尺寸进行有限元的数字电磁仿真，对耦合装置形状的设计是利用计算机虚拟工程技术来改变和选择耦合器的参数。

[0017] 本实用新型的主要有益效果和优点是此微波点火系统使微波在汽缸内产生谐振和等离子体，从而击穿并点燃缸内油气混合物，增强燃烧和爆发，并减少排放和油耗。直接适用于汽油机，也能以柴油、天然气、压缩或液化天然气、液化石油气、生物或可再生油，以及混合燃料作为微波点火发动机的燃料。并且该耦合点火系统的造价和现有的火花塞相差不多，容易制造和安装，且运行成本要求低。

[0018] 由这种微波耦合装置替代火花塞，点火提前量将缩短一半，点火控制与传统内燃机类似，无需依靠检测气缸温度或压力的闭环控制系统。据已有的实际测试和仿真结果显示，采用微波点火技术，可使燃烧效率大为提高，大幅降低燃料消耗。

附图说明

[0019] 附图 1 是基于火花塞的微波耦合点火装置具体实施方式的示意图。

[0020] 附图 2 是基于圆柱型同轴结构的微波耦合点火装置的一个具体方案。

[0021] 附图 3 是典型的微波耦合装置将微波传输入气缸后谐振时的电场强度 3 维等高线结果。

[0022] 附图 4 是典型的微波耦合装置将微波传输入气缸后谐振时的电场强度 3 维等高线从气缸底部俯视的结果。

[0023] 附图 5 是典型的微波耦合装置将微波传输入气缸后谐振时的电场强度的立体结

果。

[0024] 附图 6 列举了耦合后发动机气缸顶部电场强度沿着柱向的分布结果。

具体实施方式

[0025] 本实用新型是一种内燃机电磁场点火的耦合装置,包括微波传输末端、耦合部分固定装置及微波耦合点火装置,所述的微波耦合点火装置的同轴传输连接部分的内部尺寸与气缸的几何形状相适配,以达到以最小的微波输入和电池功耗产生超过点火所需的临界电场强度;微波耦合点火装置的外径与所应用的内燃机火花塞接口的直径一致,以直接安装在气缸盖顶部的火花塞接口处;微波耦合点火装置还包括用于接收微波的耦合器始端和将微波能量耦合至气缸中的耦合器传送端。耦合器始端通过波导或同轴线的方式与微波信号相连接,并接收微波信号。耦合器传送端通过圆柱型同轴波导或传输腔体及耦合器连接部分将微波能量传输或耦合至气缸中。微波采用同轴耦合的传输方式时,耦合器传送端的连接部分固定于火花塞的接入口。

[0026] 下面再来详细叙述本实用新型的具体实施情况:

[0027] 耦合装置由耐高温高压的导体材料制成。实现本实用新型的具体实施方式一为外形尺寸与相应的汽油内燃机火花塞相同的类似微波天线的耦合装置,也就是如图 1 所示,微波耦合点火装置设计成火花塞的形状或设计成圆柱型同轴结构,由任何耐高温高压的导体制成。耦合装置与内燃机气缸形成类似电容、电感的电磁谐振结构,其关键的耦合器几何形状也如附图 1 所示为一种倒立的微波耦合点火装置。微波通过传输线或波导传输至所述的耦合器始端 11,通过圆柱型同轴波导或其它传输腔体及耦合连接部分将微波能量传输或耦合至气缸中。在此具体实施方式中,输入微波的功率可不高于 100 瓦。

[0028] 微波耦合点火装置的安装尺寸与火花塞的外形尺寸一致,耦合装置的外径与火花塞接口的直径一致。因此,微波耦合装置可以直接安装在气缸盖顶部的火花塞接口处。微波耦合点火装置的同轴传输连接部分的内部尺寸根据气缸的输入阻抗或几何形状直接进行设计,达到以最小的微波输入和电池功耗产生超过点火所需的临界电场强度。

[0029] 附图 2 表示出了附图 1 中的耦合装置的具体几何实施图。附图 3-5 是当气缸活塞在压缩冲程移近上止点点火时的气缸顶部的电场分布及当输入微波频率为 2.605 千兆赫兹、功率为 1 瓦时在虚拟工程中显示的电场强度。附图 6 列举了耦合后发动机气缸顶部电场强度沿着柱向的分布结果,计算数据进一步标出了输入 1 瓦功率时的气缸内电场强度的大小,可见最大场强为 1.967×10^6 伏/米,也就是说,若输入 100 瓦,电场强度即可达 19.67×10^6 伏/米,此场强已超过“背景技术”中所述火花塞点火所需的 8×10^6 伏/米。此场强不但能点燃比 1:25 更稀薄的混合气,亦可点燃比汽油更难点燃的丙烷。

[0030] 本专利包含的耦合天线的几何形状和技术方案不仅仅只是限于本文件中所出示的例子。只要是通过类似于微波发射天线的原理,设计耦合装置将微波能量实际地耦合入气缸内,使微波在气缸内产生有效电磁场,或者利用此装置作为微波谐振腔,从而仅仅使用现有车载蓄电池就能把点火时的电磁场强度维持在临界场强之上,都应属于此专利的保护范围之内。此外,本实用新型的技术解决方法是利用虚拟工程优化耦合器的参数,这些也应在保护范围之内。

[0031] 本实用新型使用对耦合器可能的几何尺寸进行有限元的数字电磁仿真与虚拟工

程技术相结合的方法设计。首先,利用有限元分析工具建立耦合装置及气缸的几何模型并设定有限元计算方程,然后,设置耦合装置中可能的参数,如谐振频率、天线长度,耦合接口的内、外径尺寸、耦合天线的几何形状尺寸、输出阻抗等。

[0032] 有限元分析工具的计算方程是基于麦克斯维方程组演算出:

$$[0033] \quad \nabla \times \mu_r^{-1} (\nabla \times \mathbf{E}) - k_0^2 \left(\epsilon_r - \frac{j\sigma}{\omega \epsilon_0} \right) \mathbf{E} = 0$$

[0034] 利用有限元技术可以求解此方程以估算出气缸内各点的场强,从而得到总体的场强分布。然后,通过虚拟工程计算出可能的参数数值,并利用有限元分析工具进行评估,从而最终找到所需的设计参数。

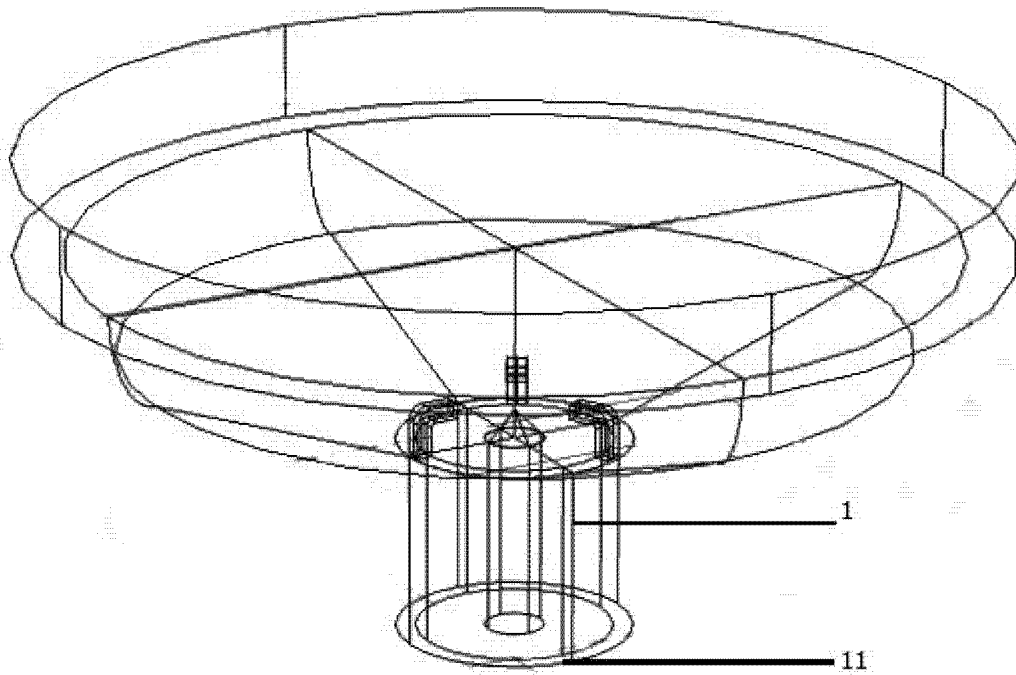


图 1

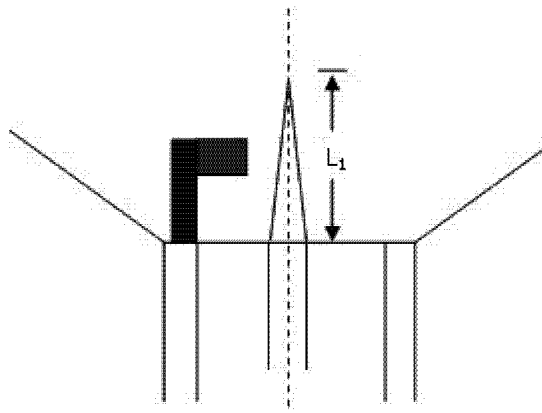


图 2

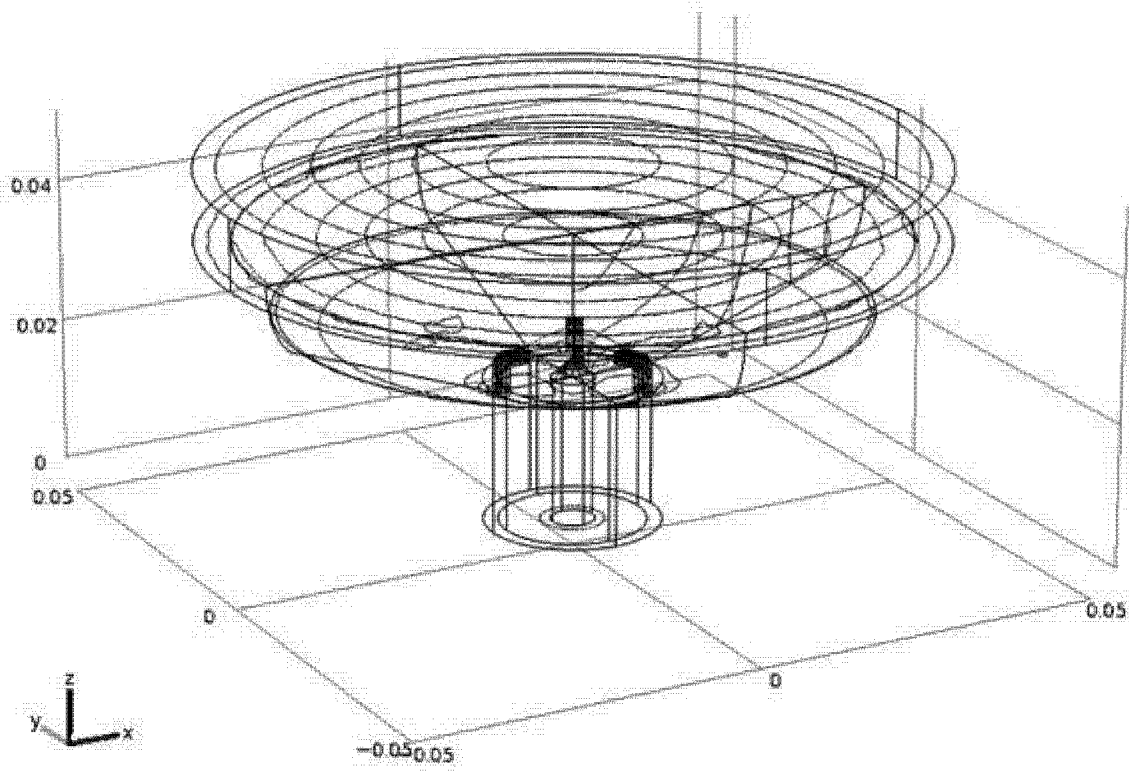


图 3

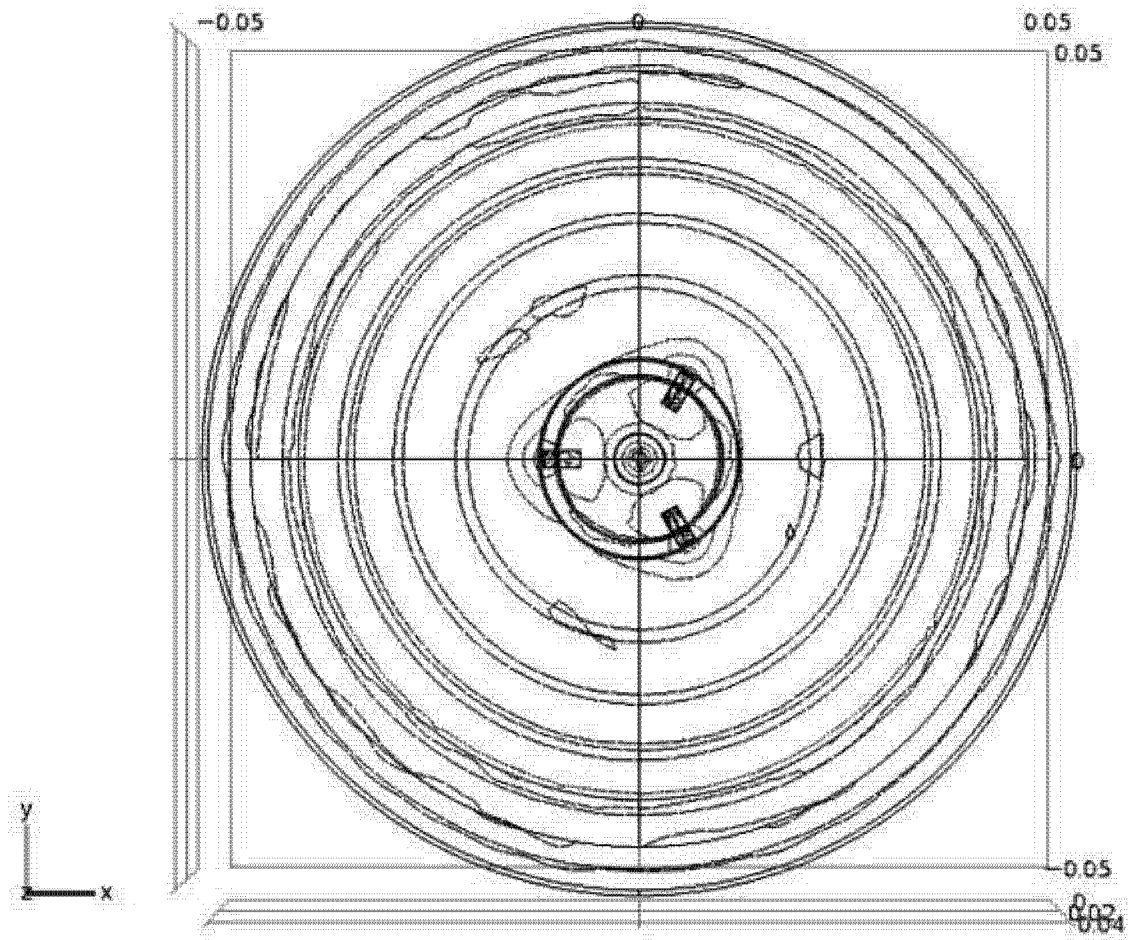


图 4

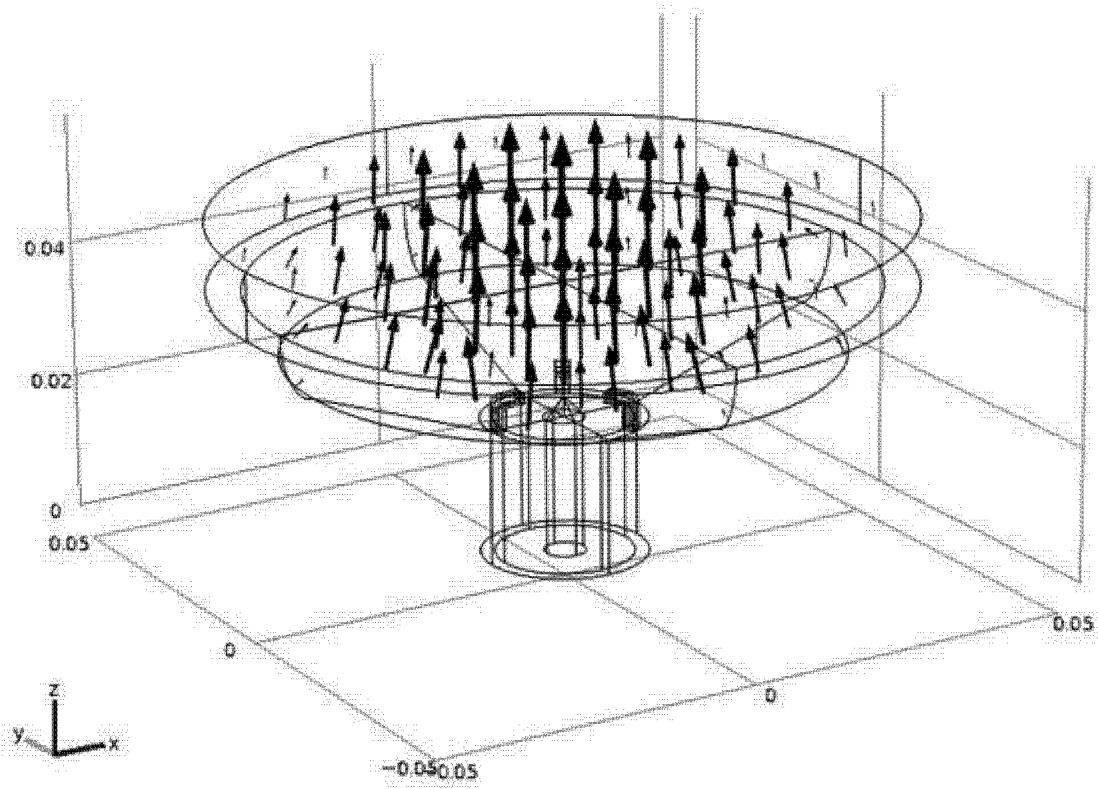


图 5

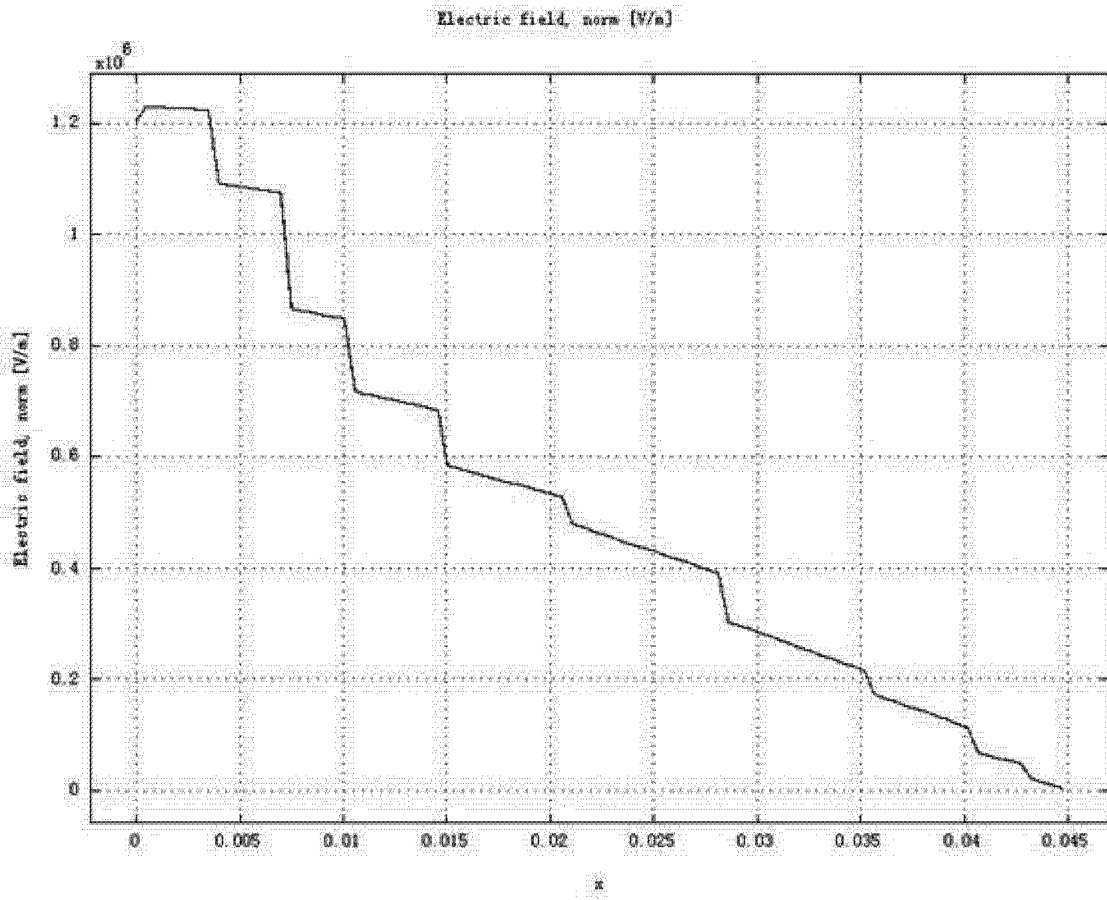


图 6