



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202495886 U

(45) 授权公告日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201220127103. 0

(22) 申请日 2012. 03. 29

(73) 专利权人 广州大学

地址 510006 广东省广州市大学城外环西路
230 号

(72) 发明人 胡维 张方樱 唐连章 龙晓莉
谢陈跃 陈新兵 张杰

(74) 专利代理机构 广州市天河庐阳专利事务所
44244

代理人 胡济元

(51) Int. Cl.

H02M 7/48 (2007. 01)

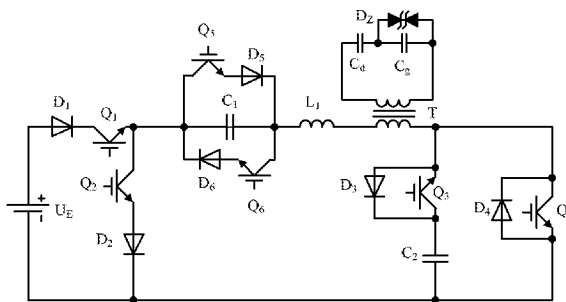
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

一种功率可调的多频准谐振臭氧发生器电源

(57) 摘要

一种功率可调的多频准谐振臭氧发生器电源,它具有软开关双频逆变电路,该电路由前置半桥开关电路、后置半桥开关电路和连接在所述两半桥开关电路节点上的串联谐振式变压器升压电路组成,其特征在于,串联谐振式变压器升压电路上还串联一可控电容的单元电路,该单元电路由一只附加谐振电容和两只单向开关元件组成,其中,所述的两只单向开关元件相反并联。电源控制器通过交替控制两单向开关元件的占空比,来控制附加谐振电容参与谐振的时间,从而改变电源输出功率,提高工作效率。



1. 一种功率可调的多频准谐振臭氧发生器电源,它具有软开关双频逆变电路,该电路由前置半桥开关电路、后置半桥开关电路和连接在所述两半桥开关电路节点上的串联谐振式变压器升压电路组成,其特征在于,串联谐振式变压器升压电路上还串联一可控电容的单元电路,该单元电路由一只附加谐振电容和两只单向开关元件组成,其中,所述的两只单向开关元件相反并联。

2. 根据权利要求 1 所述的一种功率可调的多频准谐振臭氧发生器电源,其特征在于,所述的单向开关元件是在 N 沟道增强型场效应管的漏极与源极回路中同向串联一快恢复功率二极管构成。

一种功率可调的多频准谐振臭氧发生器电源

技术领域

[0001] 本实用新型涉及臭氧的制备装置,具体涉及放电法制备臭氧的电源。

背景技术

[0002] 工业上采用介质阻挡放电法制备臭氧都会使用臭氧发生器电源,其工作原理为,在臭氧制备装置上施加交变的高压,当电压高于或等于装置的放电维持电压时,臭氧制备装置的气隙被击穿即产生臭氧。因此,臭氧发生器电源的设计直接影响臭氧制备的效率。目前的臭氧发生器电源采用的拓扑结构包括:正激式、反激式、推挽式、半桥、串联谐振等。然而正激式、反激式、推挽式拓扑电路虽然结构简单、成本低,但是输出功率受限制,仅能应用于小功率臭氧发生器电源;而半桥式拓扑电路输出功率较前几种拓扑结构都要高,但是单位周期内,只有半个周期能输出能量,因此效率较低;串联谐振拓扑电路虽然效率较高,输出功率大,但是其输出电压从零电压上升至放电电压所需时间较长,而且其输出功率不能够通过调节功率开关来调节,因此应用时受一定限制。2009年5月17日,在电力电子和运动控制会议上公开了一篇名为“Dual High Frequency Quasi-Resonant Inverter Circuit by Using Power MOSFET for Induction Heating”(作者:Yusuke Ishimaru, Kazuo Oka, Kazuki Sasou, Kouki Matsuse, Masayoshi Tsukahara)的论文,介绍了一种用于感应加热的双频准谐振拓扑结构的电源电路,该电路利用软开关技术可产生于2种不同谐振频率,具有工作频率高,电压上升时间快,输出功率大的特点,但是,该电路虽然能够克服之前所述拓扑电路存在的缺点,但是其输出功率不可调,且效率不高。

发明内容

[0003] 鉴于现有技术的不足,本实用新型提供一种改进的臭氧发生器电源,该电源具有功率可调且高效的优点。

[0004] 本实用新型解决上述问题的技术方案如下:

[0005] 一种功率可调的多频准谐振臭氧发生器电源,它具有软开关双频逆变电路,该电路由前置半桥开关电路、后置半桥开关电路和连接在所述两半桥开关电路节点上的串联谐振式变压器升压电路组成,其特征在于,串联谐振式变压器升压电路上还串联一可控电容的单元电路,该单元电路由一只附加谐振电容和两只单向开关元件组成,其中,所述的两只单向开关元件相反并联。

[0006] 为了提高开关速度,进一步降低功耗,本实用新型所述的臭氧发生器电源,其中所述的单向开关元件是在N沟道增强型场效应管的漏极与源极回路中同向串联一快恢复功率二极管构成。

[0007] 本实用新型所述的臭氧发生器电源,由于在串联谐振式变压器升压电路中串联了可控电容的单元电路,因此配以常规的控制电路可控制所述单向开关元件使所述的附加谐振电容接入或短路,从而在由前置半桥开关电路和后置半桥开关电路组成的逆变开关在一个工作周期内,所述的串联谐振式变压器升压电路可获得多种不同的谐振频率,以快速升

高输出电压,且该输出电压可长时间高于或等于放电电压,显著提高臭氧发生器的工作效率。此外,本实用新型还可通过改变所述单向开关元件的通断的时长来控制附加谐振电容接入时间的长短,进而调节输出功率大小。

附图说明

[0008] 图 1 为本实用新型所述的功率可调的多频准谐振臭氧发生器电源一个实施例的电路原理图;

[0009] 图 2 为图 1 的等效电原理图;

[0010] 图 3 为图 2 所示的电路在前半工作周期各模态的等效电原理图;

[0011] 图 4 为图 2 所示的电路在前半工作周期各模态下主要功率器件的电压和电流波形图。

具体实施方式

[0012] 参见图 1,图 1 所示为本实用新型所述的一个实施例的电路原理图,图中, $Q_1 \sim Q_6$ 为大电流 N 沟道增强型场效应管, $D_1 \sim D_6$ 为功率型快恢复二极管, C_1 和 C_2 为无极性高压电容,电容 C_d 、 C_g 和双向稳压管 D_z 为臭氧制备装置的等效电路,T 为变压器。

[0013] 参见图 1,图中 U_E 为直流输入电源,场效应管 Q_1 和 Q_2 ,二极管 D_1 和 D_2 构成所述前置半桥开关电路,场效应管 Q_3 和 Q_4 ,二极管 D_3 和 D_4 构成所述后置半桥开关电路;变压器 T 和串联在其初级上的电容 C_2 、电感 L_1 以及串联在其次级回路中的等效电容 C_d 、 C_g 构成所述串联谐振式变压器升压电路;场效应管 Q_5 与串联在其漏极与源极回路中的二极管 D_5 构成单向开关元件,场效应管 Q_6 与串联在其漏极与源极回路中的二极管 D_6 构成另一单向开关元件,所述的两单向开关元件反向并联于电容 C_1 上构成可控电容的单元电路;所述的串联谐振式变压器升压电路与所述的可控电容的单元电路串联后再跨接于前置半桥开关电路的节点与后置半桥开关电路的节点之间。

[0014] 为了便于描述,以下将图 1 中变压器 T 的次级电路均等效耦合至原边,所得到的等效电路如图 2 所示。

[0015] 参见图 3 和图 4,当电源工作时,在一个开关周期内,电源电路依次工作在 12 个工作模态,电源电路在稳态时循环工作于所述的 12 个工作模态,电路在正半周期 6 个工作模态,即模态 1 ~ 模态 6 时的电源等效电路如图 3a ~ 图 3f 所示,功率器件的电压电流波形如图 4 所示。所述的 12 个工作模态过程如下:

[0016] 模态 1 [$t_0 \sim t_1$]:在 t_0 时刻,场效应管 Q_1 、 Q_4 、 Q_5 导通,此时,由于电容 C_1 两端电压不能突变,场效应管 Q_5 反向偏置,二极管 D_1 ,场效应管 Q_1 ,电容 C_1 ,电感 L_1 ,电容 C_{d1} ,电容 C_{g1} 和场效应管 Q_4 构成回路,电容 C_1 、 C_{d1} 、 C_{g1} 和电感 L_1 产生谐振,谐振频率为 f_1 ,电容 C_1 、 C_{d1} 、 C_{g1} 的两端电压迅速上升,电感 L_1 电流 I_p 以较快速度上升,由于 Q_4 导通,电容 C_2 被短路;

[0017] 模态 2 [$t_1 \sim t_2$]:在 t_1 时刻,电容 C_1 升至 0V,此时场效应管 Q_5 解除反向偏置,电容 C_1 被短路,不参与谐振,此时二极管 D_1 、 D_5 ,场效应管 Q_1 、 Q_5 ,电感 L_1 ,电容 C_{d1} ,电容 C_{g1} 与场效应管 Q_4 构成回路,电容 C_{d1} 、 C_{g1} 和电感 L_1 产生谐振,谐振频率为 f_2 ,电容 C_{d1} 、 C_{g1} 的两端电压上升速度减慢,电感 L_1 电流 I_p 上升速度变慢;

[0018] 模态 3 [$t_2 \sim t_3$]:当 t_2 时刻,电容 C_{g1} 两端电压升至击穿电压 U_z ,臭氧发生器的气

隙被击穿从而生产臭氧。此时双向稳压管 D_z 导通, 电容 C_{g1} 被短路, 二极管 D_1 , 场效应管 Q_1 、 Q_5 , 电感 L_1 , 电容 C_{d1} , 双向稳压管 D_z 和场效应管 Q_4 构成回路, 电容 C_{d1} 和电感 L_1 产生谐振, 谐振频率为 f_3 , 电容 C_{d1} 和 C_{g1} 以较慢的速度开始放电;

[0019] 模态 4 [$t_3 \sim t_4$]: 当 t_3 时刻, 控制 Q_5 零电压关断, 电容 C_1 再次接入回路, 与电容 C_{d1} 和电感 L_1 产生谐振, 谐振频率为 f_4 , 电容 C_1 开始充电, 流过回路的电流开始以较快的速度减小;

[0020] 模态 5 [$t_4 \sim t_5$]: 控制场效应管 Q_4 在 t_4 时刻零电压关断, D_3 此时导通, 二极管 D_1 、 D_3 , 场效应管 Q_1 , 电感 L_1 , 电容 C_{d1} 、 C_1 、 C_2 和双向稳压管 D_z 构成回路, 电容 C_2 开始充电;

[0021] 模态 6 [$t_5 \sim t_6$]: 当电容 C_2 充满且电容 C_{d1} 、 C_1 、 C_{g1} 上电荷完全释放, 控制场效应管 Q_1 零电流关断, 至正半周期结束;

[0022] 模态 7 [$t_6 \sim t_7$]: 当 t_7 时刻, 场效应管 Q_2 、 Q_3 、 Q_6 导通, 由于电容 C_1 两端电压不能突变, 场效应管 Q_6 反向偏置, 场效应管 Q_2 、 Q_3 , 二极管 D_2 , 电容 C_1 、 C_2 、 C_{d1} 、 C_{g1} , 电感 L_1 和场效应管 Q_3 构成回路为电容 C_1 反向充电, 电容 C_2 开始放电, 电容 C_1 、 C_{d1} 、 C_{g1} 和电感 L_1 产生谐振, 谐振频率为 f_1 , 电容 C_1 、 C_{d1} 、 C_{g1} 的两端电压迅速上升, 电感 L_1 电流 I_p 以较快速度上升;

[0023] 模态 8 [$t_7 \sim t_8$]: 在 t_7 时刻, 电容 C_1 两端电压达到 0V, 此时场效应管 Q_6 解除反向偏置, C_1 被短路, 不参与谐振, 场效应管 Q_2 、 Q_3 , 二极管 D_2 、 D_6 , 电容 C_2 、 C_{d1} 、 C_{g1} , 电感 L_1 和场效应管 Q_3 构成回路, 电容 C_{d1} 、 C_{g1} 和电感 L_1 产生谐振, 谐振频率为 f_2 , 电容 C_{d1} 、 C_{g1} 的两端电压上升速度减慢, 电感 L_1 电流 I_p 上升速度变慢;

[0024] 模态 9 [$t_8 \sim t_9$]: 当 t_8 时刻, 电容 C_{g1} 两端电压升至击穿电压 U_z , 电容 C_{g1} 两端电压升至击穿电压 U_z , 臭氧发生器的气隙被击穿从而生产臭氧。此时双向稳压管 D_z 导通, 电容 C_{g1} 被短路, 场效应管 Q_2 、 Q_3 , 二极管 D_2 、 D_6 , 电容 C_2 、 C_{d1} 、 D_z , 电感 L_1 和场效应管 Q_3 构成回路, 电容 C_{d1} 和电感 L_1 产生谐振, 谐振频率为 f_3 , 电容 C_{d1} 和 C_{g1} 以较慢的速度开始放电;

[0025] 模态 10 [$t_9 \sim t_{10}$]: 当 t_9 时刻, 控制 Q_6 零电压关断, D_6 也随之截止, 电容 C_1 再次接入回路, 与电容 C_{d1} 和电感 L_1 产生谐振, 谐振频率为 f_4 , 电容 C_1 开始充电, 流过回路的电流开始以较快的速度减小;

[0026] 模态 11 [$t_{10} \sim t_{11}$]: 电容 C_{g1} 的两端电压在 t_{10} 时刻降至击穿电压 U_z 以下, 电容 C_{g1} 再次被接入回路, 电容 C_1 、 C_{d1} 、 C_{g1} 和电感 L_1 产生谐振, 频率为 f_1 , 至 t_{11} 时刻, 回路电流降至 0, 此时电容 C_1 两端电压为 $-U_{C1}$;

[0027] 模态 12 [$t_{11} \sim t_{12}$]: 控制场效应管 Q_2 、 Q_3 在 t_{11} 时刻零电压关断, 至此, 一个周期结束。

[0028] 由上面的描述可见, 在一个周期内电容 C_1 被接入和短路两次, 从而使所述的串联谐振式变压器升压电路产生不同的谐振频率, 快速升高输出电压, 且该输出电压可长时间高于或等于臭氧发生器的放电电压, 可显著提高臭氧发生器的工作效率。

[0029] 实际应用中, 还可根据臭氧制备量的大小, 即负载大小, 在模态 4 和模态 10 时, 分别控制场效应管 Q_5 和 Q_6 的占空比, 即可实现调节输出功率的目的。

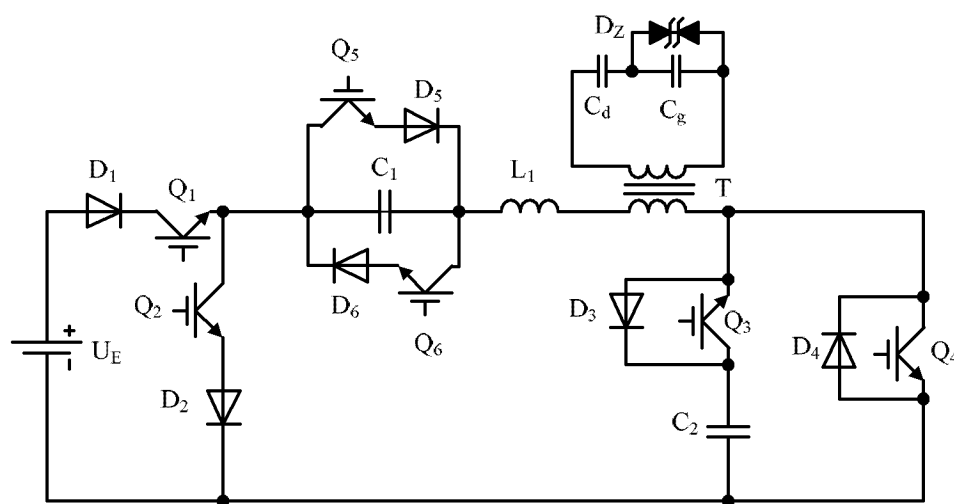


图 1

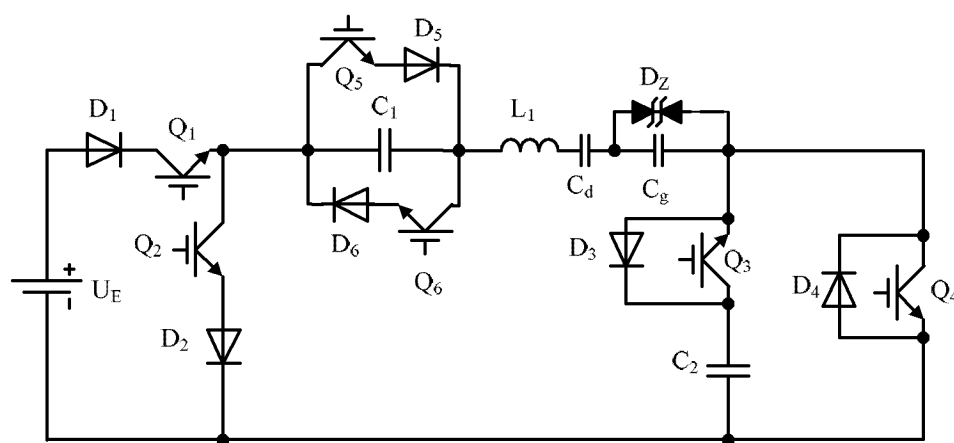


图 2

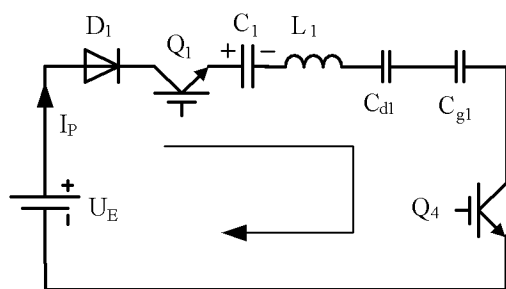


图3a

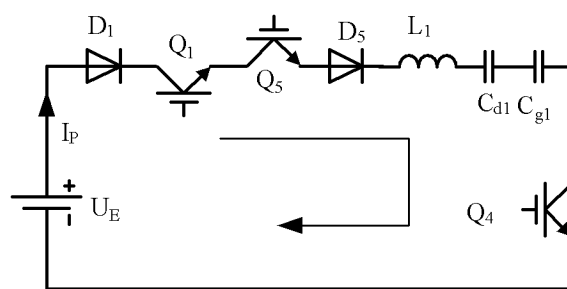


图3b

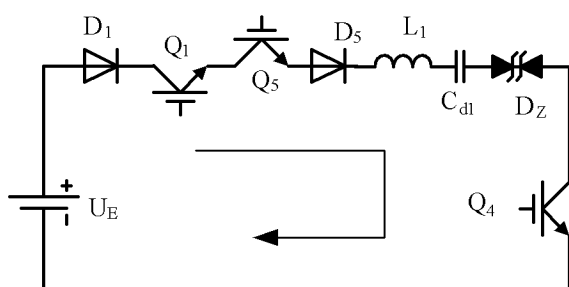


图3c

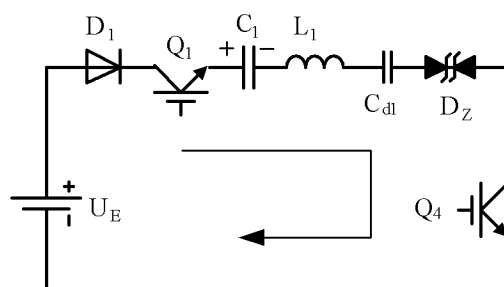


图3d

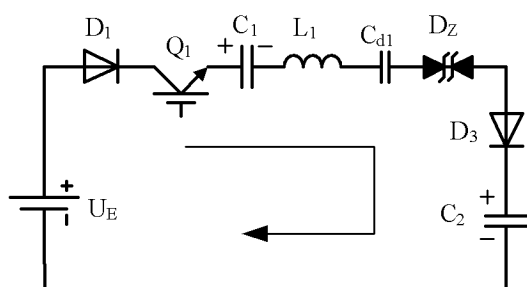


图3e

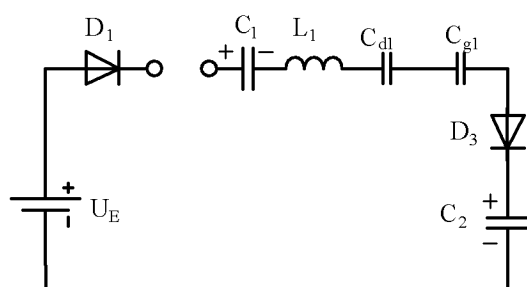


图3f

图 3

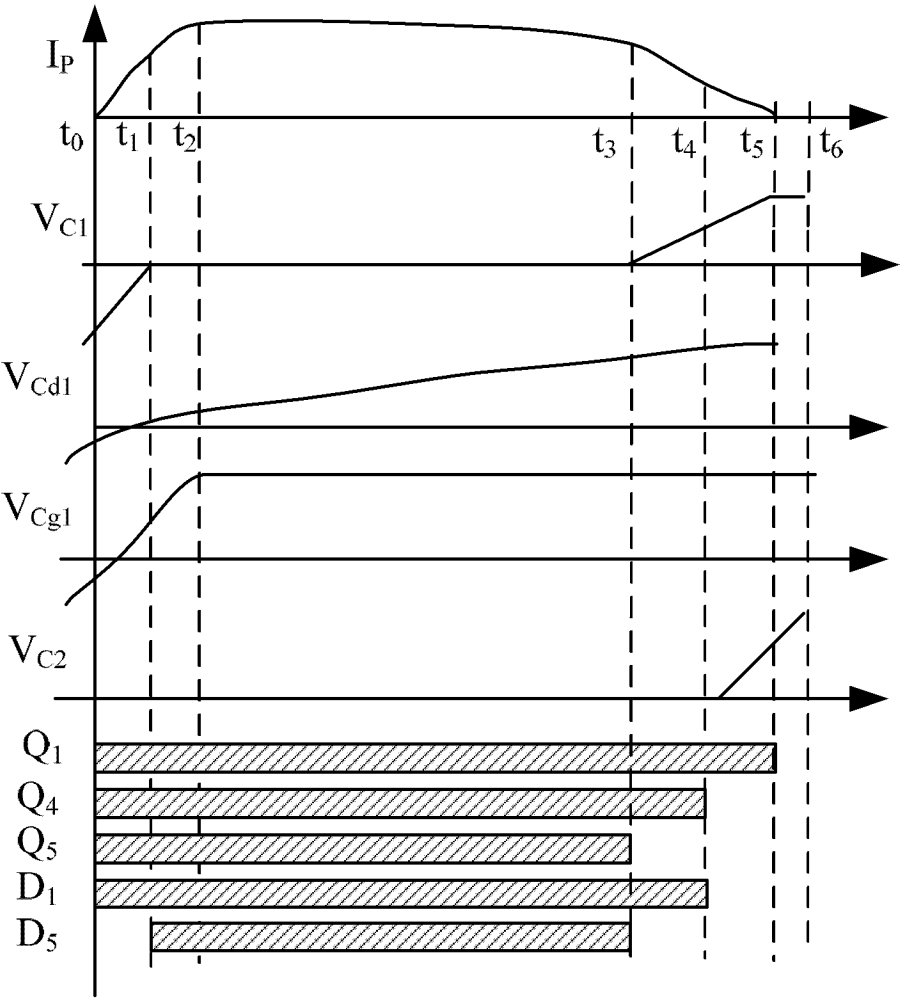


图 4