



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104950231 B

(45)授权公告日 2018.01.23

(21)申请号 201510288191.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.05.29

G01R 31/12(2006.01)

G01R 1/28(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104950231 A

审查员 胡书红

(43)申请公布日 2015.09.30

(73)专利权人 广西电网有限责任公司电力科学研究院

地址 530023 广西壮族自治区南宁市民主路6-2号

(72)发明人 李婧 黄锋 郭金明 唐捷
陈智勇 邓雨荣

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

代理人 韩雪

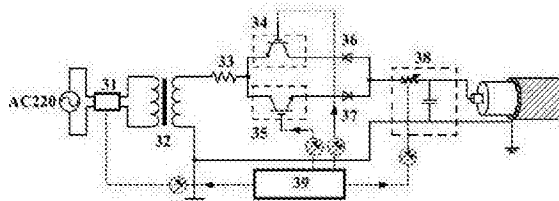
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法及装置

(57)摘要

本发明提供了一种电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法及装置。在被检测电缆上施加周期变化的指数波形电压；在指数波下降沿或上升沿通过波形电压，激励所述被检测绝缘电缆的局部放电信号；对局部放电信号进行采集记录，分析局部放电缺陷的局部放电特征参数；还包括耐压检测：提高施加电压等级，直至达到被检测电缆最高允许施加电压值或加压过程中发现击穿现象或潜在击穿风险，并记录该最高电压值；随着电缆寿命增长重复该耐压检测，记录随着电缆寿命增长发生的耐压变化趋势与数据分散性。设备体积小，更加轻便；不存在电荷累积效应；对电缆损伤更小；激励电压等级可调；能够直接采集试品的局部放电信息进行局放定位和模式识别。



1. 一种电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法,具体方法为:在被检测电缆上施加周期变化的指数波形电压;在指数波下降沿或上升沿通过所述指数波形电压,激励所述被检测绝缘电缆的局部放电信号;对局部放电信号进行采集记录,分析局部放电缺陷的局部放电特征参数;

所述周期变化的指数波形电压的波形满足以下表达式:

$$U_0 = \begin{cases} V_{in}(1 - e^{-\alpha(t-t_0)}), & t_0 \leq t \leq t_1; \\ V_{in}e^{-\alpha(t-t_1)}, & t_1 \leq t \leq t_2; \\ V_{in}(1 - e^{-\alpha(t-t_2)}), & t_2 \leq t \leq t_3; \\ V_{in}e^{-\alpha(t-t_3)}, & t_3 \leq t \leq t_4; \end{cases}$$

其中, U_0 为所述周期变化的指数波形电压的波形; V_{in} 为预设的电压幅值; α 为指数波形衰减参数,其值由指数波形激励源设定参数与被检测电缆电容容值和绝缘电阻参数决定; $t_0 \sim t_4$ 依次等时间间隔分布;所述方法还包括耐压检测:提高施加电压等级,直至达到被检测电缆最高允许施加电压值或加压过程中发现击穿现象或潜在击穿风险,并记录该最高电压值;随着电缆寿命增长重复该耐压检测,记录随着电缆寿命增长发生的耐压变化趋势与数据分散性。

2. 根据权利要求1所述的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法,所述方法还包括:根据局部放电缺陷检测结果和耐压检测结果,利用识别模拟法对被检测绝缘电缆的电缆绝缘状态进行评估。

3. 根据权利要求1所述的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法,所述局部放电特征参数包括局部放电脉冲的幅值、相位和重复率参数。

4. 根据权利要求1所述的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法,分析局部放电缺陷的局部放电特征参数的具体方法为:提取激励电压波形下降沿部分,记录起始与终止时刻,在这些时刻之间局部放电脉冲采集端采集一系列幅值不等的放电电压脉冲信号,设置逐步提高的阈值,每次将阈值以下脉冲滤去,再以固定时间窗分割脉冲序列,根据已知的波速和被检测绝缘电缆长度进行入射脉冲和反射脉冲的匹配,进而根据配对脉冲间的时间差计算局部放电源距离采样端的距离,进行定位,同时对入射脉冲的幅值和与激励电压波形的相位关系进行记录,最终获得被检测绝缘电缆的局部放电特征谱图和定位谱图。

5. 一种电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测装置,其特征在于,包括:

指数波形电压激励源,用于产生周期变化的指数波形电压,并施加在被检测绝缘电缆上;

局部放电缺陷采集模块,在指数波的下降沿或上升沿,采集所述被检测绝缘电缆的局部放电信号;

局部放电特征参数分析模块,通过采集的局部放电信号,分析局部放电缺陷的局部放电特征参数;

所述指数波形电压激励源包括交流变压器、半导体开关模块、波形适应模块和总控单元;所述交流变压器的两个输入端通过一次侧切断装置与交流电源相连;所述变压器的两

个输出端,一端通过保护电阻与半导体开关模块相连,另一端接地;所述半导体开关模块通过高压硅堆与波形适应模块相连;所述半导体开关模块包括第一半导体开关模块和第二半导体开关模块;所述第一半导体开关模块仅在正向充电回路与反向放电回路中工作;所述第二半导体开关模块仅在正向放电回路与反向充电回路中工作;所述波形适应模块包括,与高压硅堆相连的第一输入端和与交流变压器另一输出端相连的第二输入端;所述波形适应模块还包括与被检测绝缘电缆线芯相连的第一输出端和与被检测绝缘电缆接地线极相连的第二输出端;所述总控单元与控制一次切断装置相连,在放电阶段切断电源,同时短路变压器一次侧;所述总控单元与第一和第二半导体开关模块相连,来调节施加于被检测绝缘电缆上的指数电压的频率;所述总控单元与波形适应模块相连,来调节施加于被检测绝缘电缆上的指数电压的波形形状;

所述交流变压器的输出电压为0到30kV。

6. 根据权利要求5所述的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测装置,其特征在于,还包括绝缘状态评估模块,根据局部放电缺陷检测结果和耐压检测结果,利用识别模拟法对被检测绝缘电缆的电缆绝缘状态进行评估。

7. 根据权利要求5所述的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测装置,其特征在于,所述第一或第二半导体开关模块包括10个以上IGBT开关单元串联结构的电子电力开关,每个IGBT开关单元结构包括依次相连的隔离变压器、IGBT驱动电路、IGTB芯片和缓冲保护电路;总控单元与IGBT驱动电路相连。

8. 根据权利要求5所述的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测装置,其特征在于,所述波形适应模块包括连接于两个输入端或两个输出端之间的隔离电容;还包括串联于第一输入端和第一输出端之间的两个以上的IGBT模块;所述IGBT模块包括第一IGBT晶体管和第二IGBT晶体管两个IGBT晶体管和一个参数调节电阻;所述第一IGBT晶体管的发射极连接于参数调节电阻一端,集电极连接于参数电阻的另一端;所述第二IGBT晶体管的集电极连接于所述参数调节电阻一端,发射极连接于所述参数电阻的另一端;总控单元与所有IGBT晶体管的门极相连,控制每个IGBT晶体管的开断。

9. 根据权利要求5所述的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测装置,其特征在于,所述局部放电缺陷采集模块包括耦合电容和耦合电阻,还包括与所述耦合电阻并联的过压保护二极管;所述耦合电容的一端与被检测绝缘电缆的线芯相连,另一端与耦合电阻的一端相连;所述耦合电阻的另一端接地。

电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力设备绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法及装置,特别是涉及一种适用于电力电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法及装置。

背景技术

[0002] 近年来,为了改善城市环境,保障电网的安全可靠运行,配电电缆正逐步替代传统的架空线,越来越广泛的应用于配电网建设中。然而随着近年来我国电缆制造行业技术进步以及城市输电网大量采用地下电力电缆,由于电力电缆本体绝缘制造缺陷、电缆及附件施工安装质量缺陷和电缆附件制造质量缺陷导致电缆线路运行故障的现象日益严重。由于电缆埋于地下,一旦出现故障,其故障查找非常困难、耗时长,影响电网的正常运行,造成较大的经济损失,对居民的日常生活、生产部门的日常生产以及其他社会非生产部门的正常运转造成诸多不便。

[0003] 国内外已有了大量不同种类的电缆绝缘状态检测技术。相比较可以看出,超低频电压检测技术有着其他几种检测技术没有的优点,在保证测试设备体积轻便的基础上,能充分的激发出电缆试品的局部放电信号,因此,超低频检测技术在电缆水树枝老化检测上更有着很大的优势。按照美国电机学会给出的超低频试验导则,适用于配电电缆超低频检测的电压波形有四种:余弦方波,正弦波,双极性矩形波,调制的其他正负极性变化的直流阶跃波。超低频正弦波产生或需要调制和解调的过程,对滤波功能要求较高,要么使用旋转电机,体积庞大,不够灵活;而余弦方波产生过程中开关的控制策略复杂,需要时刻判断电容峰值。矩形波类似于直流耐压试验,仅仅是多了5s一次的换向过程,无法很好的等效电缆的正常工作状态,而调制的直流阶跃波需要更加复杂的工业数字控制技术。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种控制结构简单,对电缆损伤更小的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法及装置。

[0005] 本发明采用的技术方案如下:一种电缆绝缘状态诊断方法,具体方法为:在被检测电缆上施加周期变化的指数波形电压;在指数波下降沿或上升沿通过所述指数波高电压,激励所述被检测绝缘电缆的局部放电信号;对局部放电信号进行采集记录,分析局部放电缺陷的局部放电特征参数;

[0006] 所述周期变化的指数波形电压的波形满足以下表达式:

$$[0007] \quad U_0 = \begin{cases} V_{in}(1 - e^{-\alpha(t-t_0)}), & t_0 \leq t \leq t_1; \\ V_{in}e^{-\alpha(t-t_1)}, & t_1 \leq t \leq t_2; \\ V_{in}(1 - e^{-\alpha(t-t_2)}), & t_2 \leq t \leq t_3; \\ V_{in}e^{-\alpha(t-t_3)}, & t_3 \leq t \leq t_4; \end{cases}$$

[0008] 其中, U_0 为所述周期变化的指数波形电压的波形; V_{in} 为预设的电压幅值; α 为指数波形衰减参数, 其值由指数波形激励源设定参数与被检测电缆电容容值和绝缘电阻参数决定; $t_0 \sim t_4$ 依次等时间间隔分布;

[0009] 所述方法还包括耐压检测: 提高施加电压等级, 直至达到被检测电缆最高允许施加电压值或加压过程中发现击穿现象或潜在击穿风险, 并记录该最高电压值; 随着电缆寿命增长重复该耐压检测, 记录随着电缆寿命增长发生的耐压变化趋势与数据分散性。

[0010] 作为优选, 所述方法还包括: 根据局部放电缺陷检测结果和耐压检测结果, 利用识别模拟法对被检测绝缘电缆的电缆绝缘状态进行评估。

[0011] 作为优选, 所述局部放电特征参数包括局部放电脉冲的幅值、相位和重复率参数。

[0012] 作为优选, 分析局部放电缺陷的局部放电特征参数的具体方法为: 提取激励电压波形下降沿部分, 记录起始与终止时刻, 在这些时刻之间局部放电脉冲采集端采集一系列幅值不等的放电电压脉冲信号, 设置逐步提高的阈值, 每次将阈值以下脉冲滤去, 再以固定时间窗分割脉冲序列, 根据已知的波速和被检测绝缘电缆长度进行入射脉冲和反射脉冲的匹配, 进而根据配对脉冲见的时间差计算局部放电源距离采样端的距离, 进行定位, 同时对入射脉冲的幅值和与激励电压波形的相位关系进行记录, 最终获得被检测绝缘电缆的局部放电特征谱图和定位谱图。

[0013] 一种电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测装置, 其特征在于, 包括;

[0014] 指数波形电压激励源, 用于产生周期变化的指数波形电压, 并施加在被检测绝缘电缆上;

[0015] 局部放电缺陷采集模块, 与耦合采集单元相反地, 在指数波的下降沿或上升沿, 采集所述被检测绝缘电缆的局部放电信号;

[0016] 局部放电特征参数分析模块, 通过采集的局部放电信号, 分析局部放电缺陷的局部放电特征参数;

[0017] 作为优选, 还包括绝缘状态评估模块, 根据局部放电缺陷检测结果和耐压检测结果, 利用识别模拟法对被检测绝缘电缆的电缆绝缘状态进行评估。

[0018] 作为优选, 所述指数波形电压激励源包括交流变压器、半导体开关模块、波形适应模块和总控单元; 所述交流变压器的两个输入端通过一次侧切断装置与交流电源相连; 所述变压器的两个输出端, 一端通过保护电阻与半导体开关模块相连, 另一端接地; 所述半导体开关模块通过高压硅堆与波形适应模块相连; 所述半导体开关模块包括第一半导体开关模块和第二半导体开关模块; 所述第一半导体开关模块仅在正向充电回路与反向放电回路中工作; 所述第二半导体开关模块仅在正向放电回路与反向充电回路中工作; 所述波形适应模块包括, 与高压硅堆相连的第一输入端和与交流变压器另一输出端相连的第二输入端; 所述波形适应模块还包括与被检测绝缘电缆线芯相连的第一输出端和与被检测绝缘电缆接地线极相连的第二输出端; 所述总控单元与控制一次切断装置相连, 在放电阶段切断电源, 同时短路变压器一次侧; 所述总控单元与第一和第二半导体开关模块相连, 来调节施加于被检测绝缘电缆上的指数电压的频率; 所述总控单元与波形适应模块相连, 来调节施加于被检测绝缘电缆上的指数电压的波形形状;

[0019] 所述交流变压器的输出电压为0到30kV。

[0020] 作为优选, 所述第一或第二半导体开关模块包括10个以上IGBT开关单元串联结构

的电子电力开关,每个IGBT开关单元结构包括依次相连的隔离变压器、IGBT驱动电路、IGTB芯片和缓冲保护电路;总控单元与IGBT驱动电路相连。

[0021] 作为优选,所述波形适应模块包括连接于两个输入端或两个输出端之间的隔离电容;还包括串联与第一输入端和第一输出端之间的两个以上的IGBT模块;所述IGBT模块包括第一IGBT晶体管和第二IGBT晶体管两个IGBT晶体管和一个参数调节电阻;所述第一IGBT晶体管的发射极连接于参数调节电阻一端,集电极连接于参数电阻的另一端;所述第二IGBT晶体管的集电极连接于所述参数调节电阻一端,发射极连接于所述参数电阻的另一端;总控单元与所有IGBT晶体管的门极相连,控制每个IGBT晶体管的开断。

[0022] 作为优选,所述局部放电缺陷采集模块包括耦合电容和耦合电阻,还包括与所述耦合电阻并联的过压保护二极管;所述耦合电容的一端与被检测绝缘电缆的线芯相连,另一端与耦合电阻的一端相连;所述耦合电阻的另一端接地。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:1、采用指数波形电压激励,检测设备体积小,更加轻便;激励源设备体积小,试验回路包含的功能单元数量少,通过设计合理结构的电力电子开关还能够进一步缩小体积,减小重量;2、指数波形交流电压存在电压换向,不存在电荷累积效应;3、指数波电压换向过程比余弦方波更慢,比正弦波快,是一种对电缆损伤更小的检测电压;4、激励源波形形状能够随被检测绝缘电缆不同而发生适应性变化,激励电压等级可调,能够充分、全面的对试品电缆进行绝缘状态评估,具有重要的工程实用价值;5、能够直接采集试品的局部放电信息进行局放定位和模式识别。

附图说明

[0024] 图1为本发明其中一实施例采用的指数波形形状示意图。

[0025] 图2为本发明其中一实施例的指数波形电压激励源结构示意图。

[0026] 图3为本发明其中一实施例的半导体开关模块结构示意图。

[0027] 图4为本发明其中一实施例的波形适应模块结构示意图。

[0028] 图5为本发明其中一实施例的局部放电缺陷采集模块结构图示意。

具体实施方式

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0030] 本说明书(包括摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或者具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0031] 一种绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法,具体方法为:在被检测电缆上施加周期变化的指数波形电压;在本具体实施例中,在指数波下降沿通过波形电压,激励所述被检测绝缘电缆的局部放电缺陷信号;对局部放电缺陷信号进行采集记录,分析局部放电缺陷的局部放电特征参数;

[0032] 如图1所示,所述周期变化的指数波形电压的波形满足以下表达式:

$$[0033] \quad U_0 = \begin{cases} V_{in}(1 - e^{-\alpha(t-t_0)}), & t_0 \leq t \leq t_1; \\ V_{in}e^{-\alpha(t-t_1)}, & t_1 \leq t \leq t_2; \\ V_{in}(1 - e^{-\alpha(t-t_2)}), & t_2 \leq t \leq t_3; \\ V_{in}e^{-\alpha(t-t_3)}, & t_3 \leq t \leq t_4; \end{cases}$$

[0034] 其中, U_0 为所述周期变化的指数波形电压的波形; V_{in} 为预设的电压幅值; α 为指数波形衰减参数, 其值由指数波形激励源 (如图4所示, 在本具体实施例中, 通过IGBT晶体管的开关选择性动作, 对传入指数波形电压激励源的电阻阻值进行变化, 达到修改 α 值进而调节施加于被检测绝缘电缆两端指数波电压波形的目的。) 设定参数与被检测电缆电容容值和绝缘电阻参数决定; $t_0 \sim t_4$ 依次等时间间隔分布。

[0035] 所述方法还包括耐压检测: 提高施加电压等级, 直至达到被检测电缆最高允许施加电压值 (3倍额定电压) 或加压过程中发现击穿现象或潜在击穿风险, 并记录该最高电压值; 随着电缆寿命增长重复该耐压检测, 记录随着电缆寿命增长发生的耐压变化趋势与数据分散性。

[0036] 所述方法还包括: 根据局部放电缺陷检测结果和耐压检测结果, 利用识别模拟法对被检测绝缘电缆的电缆绝缘状态进行评估。

[0037] 在本具体实施例中, 所述指数波形电压为0.1Hz周期变化, $t_0 \sim t_4$ 依次等时间间隔分布, 每个时间间隔持续2.5s, 电压波形周期为10s。

[0038] 所述局部放电特征参数包括局部放电脉冲的幅值、相位和重复率参数。

[0039] 分析局部放电缺陷的局部放电特征参数的具体方法为: 提取激励电压波形下降沿 (在本具体实施例中为 t_1-t_2 和 t_3-t_4) 部分, 记录起始与终止时刻, 在这些时刻之间局部放电脉冲采集端采集一系列幅值不等的放电电压脉冲信号, 设置逐步提高的阈值, 每次将阈值以下脉冲滤去, 再以固定时间窗分割脉冲序列, 根据已知的波速和被检测绝缘电缆长度进行入射脉冲和反射脉冲的匹配, 进而根据配对脉冲见的时间差计算局部放电源距离采样端的距离, 进行定位, 同时对入射脉冲的幅值和与激励电压波形的相位关系进行记录, 最终获得被检测绝缘电缆的局部放电特征谱图和定位谱图。

[0040] 在本具体实施例中, 为一段长度为 x 的被检测绝缘电缆施加预设过波形参数 α 和电压等级的指数波电压, 通过局部放电缺陷采集模块采集到被检测绝缘电缆的局部放电波形。将数据按照上文定义的 t_0-t_4 分为4段, 在本具体实施例中, 对 t_1-t_2 和 t_3-t_4 的局部放电波形进行脉冲配对, 再计算每对脉冲的时间延迟 Δt , 则局部放电位置距离被检测绝缘电缆采样端的距离为 $\Delta x = x - 0.5 * v * \Delta t$ 。同时, 对每对局部放电脉冲的放电幅值和与电压波形的相位对应关系进行打点, 可得到局部放电特征谱图和局部放电定位谱图。

[0041] 适用于以上电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测方法的电缆绝缘局部放电缺陷及绝缘状态耐压检测装置, 包括:

[0042] 指数波形电压激励源, 用于产生周期变化的指数波形电压, 并施加在被检测绝缘电缆上;

[0043] 局部放电缺陷采集模块, 与耦合采集单元相反地, 在指数波的下降沿或上升沿, 采集所述被检测绝缘电缆的局部放电信号;

[0044] 局部放电特征参数分析模块,通过采集的局部放电信号,分析局部放电缺陷的局部放电特征参数;

[0045] 绝缘状态评估模块,根据介质损耗检测结果、局部放电缺陷检测结果和耐压检测结果,利用识别模拟法对被检测绝缘电缆的电缆绝缘状态进行评估。

[0046] 如图2所示,所述指数波形电压激励源包括交流变压器32(在本具体实施中为升压变压器)、半导体开关模块、波形适应模块38和总控单元39;所述交流变压器32的两个输入端(一次端)通过一次侧切断装置31与交流电源(在本具体实施例中为市电电源)相连;所述变压器的两个输出端,一端通过保护电阻33与半导体开关模块相连,另一端接地;所述半导体开关模块通过高压硅堆36与波形适应模块相连;所述半导体开关模块包括第一半导体开关模块34和第二半导体开关模块35;所述第一半导体开关模块35仅在正向充电回路(t_0-t_1)与反向放电回路(t_3-t_4)中工作;所述第二半导体开关模块34仅在正向放电回路(t_1-t_2)与反向充电回路(t_2-t_3)中工作;所述波形适应模块38包括,与高压硅堆36相连的第一输入端和与交流变压器32另一输出端相连的第二输入端;所述波形适应模块还包括与被检测绝缘电缆线芯相连的第一输出端和与被检测绝缘电缆接地线极相连的第二输出端;所述总控单元39(通过光纤)与控制一次切断装置相连,在放电阶段切断电源,同时短路变压器一次侧;所述总控单元(通过光纤)与第一和第二半导体开关模块相连,来调节施加于被检测绝缘电缆上的指数电压的频率;所述总控单元(通过光纤)与波形适应模块相连,来调节施加于被检测绝缘电缆上的指数电压的波形形状;

[0047] 所述交流变压器的输出电压为0到30kV。

[0048] 在本具体实施例中,一次侧切断装置31采用10A固态继电器;升压变压器32为220V输入,30kV输出,功率500W高压试验变压器;保护电阻33采用阻值为15k Ω ,功率10W的高压无感电阻,高压硅堆36、37为30kV耐压,通流20A的高压硅堆,总控单元39为基于ARM控制的FPGA控制电路板,输出多路光/电信号,分别控制固态继电器、高压半导体开关和波形适应模块。

[0049] 在本具体实施例中,所述第一和第二半导体开关模块两者具有相同的结构,如图3所示,所述第一或第二半导体开关模块包括10个以上IGBT开关单元串联结构的电子电力开关,每个IGBT开关单元结构包括依次相连的隔离变压器、IGBT驱动电路、IGTB芯片和缓冲保护电路;总控单元与IGBT驱动电路相连传递控制信号。在本具体实施例中,市电作为供电电压与隔离变压器的输入端相连,隔离变压器采用100W,隔离电压30kV的高压隔离变压器。

[0050] 所述波形适应模块包括连接于两个输入端或两个输出端之间的隔离电容51;还包括串联与第一输入端和第一输出端之间的两个以上的IGBT模块;所述IGBT模块包括第一IGBT晶体管和第二IGBT晶体管两个IGBT晶体管和一个参数调节电阻;所述第一IGBT晶体管的发射极连接于参数调节电阻一端,集电极连接于参数电阻的另一端;所述第二IGBT晶体管的集电极连接于所述参数调节电阻一端,发射极连接于所述参数电阻的另一端;总控单元与所有IGBT晶体管的门极相连,控制每个IGBT晶体管的开断。在本具体实施例中,通过半导体开关的选择性动作对模块38串入指数波形激励源的电阻阻值进行变化(短路电阻),达到修改 U_0 中 α 值进而调节试品两端指数波电压波形的目的。半导体开关512,513, \dots ,521仅在高压半导体开关35工作时选择性导通,其他时刻全部关断;半导体开关52,53, \dots ,511仅在高压半导体开关34工作时选择性导通,其他时刻全部关断。

[0051] 如图4所示,在本具体实施例中,电容51采用500nF/30kV高压陶瓷电容,半导体开关52,53,⋯,511及512,513,⋯,521采用ixys公司的IGBT芯片IXB40N1000,单个IGBT芯片耐压3kV,通流40A;电阻522,523,⋯,531采用1.5MΩ,功率30W电阻串联。

[0052] 如图5所示,所述局部放电缺陷采集模块包括耦合电容62和耦合电阻65,还包括与所述耦合电阻65并联的过压保护二极管66;所述耦合电容62的一端与被检测绝缘电缆的线芯相连,另一端与耦合电阻65的一端相连;所述耦合电阻65的另一端接地。

[0053] 在本具体实施例中,耦合电阻65和过压保护二极管66共同放入屏蔽盒中,减小空间电磁干扰。所述耦合电阻采用无感电阻,提高局部放电信号采集的灵敏度。

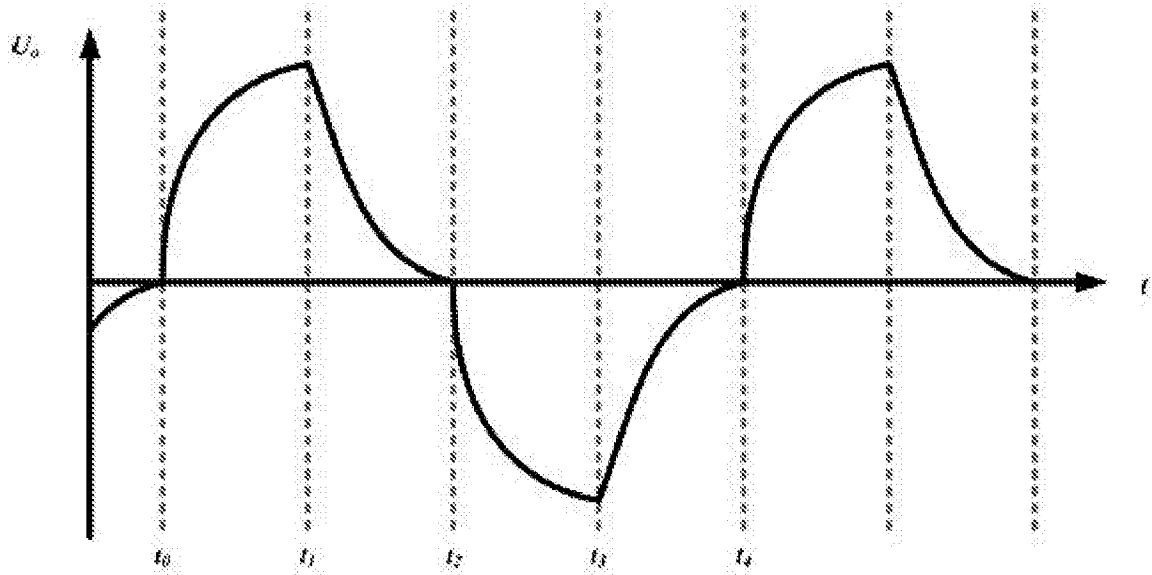


图1

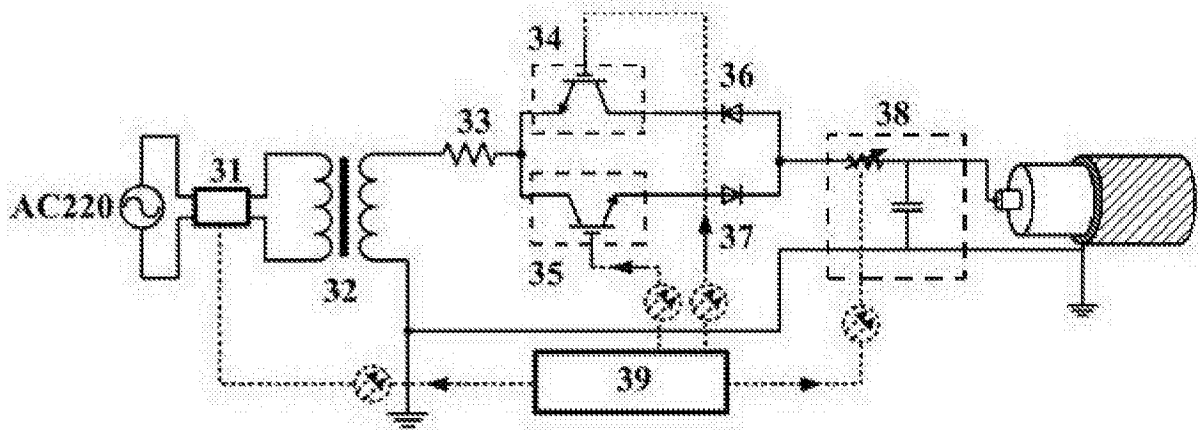


图2

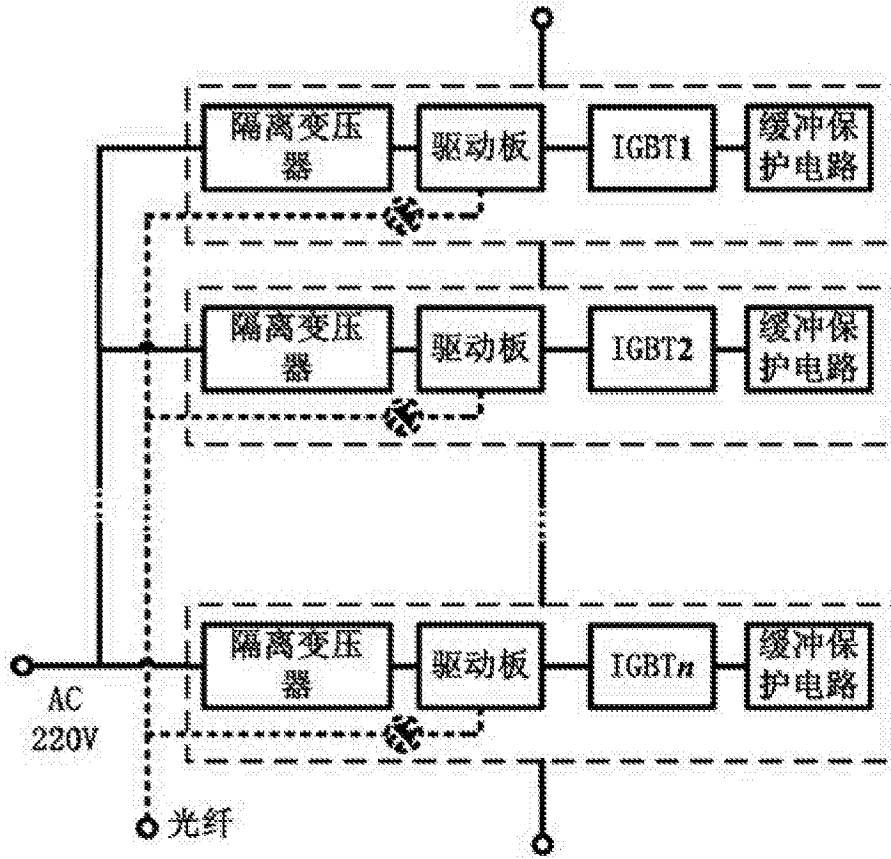


图3

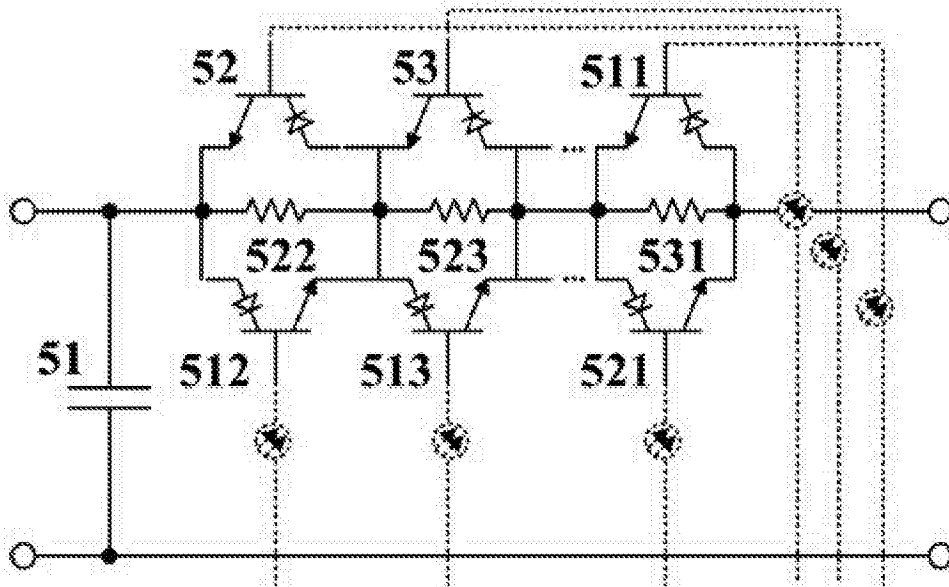


图4

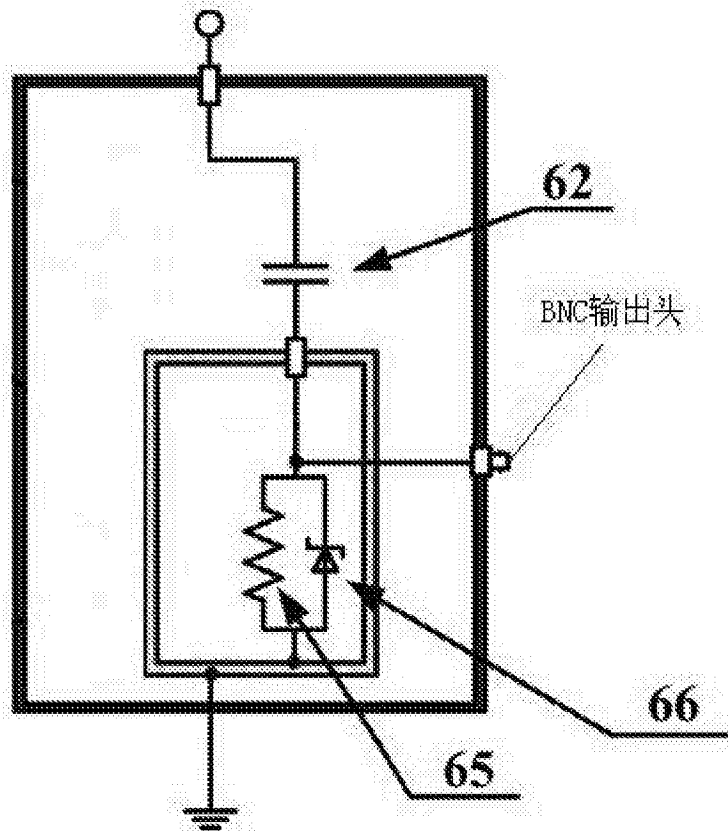


图5