



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112994658 A

(43) 申请公布日 2021.06.18

(21) 申请号 202110272907.3

(22) 申请日 2021.03.14

(71) 申请人 国网内蒙古东部电力有限公司呼伦贝尔供电公司

地址 021000 内蒙古自治区呼伦贝尔市海拉尔区学府路12号

申请人 郑州大学 国家电网有限公司

(72) 发明人 罗永利 吕彦鹏 王鹏浩 王振伟 朱家炜 葛国伟 邴龙 程显

(51) Int. Cl.

H03K 3/017 (2006.01)

H03K 3/02 (2006.01)

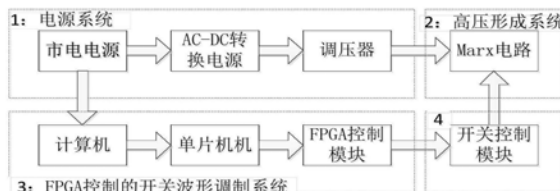
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源

(57) 摘要

本发明公开了一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源,包括电源系统、开关控制系统、高压形成系统和FPGA控制的开关波形调制系统。其中高压形成系统包括了若干级,每一级包括Marx电路和开关电路。所述的Marx电路接入电源系统。通过Marx结构先进行各级并联对电容进行充电,通过控制开关的导通使各级电容进行串联放电,产生的高电压在一定的脉宽可以持续,再通过FPGA控制开关的时序导通时间和开关导通的时间长度,从而可以得到偏置的输出电压波形,本系统的特点是在每一级Marx电路模块可以并联两个开关,通过FPGA控制两个开关的导通和关断时间,从而可以控制该级电路中电容的放电与否,本发明以最后一级两个MOSEFET开关为例得到相应的波形。通过灵活的开关控制方式,可以实现幅值可调、输出脉宽可调、重复频率可调、输出的波形可调等功能。



1. 一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源,其特征在于:包括电源系统(1)、高压形成系统(2)、FPGA控制的开关波形调制系统(3)和开关控制系统(4);

所述电源系统(1)对其他系统实现供电;

所述系统(2)是对开关的时序进行控制的部分,所产生的控制信号作用在开关控制系统(4)上,实现对开关的导通时间以及脉宽进行控制;

所述电源系统(1)通过整流成直流对高压系统(2)进行充电,在通过开关控制系统(4)以及FPGA控制的开关波形调制系统(3)进行导通放电,产生所需要的理想波形。

2. 根据权利要求1所述的一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源,其特征在于:所述FPGA控制的开关波形调制系统(3)包括计算机、单片机和FPGA控制模块。单片机解析计算机系统发送来的控制信号,然后将该信号经过处理后转换为FPGA控制模块中,FPGA控制模块根据传入的参数输出相应的控制信号波形。此部分产生的控制波形作用在开关控制系统(4)中。

3. 根据权利要求1所述的一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源,其特征在于:所述电源系统(1)包括市电电源、以及有市电电源供电的整流后的直流供电模块,通过调压器控制电压的高低给Marx电路(2)中的储能电容充电。其中,市电给系统(3)供电。市电电源直接的或者间接地给本系统需要供电的模块提供电能。

4. 根据权利要求1所述的一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源,其特征在于:所述开关控制系统(4)包括光纤传输线路、Mosfet开关,通过控制开关的导通和关断时序来达到对输出电压幅值的控制。通过开关的导通可以把Marx电路中的某一级或几级进行短路从而获得输出的电压波形。

## 一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源

### 技术领域

[0001] 本发明属于电气工程高压脉冲功率领域,具体涉及一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源。

### 背景技术

[0002] 基于Marx发生器的基本原理都是采用将长时间储存的能量在较短时间内或者较小的空间内释放出来,以此来获得脉冲高电压的目的。目前主要产生高压脉冲的电路主要有Marx电路、振荡电路、磁压缩结构等电路拓扑结构,每一种电路都有自己的优缺点。Marx电路的结构简单,采用“并联充电、串联放电”的形式,适用于产生高压脉冲。通过不同级数的电路以及电容容量和充电电压的高低,可以获得不同等级的高压脉冲。本结构提出的基于Marx结构的主要是结合了开关控制系统,通过每一级Marx结构储能电容两端的开关的导通和关断时序,来获得不同的电压波形。此种方法是一种灵活控制结构,其输出的电压幅值、脉宽、周期的参数调节范围更加灵活,有效利用了Marx电路结构和开关的灵活控制系统。此种结构产生的电压脉冲波形可以应用到等离子体射流、脉冲生物电学等领域。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种结合Marx电路和开关控制系统的拓扑结构,吸取了Marx电路的充放电和开关灵活控制的优点,在输出的脉冲电压上可以获得不同幅值的电压波形,使用范围更广泛。其结合了Marx电路和开关控制系统组成脉冲源,实现了幅值可调、输出脉宽可调、输出波形可调、周期可调等功能。

[0004] 为实现本发明目的而采用的技术方案是这样的,一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源,其特征在于:包括电源系统、控制系统、高压形成系统。

[0005] 进一步地,所述电源系统对整个系统供电。

[0006] 进一步地,所述开关控制系统对开关拓扑结构进行控制,实现对开关的导通和关断。

[0007] 进一步地,所述高压形成系统包括若干级,每一级包括隔离电阻、接地电阻、储能电容和开关。所述Marx电路接入电源系统。所述FPGA控制系统通过控制开关接入Marx电路中。

[0008] 进一步地,值得注明的是,本发明是基于Marx电路的结构,主要原理是通过外加的直流电源对各级电容器并联充电,然后控制开关器件的导通实现形成串联放电,从而输出高压脉冲。

[0009] 进一步地,所述开关控制系统以及FPGA控制的开关波形调制系统。这两部分系统是控制与被控制的关系,先是FPGA控制模块接收到计算机系统发来的控制信号,FPGA控制模块则根据传入的参数输出相应的控制信号波形。这时产生的信号波形作用在开关上,每一级的开关采用不同的控制策略,即作用在开关上的导通和关断时间以及导通和关断的脉宽不同,从而获得不同级数的电容放电,获得不同参数的电压波形。

[0010] 进一步地,所述高压形成系统主要包含充电电阻、接地电阻、储能电容、触发开关。所述电源系统中的通过AC-DC整流成直流电,再通过接入调压器调节不同的充电电压,输出的直流电通过Marx电路的充电电阻给电容器充电。高压形成系统中的Marx电路通过信号传输线来控制固态半导体器件的控制极,用于控制固态开关按照一定的时序进行导通或关断。

[0011] 进一步地,本发明的思路是采用在各级Marx电路中的开关器件侧多加一个将控制开关,以此来控制每一级电容器的放电,通过灵活的开关控制每一级电容器的放电,来获得需要的不同脉冲电压波形。

[0012] 进一步地,本系统采用固态开关器件可以实现快速的上升沿和较高的重复频率,配合FPGA控制系统可以达到很好的操控性。

[0013] 进一步地,本系统构成的脉冲源具有如下的优良效果:因为此脉冲源采用全固态器件开关,相比较于传统的气体火花开关或者真空开关,更加易于控制,能够产生更高频率的脉冲。本脉冲源采用FPGA可以精确的控制输出脉冲的各种参数和控制脉冲输出的时刻。

[0014] 进一步地,本发明的技术效果是显而易见的,采用固态器件作为开关构成Marx电路,可以通过在电容的两端加上两个固态开关,通过控制不同开关的导通和关断时序,来获得不同的输出电压波形,通过仿真验证以后,完全可行。

[0015] 本发明的有益效果为:

[0016] 1.通过控制每一级的开关的开断和导通时间,从而使这一级的Marx电路接入电路中,最终在负载上可以产生不同幅值和波形的脉冲。

[0017] 2.通过产生的可调波形,可以有效地作用在细胞上面,用于细胞穿孔的治疗探索应用。

[0018] 3.通过FPGA控制系统,与每一级Marx电路上的开关配合,每一级电容侧可以并联两个MOSFET开关,使用FPGA控制系统调节每一级开关的导通和关断时间,从而可以让其中的一个开关短路,把这一级Marx的电容短路,从而可以降低输出电压的幅值,其它级的开关可以类似调节控制。

## 附图说明

[0019] 如图1所示是基于一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源的结构图。

[0020] 如图2所示是电路原理图。

[0021] 如图3所示是按照上述方式实验以后输出的典型波形图。

## 具体实施方式

[0022] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本实用发明实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。

[0023] 实施例如下

[0024] 一种基于Marx发生器的可调波形的脉冲源,其特征在于:包括电源系统(1)、高压形成系统(2)、FPGA控制的开关波形调制系统(3)和开关控制系统(4)

[0025] 所述电源系统包括市电电源,AC-DC整流转换装置,调压器。其中市电电源接入220V的交流电,通过AC-DC系统转换成直流电,再根据所需要充电的电压高低用调压器进行

调节。

[0026] 所述FPGA控制系统包括计算机、单片机和FPGA控制模块。操作人员可以将需要的控制开关的脉冲波形参数输入到计算机上的软件系统中,计算机的软件系统通过运算与转换将数据传输到单片机上,然后单片机再将接收到的数据进行提取之后发送给FPGA,FPGA根据单片机传来的数据输出制定的波形,根据传输作用在开关上。此种控制方法最大的特点就是并行计算,非常适合时序控制。

[0027] 所述开关控制系统主要是由开关的导通和关断来实现,当开关导通时,此时实现电容的串联放电,可以得到输出的脉冲电压,此时再通过FPGA控制系统调控与电容并联的开关,当此开关导通时,相当于把一级电容短路,从而降低了输出电压的幅值,以此来实现脉冲电压输出波形。

[0028] 所述高压形成系统主要是Marx电路所构成的,其中包括了隔离电阻、接地电阻、电容器。每一级的电容器之间的隔离方式可以采用电感隔离、电阻隔离、二极管隔离,本设计采用电阻隔离的方式。

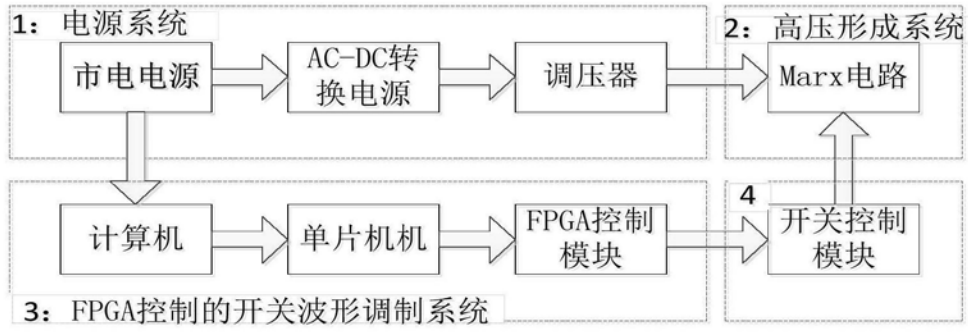


图1

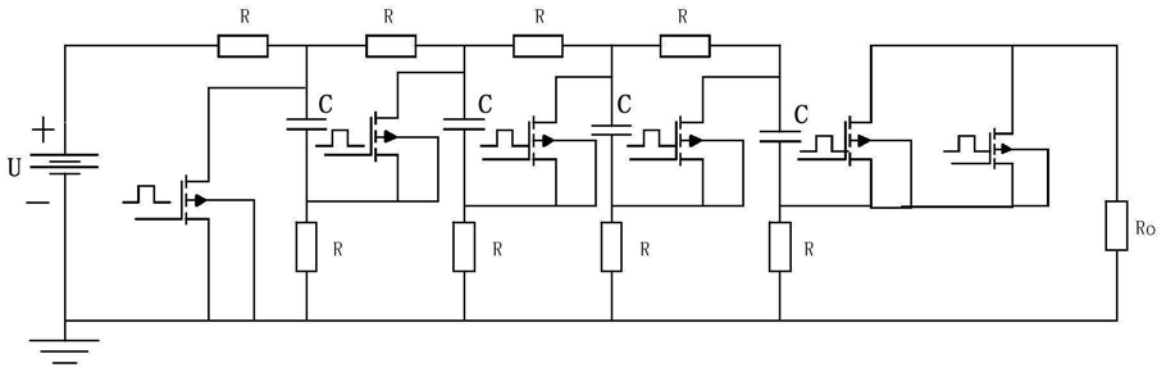


图2

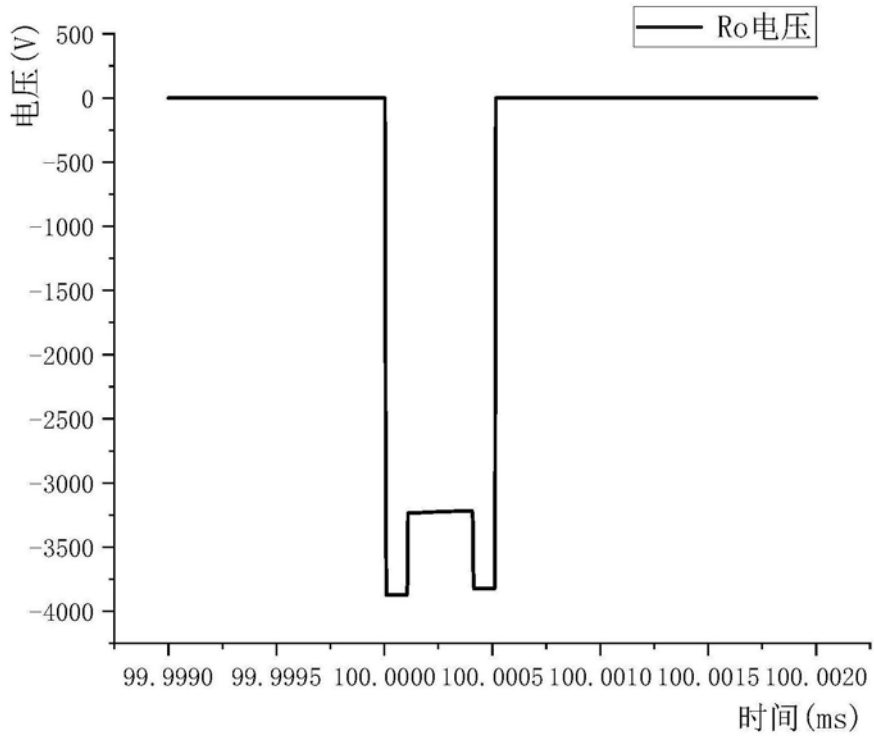


图3