

(19)中华人民共和国国家知识产权局



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106054037 A

(43)申请公布日 2016.10.26

---

(21)申请号 201610421855.0

(22)申请日 2016.06.13

(71)申请人 哈尔滨理工大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学  
府路52号

申请人 南方电网科学研究院有限责任公司

(72)发明人 迟晓红 张晓虹 高俊国 郭宁  
王国利 侯帅

(51)Int.Cl.

G01R 31/12(2006.01)

---

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

具有升温及局部放电监测功能的电树观测  
装置

(57)摘要

本发明涉及一种具有升温及局部放电监测功能的聚合物及其纳米复合物绝缘中电树观测装置，属于电气绝缘状态监测领域。本发明装置包括具有温度控制的高电压实验系统，局部放电信号采集与处理系统，光学实时观测系统，完善目前用于观察电树现象的数字摄像采集系统，提供了一种具有精确温度控制和实时局部放电检测的电树实验装置。利用本装置可以进行室温至180°C绝缘中电树枝化过程的图像实时观测、采集和处理，图像观测的同时可以进行局部放电信号的同步采集、显示、存储和处理。本装置结构简单，功能灵活，电树实验中的温度、图像、局部放电的检测功能可分别实现也可同时进行，可以为电树实验的理论分析和聚合物老化的在线监测提供更加全面的实验数据。

A

CN 106054037

CN

1. 具有升温及局部放电监测功能的聚合物及纳米复合物电树枝化观测装置，包括具有隔热和升温功能的实验舱(1)，面光源(2)，风冷装置(3)，石英玻璃视窗(4)，板电极(5)，试样(6)，针电极(7)，接地线(8)，长焦放大镜头(9)，数字显微摄像机(10)，三维定位调节台(11)，计算机(12)，调压器(13)，实验变压器(14)，罗氏线圈传感器(15)，屏蔽箱(16)，示波器(17)，温度控制器(18)，温度传感器(19)。

2. 根据权利要求1所述具有升温及局部放电监测功能的聚合物及纳米复合物电树枝化观测装置，其特征在于实验舱(1)含有耐温含圆孔的上盖，实验舱含视窗的前后两个侧面含有隔热层，其余三个侧面含有加热装置；温度传感器(19)位于距离试样(6)5cm处，温度传感器(19)、温度控制器(18)和加热装置形成温度反馈系统，实时监测和精确控制实验试样(6)环境的温度，室温到至180°C条件下的电树枝化实验。

3. 根据权利要求1所述具有升温及局部放电监测功能的聚合物及纳米复合物电树枝化观测装置，实验舱(1)中装有耐温透明绝缘油，试样(6)、针电极(7)和板电极(5)都置于绝缘油中，通过调压器(13)控制实验变压器(14)的输出交流电压0到50kV，面光源(2)、实验舱视窗(4)、试样(6)、长焦放大镜头(9)位于同一轴线，实现实验过程中电树生长的实时观测，三维定位调节台(11)可以精确控制长焦放大镜头(9)和数字摄像机(10)的位置，保证图像的清晰和1倍到10倍的准确放大倍数，长焦放大镜头(9)采集的电树图像通过显微摄像机(10)和计算机(12)实现图像的记录和测量。

4. 根据权利要求1所述具有升温及局部放电监测功能的聚合物及纳米复合物电树枝化观测装置，接地线(8)穿过罗氏线圈传感器(15)，罗氏线圈传感器(15)置于屏蔽箱(16)中以防止外界信号的干扰，罗氏线圈传感器(15)通过检测接地线(8)中脉冲电流采集局部放电信号，采集到的局部放电信号脉冲在示波器(17)上实时显示，同时示波器(17)将脉冲电流信号传输至计算机(12)，利用计算机(12)中的Labview软件平台进行数据的储存与处理，可实现局部放电信号的时域-频域转换，局部放电采集系统可实现0.1mV和5pC的检测精度。

## 具有升温及局部放电监测功能的电树观测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于变温条件下聚合物绝缘材料中电树枝化现象及其伴随局部放电的实时检测装置,属于电气绝缘状态监测领域。

### 背景技术

[0002] 以聚乙烯和交联聚乙烯为代表的聚合物类绝缘材料,由于其优异的电绝缘性能及加工性能被广泛用作为高压电力设备的绝缘。随着电网传输电压等级和容量的提高,对电力设备绝缘提出了更高的要求,因此,改善和提高绝缘材料耐电压等级和耐电老化性能是保障电力设备安全稳定运行的重要基础。

[0003] 在聚乙烯和交联聚乙烯绝缘的高压电力电缆中,电压等级的提高会导致聚合物绝缘中产生电树枝老化现象。电树枝的产生与发展会导致绝缘的劣化甚至失效,严重威胁高压电力电缆的寿命与电网的运行可靠性。

[0004] 对于电树枝化现象的研究已逾半个世纪之久,为了更有效防止电树枝产生和抑制电树枝发展,电树枝生长的内在机理已经成为学者的研究热点。电树枝发展过程中会伴随局部放电现象,局部放电现象的实时变化与电树枝的生长状态密切相关。电力设备中绝缘结构的工作温度通常高于环境温度,温度条件会影响聚合物大分子链的运动状态进而影响其耐电树枝化性能。通过模拟不同温度下电树枝生长情况,同时检测树枝生长过程伴随的局部放电特征,可以为聚合物中电树枝发展的理论分析提供准确和全面的实验数据。

[0005] 目前对聚合物绝缘材料进行电树枝实验的系统中,还没有能在实验温度的精确控制下同步进行电树枝生长实时观测与局部放电实时采集的实验装置。已经公开的相关专利“交联聚乙烯电缆绝缘中电树枝生长过程局部放电测量装置及方法”(CN 103616618A)中,在室温状态下实现了电树枝生长过程中局部放电的连续测量;“一种可升温的聚合物中电树枝化实时观测装置”(CN 204855715U)中,实现了不同温度下电树的实时观测。《高电压技术》Vol.36 No.10上发表的论文“不同温度下XLPE电缆中电树枝的生长特性”中公开的实验系统,实现了在一定温度下进行电树枝的引发与局部放电的检测,但实验试样位于加热箱中无法进行电树枝生长过程的观测。在《高电压技术》Vol.38 No.3 和《绝缘材料》Vol.44 No.4 上发表的论文“高温下110kV交联聚乙烯电缆电树枝生长及局部放电特性”和“高温下交联聚乙烯电缆绝缘中电树枝测试系统设计”中公开的实验系统,加热装置利用硅油循环加热试样所处介质,利用温度计进行温度测量而缺少对测量温度的反馈与实时调控。

[0006] 实验温度的精确控制影响实验结果的准确性和可重复性,进而影响理论分析和参数计算。在室温条件下光学系统只能观测透明度好的材料,而对于半透明或不透明的纳米复合材料观测较为困难。

### 发明内容

[0007] 本发明目的是提供一种具有精确温度控制和实时局部放电检测的树枝化实验装置。本装置模拟聚合物绝缘材料在工作温度下的电树枝产生与发展条件,实验结果可以更

真实的反应材料的耐电老化特性。不同温度下实时的对电树枝生长形态与局部放电信号的采集与分析,为纳米复合材料的耐电老化性能检测及电树枝生长机理分析提供实验数据。

[0008] 本发明所述是一种具有升温和实时局部放电检测的聚合物中树枝化现象观测系统,包括具有温度控制的高电压实验系统,局部放电信号采集与处理系统,光学实时观测系统。

[0009] 本发明所述的具有温度控制的高电压实验系统包括:无局放实验变压器,调压器,具有升温和保温隔热功能的实验舱,温度传感器和控制器,针电极和板电极。调压器与无局放实验变压器配合可实现0~50kV的交流电压输出,提供实验电压;实验舱具有耐油和耐高温性能,实验过程中实验舱内装有耐高温且透明的绝缘油,试样及电极均置于绝缘油中,实验舱含有前后两个同轴高透明耐高温石英玻璃视窗,用于实验过程中电树生长的实时观测,视窗周围镶嵌隔热材料用于保持实验舱内温度,减少实验舱温度对摄像头和面光源的影响。传感器、控制器与实验舱的升温模块形成对温度的实时反馈与控制,耐油温度传感器与控制器控温的范围可以实现室温至250°C,可以实现室温至180°C条件下的电树老化实验;实验过程中针电极连接高压输入端,板电极接地。

[0010] 本发明所述的局部放电信号采集与处理系统包括:罗氏线圈传感器、示波器、计算机。实验过程中罗氏线圈传感器通过检测地线上的脉冲电流采集局部放电信号,采集到的局部放电信号脉冲在示波器上实时显示,同时示波器将脉冲电流信号传输至计算机,利用计算机中的Labview软件平台进行数据的储存与处理,可实现局部放电信号的时域-频域转换。校核后的局部放电采集系统可实现5pC的检测精度。

[0011] 本发明所述的光学实时观测系统包括:无局放面光源,数字摄像系统,风冷装置,三维定位调节台、计算机。无局放面光源提供近红外平行光源,工作过程中无放电信号产生,不干扰局部放电的测量。数字摄像系统含有长焦放大镜头,所选择放大镜头的工作参数如下:工作距离为50~350mm,放大倍数为0.83倍到10倍,观测景深最大为7.9微米,分辨率为0.96微米。面光源、长焦放大镜头和数字显微摄像机配合,可以实时采集试样中的电树生长图像,通过计算机实时显示含有标准比例尺和实验时间的电树枝图像信息,同时可实现实时录像、定时截图、电树枝长度、宽度、角度的测量功能。风冷装置在高温实验时开启,通过空气流通散热方式使镜头和面光源在允许温度内正常工作。三维定位调节台可以精确控制长焦放大镜头和数字摄像机的位置,保证图像的清晰和放大倍数的准确。

[0012] 本发明的优点:本发明所述具有升温及局部放电监测功能的聚合物及纳米复合物电树枝化观测装置,可实现室温至180°C的电树性能实验,同时可进行电树枝图像的实时观测记录及局部放电信号的采集、存储和处理。对获得实际工作温度下聚合物及纳米复合物中电树枝发展演化过程的微观图像及伴随的局部放电信号的实时记录,提供了有效的研究手段;本装置不仅可为聚合物电树枝化的理论分析提供更加全面的数据,同时也为聚合物绝缘老化状态的在线监测系统开发及局部放电信号的处理提供理论依据。

## 附图说明

[0013] 图1是本发明所述具有升温及局部放电监测功能的电树观测装置结构示意图;

图中:1实验舱,2面光源,3风冷装置,4石英玻璃视窗,5板电极,6试样,7针电极,8接地线,9长焦放大镜头,10数字显微摄像机,11三维定位调节台,12计算机,13调压器,14实验变

压器,15罗氏线圈传感器,16屏蔽箱,17示波器,18温度控制器,19温度传感器。

### 具体实施方式

[0014] 具体实施方式一:本实施方式所述具有升温及局部放电监测功能的聚合物及纳米复合物电树枝化观测装置,包括具有隔热和升温功能的实验舱(1),面光源(2),风冷装置(3),石英玻璃视窗(4),板电极(5),试样(6),针电极(7),接地线(8),长焦放大镜头(9),数字显微摄像机(10),三维定位调节台(11),计算机(12),调压器(13),实验变压器(14),罗氏线圈传感器(15),屏蔽箱(16),示波器(17),温度控制器(18),温度传感器(19);实验舱(1)上含有耐温含圆孔上盖,实验舱含视窗的前后两面带有隔热层,底和两个侧面带有加热装置;温度传感器(19)位于距离试样(6)5cm处,温度传感器(19)、温度控制器(18)和加热装置形成温度反馈系统,实时监测控制实验试样(6)的环境温度。

[0015] 具体实施方式二:实验时实验舱(1)中装有耐温透明绝缘油,试样(6)、针电极(7)和板电极(5)都置于绝缘油中,通过调压器(13)控制实验变压器(14)的输出电压,面光源(2)、实验舱视窗(4)、试样(6)、长焦放大镜头(9)位于同一轴线,实现实验过程中电树生长的实时观测,三维定位调节台(11)可以精确控制长焦放大镜头(9)和数字摄像机(10)的位置,保证图像的清晰和放大倍数的准确,长焦放大镜头(9)采集的电树图像通过显微摄像机(10)和计算机(12)实现图像的记录和测量。

[0016] 具体实施方式三:实验过程中接地线(8)穿过罗氏线圈传感器(15),罗氏线圈传感器(15)置于屏蔽箱(16)中以防止外界信号的干扰,罗氏线圈传感器(15)通过检测接地线(8)中脉冲电流采集局部放电信号,采集到的局部放电信号脉冲在示波器(17)上实时显示,同时示波器(17)将脉冲电流信号传输至计算机(12),利用计算机(12)中的Labview软件平台进行数据的储存与处理,可实现局部放电信号的时域-频域转换。校核后的局部放电采集系统可实现5pC的检测精度。

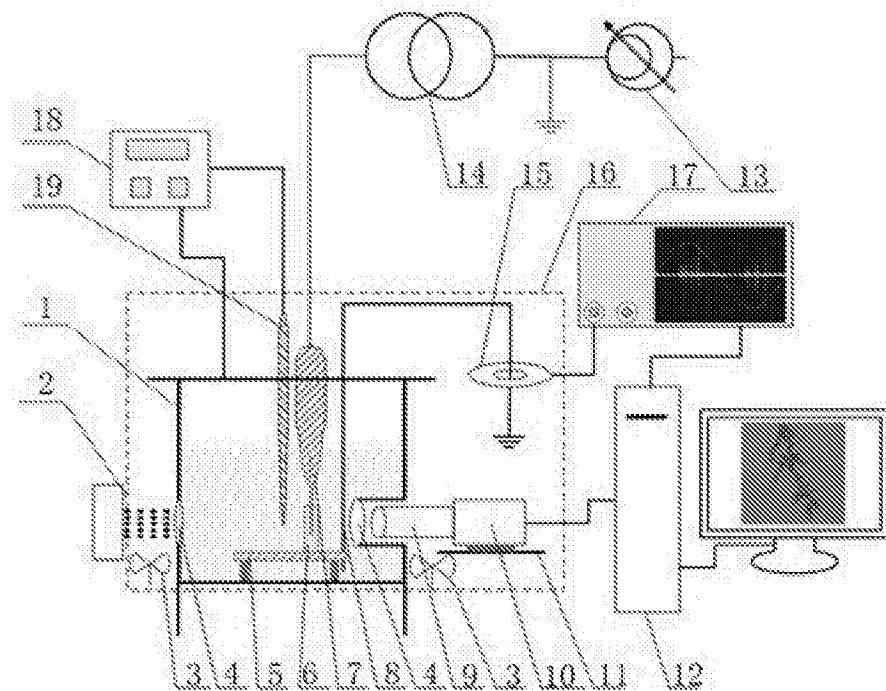


图1