



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109212447 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201810928236.X

G01R 1/28 (2006.01)

(22) 申请日 2018.08.14

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109212447 A

US 4419628 A, 1983.12.06
US 2015/0008936 A1, 2015.01.08

(43) 申请公布日 2019.01.15

CN 103529255 A, 2014.01.22
CN 202093065 U, 2011.12.28

(73) 专利权人 国网陕西省电力公司电力科学研
究院

CN 106093734 A, 2016.11.09
CN 102427346 A, 2012.04.25

地址 710054 陕西省西安市友谊东路308号

CN 207490885 U, 2018.06.12

专利权人 西安交通大学

KR 10-2011-0047008 A, 2011.05.06

陕西中试电力科技有限公司

JP 特开平11-153640 A, 1999.06.08

(72) 发明人 牛博 裴哲浩 李晓昂 王森
任双赞 张璐 杨鼎革 李毅
宋元峰 薛军 王辰曦 吴子豪
高健 李文慧 张乔根

CN 203224537 U, 2013.10.02
US 6420878 B1, 2002.07.16

CN 106093734 A, 2016.11.09
CN 103560770 A, 2014.02.05

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责
任公司 61200

CN 203574619 U, 2014.04.30
CN 104764911 A, 2015.07.08

CN 104764912 A, 2015.07.08

代理人 徐文权

审查员 黄金霞

(51) Int. Cl.

G01R 35/00 (2006.01)

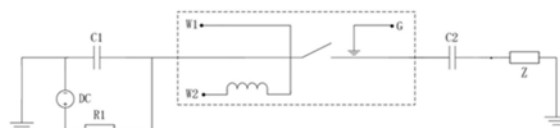
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种便携式快脉冲发生装置及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种便携式快脉冲发生装置及其制作方法,包括:高频PCB电路板、主回路结构、副回路结构、电源和负载;主回路结构和副回路结构均搭建在高频PCB电路板上;主回路结构包括主电容 C_1 、水银开关和滤波模块;主回路结构的所有元器件处于一条直线上;副回路结构包括高压直流电压源和充电电阻 R_1 ;高压直流电压源和充电电阻 R_1 用于构成主电容 C_1 的充电回路;电源用于高压直流电压源的供电;电源同时用于水银开关的触发;负载通过SMA插头和SMA插座与高频PCB电路板连接。本发明将用于产生标定用电磁波的信号源小型化,可满足现场实际工况下局部放电测量用特高频传感器的标定需求。



1. 一种便携式快脉冲发生装置,其特征在于,包括:高频PCB电路板、主回路结构、副回路结构、电源和负载;主回路结构和副回路结构均搭建在高频PCB电路板上;高频PCB电路板上设置有接地线和信号线;

主回路结构包括主电容 C_1 、水银开关和滤波模块;主电容 C_1 的一个引脚与高频PCB电路板的接地线相连接,主电容 C_1 的另一个引脚通过水银开关与滤波模块的一端连接,滤波模块的另一端与高频PCB电路板的信号线连接;主回路结构的所有元器件处于一条直线上;

副回路结构包括高压直流电压源和充电电阻 R_1 ;高压直流电压源的负极与主电容 C_1 的连接高频PCB电路板接地线的引脚相连接,主电容 C_1 的另一引脚与充电电阻 R_1 的一端相连接,充电电阻 R_1 的另一端与高压直流电压源的正极相连接;高压直流电压源和充电电阻 R_1 用于构成主电容 C_1 的充电回路;

电源与高压直流电压源连接,电源用于高压直流电压源的供电;电源与水银开关的W1端和W2端连接,电源用于水银开关的触发;水银开关的G端接地;

高频PCB电路板的信号输出截面,连接有SMA插座,高频PCB电路板的接地线和信号线输出端分别与SMA插座连接,负载的一端设置有SMA插头,负载的另一端接地,负载通过SMA插头和SMA插座与高频PCB电路板连接;

高压直流电压源为可调高压直流电压源;电压调节范围为 $0\text{kV}\sim 5\text{kV}$;高压直流电压源的规格为 $100\text{mm}\times 70\text{mm}\times 50\text{mm}$;

高频PCB电路板的输出端结构为微带线结构,信号输出截面上 $W=2.5\text{mm}$, $T<0.1\text{mm}$, $H=1\text{mm}$, $D=1\text{mm}$,输出端的信号线布线长度 1cm ;其中 W 为信号线的宽度, T 为信号线的厚度, H 为高频PCB电路板的板厚, D 为接地线与相邻的信号线的间距;

高频PCB电路板由聚四氟乙烯制成,聚四氟乙烯选用介电常数2.65;

$$\text{特征阻抗 } Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln \frac{5.98H}{0.8W + T} \approx 50 \Omega;$$

$$\text{传输延时 } t_{PD} = 1.017 \sqrt{0.457\epsilon_r + 0.67} \approx 1.395 \text{ ns/ft},$$

单位电感 $L_0=69.75\text{nH/ft}$,电容 $C_0=27.9\text{pF/ft}$, ϵ_r 是介电常数。

2. 根据权利要求1所述的一种便携式快脉冲发生装置,其特征在于,主电容 C_1 为瓷贴片电容,能够耐受kV级电压。

3. 根据权利要求1所述的一种便携式快脉冲发生装置,其特征在于,水银开关为HMR2-1A-05型水银开关,水银开关能够耐压 2kV ,水银开关的体积为 $30\text{mm}\times 10\text{mm}\times 6\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种便携式快脉冲发生装置,其特征在于,充电电阻 R_1 为贴片电阻,能够耐压 2kV 。

5. 根据权利要求1所述的一种便携式快脉冲发生装置,其特征在于,滤波模块为切尾电容 C_2 ;切尾电容 C_2 串接在水银开关和负载 Z 之间;切尾电容 C_2 ,采用pF容量,取 $10\text{pF}\sim 100\text{pF}$ 。

一种便携式快脉冲发生装置及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明属于气体绝缘封闭组合电器(GIS)局部放电传感器标定技术领域,特别涉及一种用于局部放电传感器标定的快脉冲发生装置,具体涉及一种便携式快脉冲发生装置及其制作方法。

背景技术

[0002] 局部放电是气体绝缘封闭组合电器(GIS)设备最为重要和有效的绝缘状态评估方法。GIS设备发生局部放电时,会产生光、声、机械振动和电磁波等信号。目前的局部放电检测技术均围绕以上特征参量开展相应研究工作。由IEC-60270给出的脉冲电流法是现阶段应用最为广泛的检测方法之一,但其检测设备带宽在几十到几千赫兹,与供电和配电系统等带来的噪声频率相近,难以应用于现场试验与在线监测中。而特高频法是利用传感器检测GIS设备发生局部放电时产生的高频电磁波信号,以检测GIS设备内部局部放电的方法,因其高灵敏度与强抗干扰能力,在在线监测中具有很好的应用前景,因此需要对用于局部放电检测的特高频传感器进行标定。

[0003] 产生标定用电磁波信号的脉冲源参数具有极高要求,通常要求脉冲上升沿时间小于500ps,同时具有较高幅值以提高检测信号的有效性。英国研究人员最先提出采用吉赫兹横电磁波(GTEM)对特高频传感器进行标定,该方法通过向GTEM小室注入电磁波脉冲信号使其在具有固定传播模式的小室中传播,从而判定特高频传感器的灵敏度。该方法采用的信号源电压幅值最高在百V量级,且体积较大,现场真型GIS相较于GTEM小室会使信号产生更大衰减,无法使用该信号源。另一方面,该方法虽然可以得到传感器的理论等效高度,但无法得到电磁传播环境为真型GIS时的测量灵敏度,即无法开展现场实际工况下的标定工作。因此针对特高频传感器的现场标定工况,亟需一种便携式小型化的高幅值快脉冲发生装置。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种便携式快脉冲发生装置及其制作方法,以解决上述存在的技术问题。本发明的便携式快脉冲发生装置可实现高幅值快脉冲信号的输出,将用于产生标定用电磁波的信号源小型化,信号源能够在现场即装即拆,使用方便,可满足现场实际工况下局部放电测量用特高频传感器的标定需求。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种便携式快脉冲发生装置,包括:高频PCB电路板、主回路结构、副回路结构、电源和负载;主回路结构和副回路结构均搭建在高频PCB电路板上;高频PCB电路板上设置有接地线和信号线;主回路结构包括主电容 C_1 、水银开关和滤波模块;主电容 C_1 的一个引脚与高频PCB电路板的接地线相连接,主电容 C_1 的另一个引脚通过水银开关与滤波模块的一端连接,滤波模块的另一端与高频PCB电路板的信号线连接;主回路结构的所有元器件处于一条直线上;副回路结构包括高压直流电压源和充电电阻 R_1 ;高压直流电压源的负极与主电

容 C_1 的连接高频PCB电路板接地线的引脚相连接,主电容 C_1 的另一引脚与充电电阻 R_1 的一端相连接,充电电阻 R_1 的另一端与高压直流电压源的正极相连接;高压直流电压源和充电电阻 R_1 用于构成主电容 C_1 的充电回路;电源与高压直流电压源连接,电源用于高压直流电压源的供电;电源与水银开关的W1端和W2端连接,电源用于水银开关的触发;水银开关的G端接地;高频PCB电路板的信号输出截面,连接有SMA插座,高频PCB电路板的接地线和信号线输出端分别与SMA插座连接,负载的一端设置有SMA插头,负载的另一端接地,负载通过SMA插头和SMA插座与高频PCB电路板连接。

[0007] 进一步的,主电容 C_1 为瓷贴片电容,能够耐受kV级电压。

[0008] 进一步的,水银开关为HMR2-1A-05型水银开关,水银开关能够耐压2kV,水银开关的体积为30mm×10mm×6mm。

[0009] 进一步的,高压直流电压源为可调高压直流电压源;电压调节范围为0kV~5kV;高压直流电压源的规格为100mm×70mm×50mm。

[0010] 进一步的,充电电阻 R_1 为贴片电阻,能够耐压2kV。

[0011] 进一步的,高频PCB电路板的输出端结构为微带线结构,信号输出截面上 $W=2.5\text{mm}$, $T<0.1\text{mm}$, $H=1\text{mm}$, $D=1\text{mm}$,输出端的信号线布线长度1cm;其中 W 为信号线的宽度, T 为信号线的厚度, H 为高频PCB电路板的板厚, D 为接地线与相邻的信号线的间距。

[0012] 进一步的,高频PCB电路板由聚四氟乙烯制成。

[0013] 进一步的,滤波模块为切尾电容 C_2 ;切尾电容 C_2 串接在水银开关和负载 Z 之间;切尾电容 C_2 ,采用pF容量,取10pF~100pF。

[0014] 进一步的,高频PCB电路板由聚四氟乙烯制成,聚四氟乙烯选用介电常数2.65;特征阻抗 $Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln \frac{5.98h}{0.8w+t} \approx 50(\Omega)$;传输延时

$$Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln \frac{5.98h}{0.8w+t} \approx 50(\Omega); \text{传输延时}$$

$$t_{PD} = 1.017\sqrt{0.457\epsilon_r + 0.67} \approx 1.395(\text{ns}/\text{ft}),$$

[0015] 单位电感 $L_0=69.75$ (nH/ft),电容 $C_0=27.9$ (pF/ft)。

[0016] 一种便携式快脉冲发生装置的制作方法,包括以下步骤:

[0017] 步骤1,在满足器件耐压要求和特高频要求的限定条件下,选择电路结构中要求包含的器件;

[0018] 步骤2,在满足采用直线型结构以优化高频特性的限定条件下,采用大面积覆盖地平面、地线包围信号线的原则设计PCB回路与传输线结构;

[0019] 步骤3,采用可充电式移动电源为设备供电,设置可移动高压直流电源接口。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0021] 本发明的便携式快脉冲发生装置,通过电源间断触发水银开关,使主电容 C_1 发出脉冲信号;滤波模块用于对信号低频分量进行滤波,减小信号波形脉宽,减小信号波形上升沿时间,得到由高频分量组成的高幅值快脉冲信号波形;通过将主回路结构设置为直线结构,可减小回路体积,减小回路电感,提高信号幅值上升速度,通过优化回路结构,可匹配信号传输路径特征阻抗的同时减小传输延时。目前用于实验室的模拟局放用信号源体积大,太过笨重难以移动,本发明的便携式快脉冲发生装置,通过回路结构优化将高幅值快脉冲发生装置小型化,使用方便,可满足现场局部放电测量用特高频传感器的标定需求。

[0022] 进一步的,主电容 C_1 满足耐受kV级电压要求,损耗小;采用瓷贴片电容,在减小体积的同时,可减小电容杂散电感对产生脉冲波形上升沿的影响。

[0023] 进一步的,通过将各个元器件的体积减小,可进一步使本发明的快脉冲发生装置小型化,便于携带和使用。

[0024] 进一步的,采用所设计的微带线结构,最大程度上减少了系统串扰,能够优化传输线的传输时延。

[0025] 进一步的,采用确定介电常数的聚四氟乙烯材料,在保证PCB板具有较高绝缘强度的同时,满足传输线结构的约束方程,优化传输时延。

[0026] 本发明的制作方法,通过在满足限定条件的情况下,尽可能选择体积较小的元器件,实现设备小型化;舍弃空间组合方式,在满足采用直线型结构以优化高频特性的限定条件下,采用大面积覆盖地平面、地线包围信号线的原则设计新型PCB回路结构与传输线结构,实现回路结构小型化;采用可充电式移动电源为设备供电,提供可移动高压直流电源接口,SMA接输出端可直接通过同轴电缆即插即用,便于携带;能够制作小型便携式快脉冲发生装置。

附图说明

[0027] 图1是本发明的一种便携式快脉冲发生装置的基于直线型优化结构的电路示意图;

[0028] 图2是本发明的一种便携式快脉冲发生装置的输出端的微带线结构示意图;

[0029] 图3是本发明的一种便携式快脉冲发生装置的的输出实验波形示意图。

具体实施方式

[0030] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及具体实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0031] 参考图1,本发明的一种便携式快脉冲发生装置,包括:高频PCB电路板、主回路结构、副回路结构、电源和负载;主回路结构和副回路结构均搭建在高频PCB电路板上;高频PCB电路板上设置有接地线和信号线。

[0032] 主回路结构包括主电容 C_1 、水银开关和滤波模块;主电容 C_1 的一个引脚与高频PCB电路板的接地线相连接,主电容 C_1 的另一个引脚通过水银开关与滤波模块的一端连接,滤波模块的另一端与高频PCB电路板的信号线连接;采用直线型结构,主回路结构的所有元器件处于一条直线上。主电容 C_1 为瓷贴片电容,能够耐受kV级电压;主电容 C_1 满足耐压耐受kV级电压要求,损耗小,采用瓷贴片电容,可在减小体积的同时,减小电容杂散电感对产生脉冲波形上升沿的影响。水银开关为HMR2-1A-05型水银开关,水银开关能够耐压2kV,水银开关的体积为 $30\text{mm} \times 10\text{mm} \times 6\text{mm}$;采用HMR2-1A-05型号水银开关,可实现满足耐压2kV要求的同时减小开关体积为 $30 \times 10 \times 6\text{mm}^3$ 。滤波模块为切尾电容 C_2 ;切尾电容 C_2 串接在水银开关和负载Z之间;切尾电容 C_2 ,采用pF容量,取 $10\text{pF} \sim 100\text{pF}$ 。

[0033] 副回路结构包括高压直流电压源和充电电阻 R_1 ;高压直流电压源的负极与主电容 C_1 的连接高频PCB电路板接地线的引脚相连接,主电容 C_1 的另一引脚与充电电阻 R_1 的一端相

连接,充电电阻 R_1 的另一端与高压直流电压源的正极相连接;高压直流电压源和充电电阻 R_1 用于构成主电容 C_1 的充电回路;高压直流电压源为可调高压直流电压源;电压调节范围为0kV~5kV;高压直流电压源的规格为100mm×70mm×50mm;可满足输出电压为0~5kV可调直流高压的同时减小体积为100×70×50mm³。充电电阻 R_1 为贴片电阻,能够耐压2kV。

[0034] 电源与高压直流电压源连接,电源用于高压直流电压源的供电;电源与水银开关的W1端和W2端连接,电源用于水银开关的触发;水银开关的G端接地;电源为可移动电源,用同一可移动电源向高压直流电压源模块供电并对水银开关进行触发,可实现电源的小型化。

[0035] 参考图2,高频PCB电路板的信号输出截面,即高频传输波导模型横截面,连接有SMA插座,高频PCB电路板的接地线和信号线输出端分别与SMA插座连接,负载的一端设置有SMA插头,负载的另一端接地,负载通过SMA插头和SMA插座与高频PCB电路板连接。高频PCB电路板的输出端结构为微带线结构,信号输出截面上 $W=2.5\text{mm}$, $T<0.1\text{mm}$, $H=1\text{mm}$, $D=1\text{mm}$,输出端的信号线布线长度1cm;其中 W 为信号线的宽度, T 为信号线的厚度, H 为高频PCB电路板的板厚, D 为接地线与相邻的信号线的间距。高频PCB电路板由聚四氟乙烯制成,聚四氟乙烯选用介电常数2.65;以配合特征阻抗与传输延时,下面公式中的参数均为传输线理论所包含的参数,在接负载时根据这些参数判断能接多大的负载。

$$[0036] \quad \text{特征阻抗 } Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \ln \frac{5.98h}{0.8w+t} \approx 50(\Omega);$$

$$[0037] \quad \text{传输延时 } t_{PD} = 1.017\sqrt{0.457\epsilon_r + 0.67} \approx 1.395(\text{ns}/\text{ft}),$$

$$[0038] \quad \text{单位电感 } L_0 = 69.75 (\text{nH}/\text{ft}), \text{ 电容 } C_0 = 27.9 (\text{pF}/\text{ft}).$$

[0039] 目前,特高频传感器多数通过GTEM小室进行传感器灵敏度与等效高度的实验室标定,且用于实验室的模拟局放用信号源体积大,太过笨重难以移动,无法满足GIS全段的快速标定工作。由于高频信号在传播过程中回路电感、电容不能再通过集中参数进行等效,其分布参数对高频信号波形参数及质量产生的影响不可忽略,因此结合高频信号传输模型,提出一种高幅值快脉冲信号发生装置的小型化方法。本发明通过减小元器件体积,且通过采用直线型结构减小回路体积减小回路电感,提高信号幅值上升速度,并通过优化回路结构,匹配信号传输路径特征阻抗,减小传输时延。本发明通过元器件小型化与回路结构优化两条技术路线对高幅值快脉冲发生装置实现小型化。图3给出了该便携式快脉冲发生装置的输出实验波形,实验表明,本发明所提供的高幅值快脉冲信号发生装置,在实现用于产生标定用电磁波的信号源的小型化的同时,可实现高幅值快脉冲信号的输出,实现该信号源在现场的即装即拆,使用方便,满足现场局部放电测量用特高频传感器的标定需求。

[0040] 一种上述的便携式快脉冲发生装置的制作方法,包括以下步骤:

[0041] 步骤1,元器件小型化,在满足器件耐压要求、特高频要求的限定条件下选用体积最小的主电容、切尾电容、导通开关等所有电路结构中要求包含的器件;

[0042] 步骤2,回路结构小型化,舍弃空间组合方式,在满足采用直线型结构以优化高频特性的限定条件下,采用大面积覆盖地平面、地线包围信号线的原则设计新型PCB回路与传输线结构;

[0043] 步骤3,便携式设计,采用可充电式移动电源为设备供电,提供可移动高压直流电

源接口，SMA接输出端可直接通过同轴电缆即插即用。

[0044] 根据本发明所提供的高幅值快脉冲信号发生装置的制作方法，在实现用于产生标定用电磁波的信号源的小型化的同时，实现高幅值快脉冲信号的输出，实现该信号源在现场的即装即拆，使用方便，满足现场局部放电测量用特高频传感器的标定需求，相比其他快脉冲发生装置体积明显缩小，唯一可用于现场标定，成本价格低廉。

[0045] 这里本发明的描述和应用是说明性的，并非想将本发明的范围限制在上述实施例中。这里所披露的实施例的变形和改变是可能的，对于那些本领域的普通技术任一来说实施例的替换和等效的各种部件是公知的。本领域技术人员应该清楚的是，在不脱离本发明的精神或本质特征的情况下，本发明可以以其它形式、结构、布置、比例，以及用其它组件、材料和部件来实现。在不脱离本发明范围和精神的情况下，可以对这里所披露的实施例进行其它变形和改变。

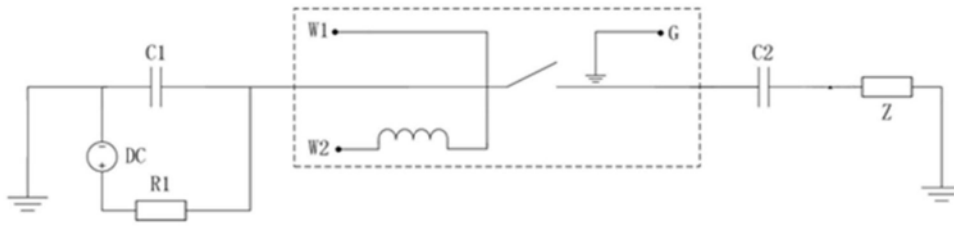


图1

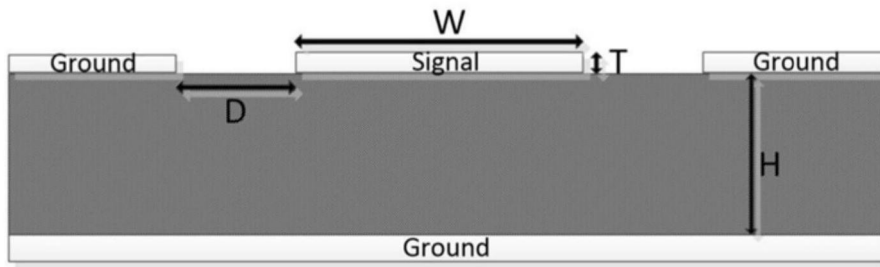


图2

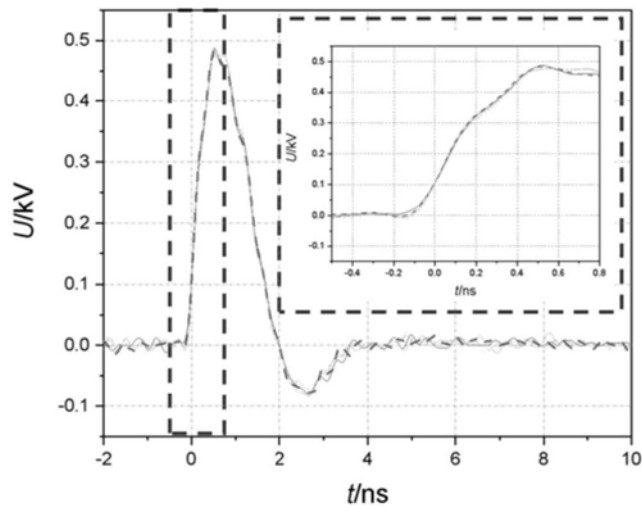


图3