



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114520604 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 20

(21) 申请号 202210216820.9

(22) 申请日 2022.03.07

(71) 申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72) 发明人 董守龙 姚陈果 余亮

(74) 专利代理机构 重庆缙云专利代理事务所

(特殊普通合伙) 50237

专利代理师 王翔

(51) Int. Cl.

H02M 11/00 (2006.01)

H03K 3/57 (2006.01)

H02M 9/02 (2006.01)

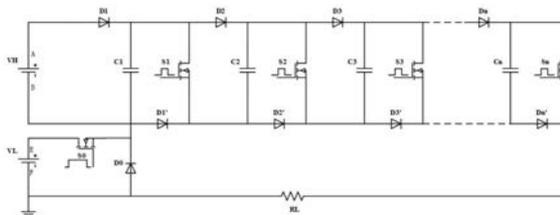
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

带有直流偏置的高压脉冲源

(57) 摘要

本发明公开带有直流偏置的高压脉冲源,放电过程为:开关管S1、...、开关管Sn在t1-t2时刻导通,电容C1、电容C2、...、电容Cn串联向负载电阻RL放电,脉冲的脉宽为t2-t1;负载RL上的电压 $V_{RL} = VC_1 + VC_2 + VC_3 + \dots + VC_n$;VCn为电容Cn的电压;开关管S1、...、开关管Sn、二极管D1、...、二极管Dn在t2-t3时刻关断,开关管S0、二极管D0、二极管D1'、...、二极管Dn'在t2-t3时刻导通,低压电源VL向负载电阻RL放电。本发明可以输出直流偏置型高压脉冲电场,从而为不可逆电穿孔联合电解效应治疗肿瘤提供了一种脉冲形成电路。本发明可以输出高压脉冲电场,同时还可以输出低压的直流偏置电压,持续为负载提供低压直流。



1. 带有直流偏置的高压脉冲源,其特征在于,电路拓扑如下所示:

记所述高压电源VH正极所在一端为A,负极所在一端为B,低压电源VL正极所在一端为E,负极所在一端为F。

高压电源VH的A端连接二极管D1的阳极;二极管D1的阴极串联电容C1后连接二极管D0的阴极;二极管D0的阳极接地;

二极管D1的阴极连接开关管S1的漏极;开关管S1的栅极悬空;开关管S1的源极连接二极管D1'的阴极;

二极管D1的阴极连接二极管D2的阳极;

二极管Di的阳极连接二极管Di-1的阴极,二极管Di的阴极连接二极管Di+1的阳极; $i=2,3,\dots,n$;n为正整数;

二极管Di的阴极串联电容Ci后连接二极管Di'的阳极;二极管Di'的阳极连接二极管Di-1'的阴极;二极管Di'的阴极连接二极管Di+1'的阳极;

二极管Di的阴极连接开关管Si的漏极;开关管Si的栅极悬空;开关管Si的源极连接二极管Di'的阴极;

二极管Dn'的阴极串联负载电阻RL后接地;

开关管Sn的源极串联负载电阻RL后接地;

低压电源的E端连接开关管S0的漏极;开关管S0的栅极悬空;开关管S0的源极连接二极管D0的阴极;

低压电源的F端接地。

2. 根据权利要求1所述的带有直流偏置的高压脉冲源,其特征在于:所述开关管包括MOSFET开关管。

3. 根据权利要求1所述的带有直流偏置的高压脉冲源,其特征在于:高压脉冲源充电时,二极管D0、二极管D1、...、二极管Dn、二极管D1'、...、二极管Dn'导通,高压直流电源VH通过二极管向电容C1、电容C2、...、电容Cn并联充电。

4. 根据权利要求1所述的带有直流偏置的高压脉冲源,其特征在于:高压脉冲源放电过程如下:

开关管S1、...、开关管Sn在 t_1-t_2 时刻导通,电容C1、电容C2、...、电容Cn串联向负载电阻RL放电,脉冲的脉宽为 t_2-t_1 ;负载RL上的电压 $V_{RL}=V_{C1}+V_{C2}+V_{C3}+\dots+V_{Cn}$;VCn为电容Cn的电压;

开关管S1、...、开关管Sn、二极管D1、...、二极管Dn在 t_2-t_3 时刻关断,开关管S0、二极管D0、二极管D1'、...、二极管Dn'在 t_2-t_3 时刻导通,低压电源VL向负载电阻RL放电。

5. 根据权利要求4所述的带有直流偏置的高压脉冲源,其特征在于:重复高压脉冲源放电过程,从而在负载RL上形成带有直流偏置电压的高压脉冲。

带有直流偏置的高压脉冲源

技术领域

[0001] 本发明涉及脉冲领域,具体是带有直流偏置的高压脉冲源。

背景技术

[0002] 脉冲电场不可逆电穿孔技术在临床肿瘤微创治疗中取得了卓越的成效,其具有非热、选择性、可控等优势,其主要的作用机理是采用高压脉冲诱导细胞膜发生不可逆电穿孔,从而导致细胞坏死和凋亡,达到治疗肿瘤的目的。但是目前脉冲电场不可逆电穿孔的消融区域有限,一般适合用于3cm以内的肿瘤治疗。因此采用一定技术扩大其消融疗效迫在眉睫。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供带有直流偏置的高压脉冲源,电路拓扑如下所示:

[0004] 记高压电源VH正极所在一端为A,负极所在一端为B,低压电源VL正极所在一端为E,负极所在一端为F;

[0005] 高压电源VH的A端连接二极管D1的阳极;二极管D1的阴极串联电容C1后连接二极管D0的阴极;二极管D0的阳极接地;

[0006] 二极管D1的阴极连接开关管S1的漏极;开关管S1的栅极悬空;开关管S1的源极连接二极管D1'的阴极;

[0007] 二极管D1的阴极连接二极管D2的阳极;

[0008] 二极管Di的阳极连接二极管Di-1的阴极,二极管Di的阴极连接二极管Di+1的阳极; $i=2,3,\dots,n$;n为正整数;

[0009] 二极管Di的阴极串联电容Ci后连接二极管Di'的阳极;二极管Di'的阳极连接二极管Di-1'的阴极;二极管Di'的阴极连接二极管Di+1'的阳极;

[0010] 二极管Di的阴极连接开关管Si的漏极;开关管Si的栅极悬空;开关管Si的源极连接二极管Di'的阴极;

[0011] 二极管Dn'的阴极串联负载电阻RL后接地;

[0012] 开关管Sn的源极串联负载电阻RL后接地;

[0013] 低压电源的E端连接开关管S0的漏极;开关管S0的栅极悬空;开关管S0的源极连接二极管D0的阴极;

[0014] 低压电源的F端接地。

[0015] 进一步,所述开关管包括MOSFET开关管。

[0016] 进一步,高压脉冲源充电时,二极管D0、二极管D1、...、二极管Dn、二极管D1'、...、二极管Dn'导通,高压直流电源VH通过二极管向电容C1、电容C2、...、电容Cn并联充电。

[0017] 进一步,高压脉冲源放电过程如下:

[0018] 开关管S1、...、开关管Sn在 t_1-t_2 时刻导通,电容C1、电容C2、...、电容Cn串联向负载电阻RL放电,脉冲的脉宽为 t_2-t_1 ;负载RL上的电压 $V_{RL}=V_{C1}+V_{C2}+V_{C3}+\dots+V_{Cn}$;VCn为电容

Cn的电压；

[0019] 开关管S1、…、开关管Sn、二极管D1、…、二极管Dn在t2-t3时刻关断，开关管S0、二极管D0、二极管D1'、…、二极管Dn'在t2-t3时刻导通，低压电源VL向负载电阻RL放电。

[0020] 进一步，重复高压脉冲源放电过程，从而在负载RL上形成带有直流偏置电压的高压脉冲。

[0021] 本发明的技术效果是毋庸置疑的，本发明提出了一种带有直流偏置的高压脉冲发生电路，可以输出直流偏置型高压脉冲电场，从而为不可逆电穿孔联合电解治疗肿瘤提供了一种脉冲形成电路。本发明可以输出高压脉冲电场，同时还可以输出低压的直流偏置电压，持续为负载提供低压直流。本发明应用在肿瘤组织时，可以引起细胞电解，导致细胞死亡。

附图说明

[0022] 图1为主电路拓扑结构；

[0023] 图2为带有四级高压模块的脉冲电路拓扑；

[0024] 图3为高压脉冲电路充电回路；

[0025] 图4为高压脉冲放电回路；

[0026] 图5为直流偏置电路放电回路；

[0027] 图6为脉冲源控制时序及输出波形示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合实施例对本发明作进一步说明，但不应该理解为本发明上述主题范围仅限于下述实施例。在不脱离本发明上述技术思想的情况下，根据本领域普通技术知识和惯用手段，做出各种替换和变更，均应包括在本发明的保护范围内。

[0029] 实施例1：

[0030] 参见图1至图6，带有直流偏置的高压脉冲源，电路拓扑如下所示：

[0031] 记高压电源VH正极所在一端为A，负极所在一端为B，低压电源VL正极所在一端为E，负极所在一端为F；

[0032] 高压电源VH的A端连接二极管D1的阳极；二极管D1的阴极串联电容C1后连接二极管D0的阴极；二极管D0的阳极接地；

[0033] 二极管D1的阴极连接开关管S1的漏极；开关管S1的栅极悬空；开关管S1的源极连接二极管D1'的阴极；

[0034] 二极管D1的阴极连接二极管D2的阳极；

[0035] 二极管Di的阳极连接二极管Di-1的阴极，二极管Di的阴极连接二极管Di+1的阳极； $i=2,3,\dots,n$ ；n为正整数；

[0036] 二极管Di的阴极串联电容Ci后连接二极管Di'的阳极；二极管Di'的阳极连接二极管Di-1'的阴极；二极管Di'的阴极连接二极管Di+1'的阳极；

[0037] 二极管Di的阴极连接开关管Si的漏极；开关管Si的栅极悬空；开关管Si的源极连接二极管Di'的阴极；

[0038] 二极管Dn'的阴极串联负载电阻RL后接地；

- [0039] 开关管 S_n 的源极串联负载电阻 R_L 后接地；
- [0040] 低压电源的E端连接开关管 S_0 的漏极；开关管 S_0 的栅极悬空；开关管 S_0 的源极连接二极管 D_0 的阴极；
- [0041] 低压电源的F端接地。
- [0042] 所述开关管包括MOSFET开关管。
- [0043] 高压脉冲源充电时，二极管 D_0 、二极管 D_1 、 \dots 、二极管 D_n 、二极管 D_1' 、 \dots 、二极管 D_n' 导通，高压直流电源 V_H 通过二极管向电容 C_1 、电容 C_2 、 \dots 、电容 C_n 并联充电。
- [0044] 高压脉冲源放电过程如下：
- [0045] 开关管 S_1 、 \dots 、开关管 S_n 在 t_1-t_2 时刻导通，电容 C_1 、电容 C_2 、 \dots 、电容 C_n 串联向负载电阻 R_L 放电，脉冲的脉宽为 t_2-t_1 ；负载 R_L 上的电压 $V_{RL}=V_{C1}+V_{C2}+V_{C3}+\dots+V_{Cn}$ ； V_{Cn} 为电容 C_n 的电压；
- [0046] 开关管 S_1 、 \dots 、开关管 S_n 、二极管 D_1 、 \dots 、二极管 D_n 在 t_2-t_3 时刻关断，开关管 S_0 、二极管 D_0 、二极管 D_1' 、 \dots 、二极管 D_n' 在 t_2-t_3 时刻导通，低压电源 V_L 向负载电阻 R_L 放电。
- [0047] 重复高压脉冲源放电过程，从而在负载 R_L 上形成带有直流偏置电压的高压脉冲。
- [0048] 实施例2：
- [0049] 带有直流偏置的高压脉冲源，电路拓扑如图2所示，描述其工作过程。
- [0050] 图3、图4、图5和图6为该直流偏置型高压脉冲发生电路的工作模式和控制方法。该电路主要包括2种工作模式，A充电模式，B放电模式。
- [0051] A充电模式
- [0052] 在 $0-t_1$ 时刻， S_0 和 S_i ($i=1, 2, 3, 4$) 断开，电路处于充电模式，高压直流电源 V_H 通过二极管向电容 C_i ($i=1, 2, 3, 4$) 并联充电，每个电容充电后的电压为 V_H 。
- [0053] B放电模式
- [0054] 在 t_1-t_2 时刻， S_i ($i=1, 2, 3, 4$) 导通，电路处于放电模式，各个电容 C_i ($i=1, 2, 3, 4$) 串联向负载电阻 R_L 放电，放电回路如图4红色虚线所示。此时负载 R_L 上的电压为4个电容电压的和 $V_{RL}=4V_H=V_{C1}+V_{C2}+V_{C3}+V_{C4}$ 。脉冲的脉宽为 t_2-t_1 。当然，可以控制不同开关的导通，实现输出不同电流幅值的电流脉冲。通过控制开关的导通频率，可以实现不同频率的脉冲。
- [0055] 在 t_2-t_3 时刻， S_0 导通， S_i ($i=1, 2, 3, 4$) 断开，此时 V_L 将通过开关 S_0 和 D_i' ($i=1, 2, 3, 4$) 向负载电阻放电，负载电阻电压为 V_L ，持续时间一直到下次高压脉冲放电，由此在负载 R_L 上形成持续的直流偏置电压。
- [0056] 最后以此循环，可以实现在负载电阻上形成带有直流偏置电压的高压脉冲。
- [0057] 综合附图1-附图6，本发明提出的带有直流偏置电压的高压脉冲发生电路，可以实现输出带有偏置的高压脉冲波形。

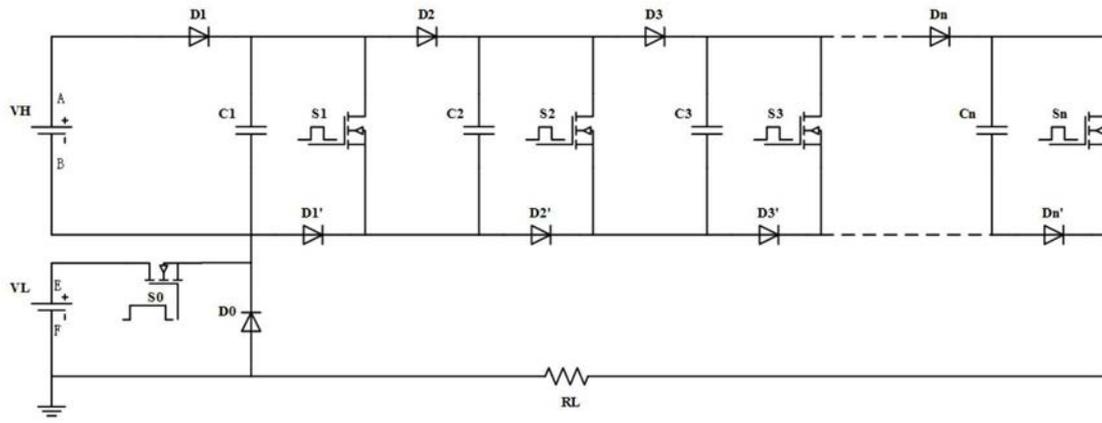


图1

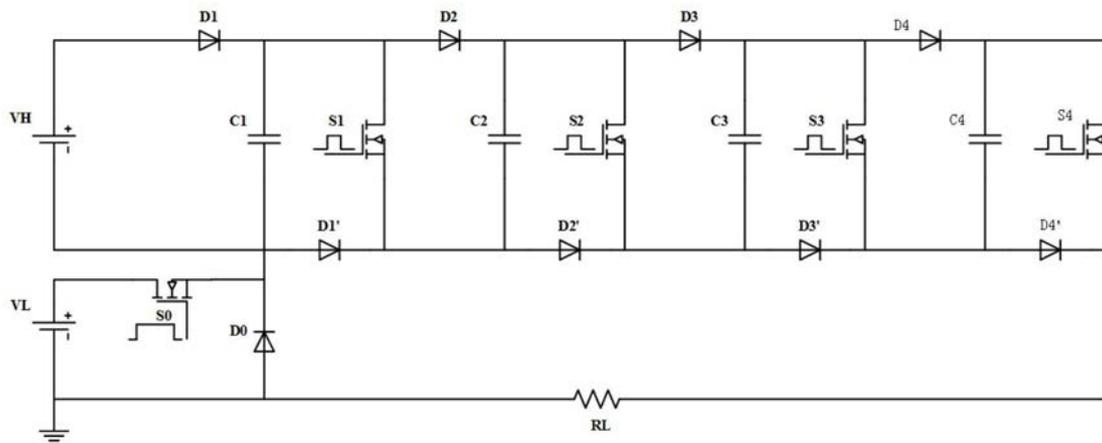


图2

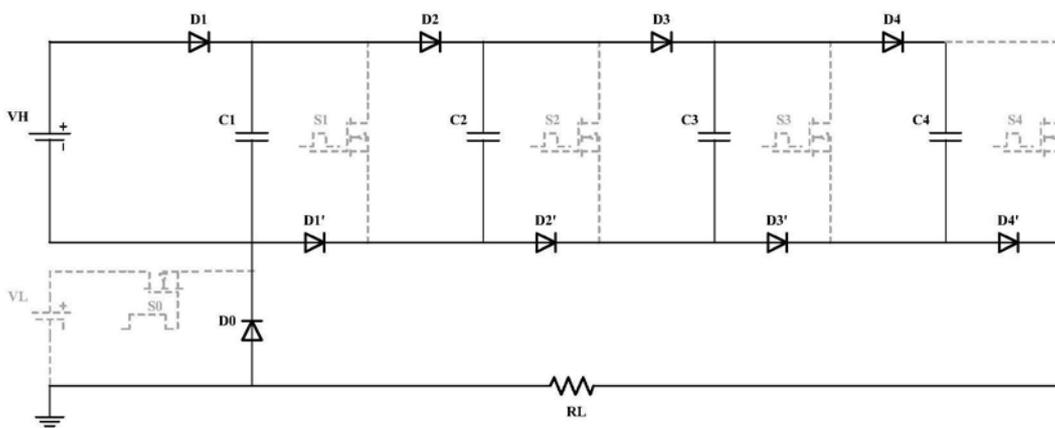


图3

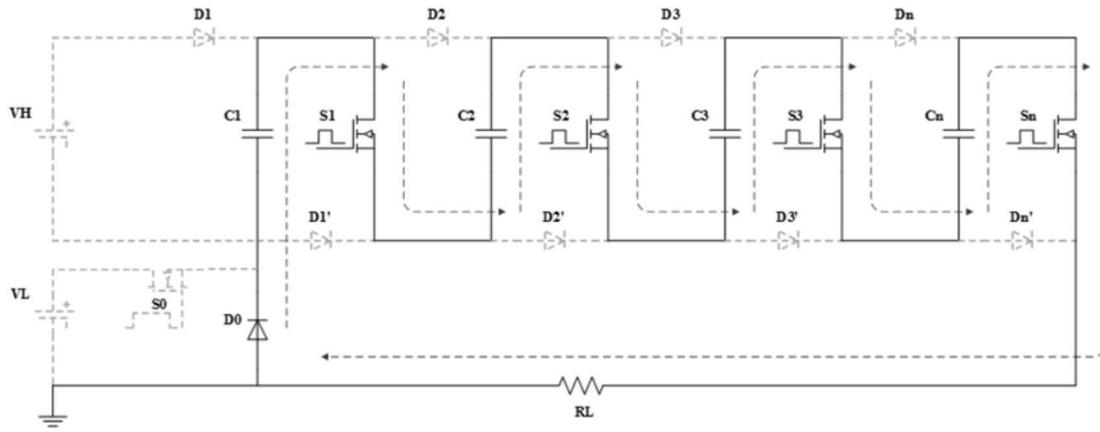


图4

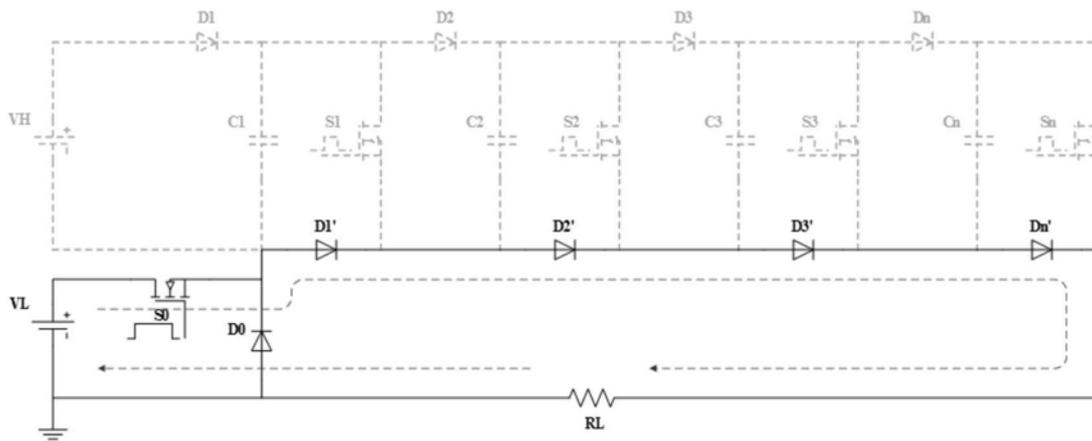


图5

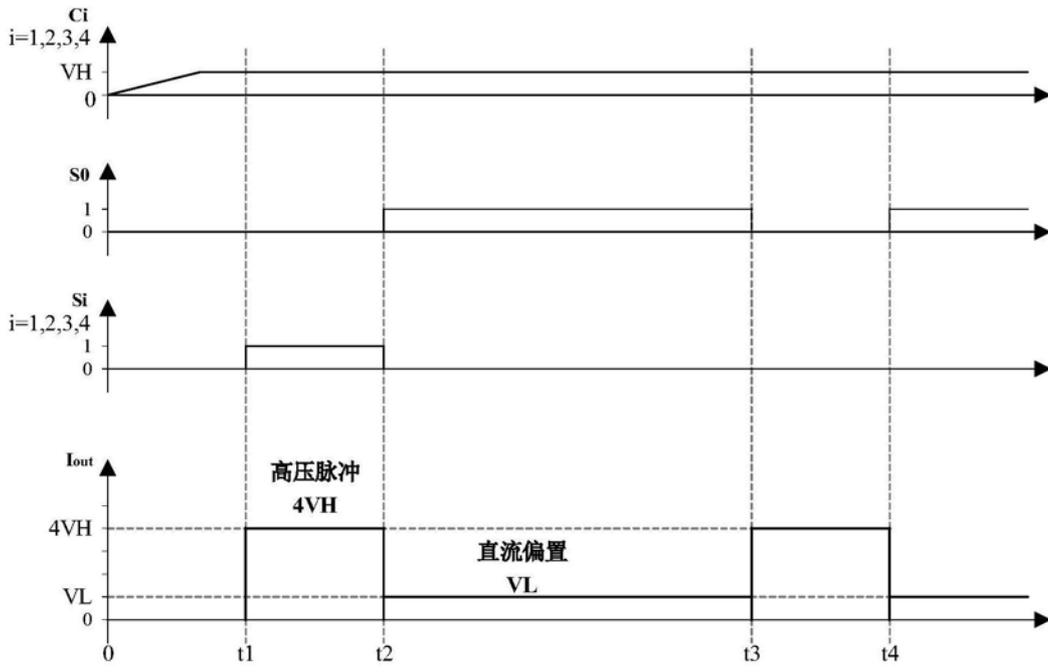


图6