



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107525958 A

(43)申请公布日 2017.12.29

(21)申请号 201710543625.6

尹睿涵

(22)申请日 2017.07.05

(74)专利代理机构 北京工信联合知识产权代理有限公司 11266

(71)申请人 中国电力科学研究院

代理人 郭一斐

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路  
15号

(51)Int.Cl.

G01R 19/00(2006.01)

申请人 国家电网公司  
国网安徽省电力公司电力科学研究院  
国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司

G01R 31/12(2006.01)

(72)发明人 周玮 张军 雷民 王斯琪 卢冰  
汪泉 付济良 陈习文 王旭  
郭子娟 齐聪 匡义 朱赤丹  
余雪芹 刘方明 聂高宁 朱琦  
程琳 冯振新 江翼 向冬冬  
丁国成 陈庆涛 杨海涛 吴兴旺

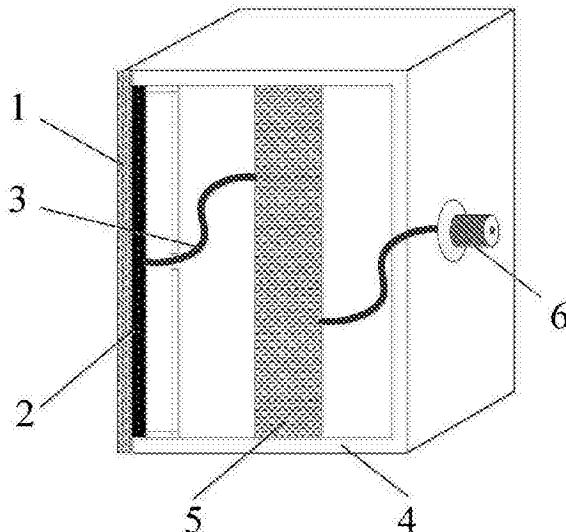
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种用于对电力设备的暂态对地感应电压  
进行测量的装置及方法

(57)摘要

本发明公开一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置，包括：金属电极，与电气设备的金属外壳通过绝缘介质相连接，绝缘介质贴合与电器设备的金属外壁上，所述金属电极用于与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容；高频器件，与所述金属电极相连接，用于抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰；电磁耦合电路，与等效电容串联，用于对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合。本发明的有益效果在于：本发明的装置为独立式的，采用隔离措施降低空间的特高频电磁信号的干扰，解决了暂态对地感应电压检测时容易受到非测量频段信号干扰的问题，提高了关键信号的信噪比。



1. 一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置，其特征在于，所述装置包括：金属电极、绝缘介质、高频器件和电磁耦合电路，

所述金属电极，与电气设备的金属外壳通过绝缘介质相连接，绝缘介质贴合与电器设备的金属外壁上，所述金属电极用于与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容；

所述高频器件，与所述金属电极相连接，用于抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰；

所述电磁耦合电路，与等效电容串联，用于对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合。

2. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

测量单元，通过等效电容和电磁耦合电路电容根据分压原理获取所述暂态对地电压信号。

3. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于，所述高频器件包括：高频电缆和SMA型高频座，所述高频电缆的芯线与金属电极相连接。

4. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于，所述金属电极为多边形的薄铜片，所述绝缘介质为软硅胶片。

5. 根据权利要求4所述的装置，其特征在于，所述薄铜片厚度为20微米；所述软硅胶片的厚度为0.4mm。

6. 根据权利要求1所述的装置，其特征在于，所述等效电容的值通过以下方式计算：

$$C_1 = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d},$$

其中， $C_1$ 为等效电容的值， $\epsilon$ 为绝缘介质的介电常数， $\epsilon_r$ 为金属电极的相对介电常数， $\epsilon_0$ 为真空的介电常数。

7. 一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的方法，其特征在于，所述方法包括：

金属电极与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容；

利用高频器件抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰；

利用电磁耦合电路对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

通过等效电容和电磁耦合电路电容根据分压原理获取所述暂态对地电压信号。

9. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述高频器件包括：高频电缆和SMA型高频座。

10. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述金属电极为多边形的薄铜片，所述绝缘介质为软硅胶片。

11. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述薄铜片厚度为20微米；所述软硅胶片的厚度为0.4mm。

12. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述等效电容的值通过以下方式计算：

$$C_1 = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d},$$

其中,  $C_1$  为等效电容的值,  $\epsilon$  为绝缘介质的介电常数,  $\epsilon_r$  为金属电极的相对介电常数,  $\epsilon_0$  为真空的介电常数。

## 一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力设备局部放电测量领域，并且更具体地，涉及一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置及方法。

### 背景技术

[0002] 开关柜或GIS发生局部放电时，放电量先聚集在与放电点相邻的接地金属部分，形成电磁波并向各个方向传播，地电波检测实质是检测局部放电产生的电磁波。对于特高频电磁波，传播至金属外壁时已大幅度衰减，无法在金属表面检测到理想的幅值，对于高频率电磁波（通常为1MHz～30MHz），传播到金属表面时波头会产生一个暂态对地电压，用电容型探头可采集到该暂态对地感应电压信号，地电波检测方法就是通过研究该信号从而判断开关柜或GIS局部放电的有无。

[0003] 暂态对地感应电压检测是当前被广泛运用的检测方法，对电气设备内部产生的各类局部放电检测有一定的效用，而且可对开关柜的局部放电源进行测量，该方法已成为电气设备状态检修工作中常见的巡检手段之一，其缺点为容易被无线电信号和低频电磁波等干扰。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置及方法，以解决对暂态对地感应电压检测时容易受到无线电信号和低频电磁波等一切非测量频段信号干扰的问题。

[0005] 为了解决上述问题，根据本发明的一个方面，提供了一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置，所述装置包括：金属电极、绝缘介质、高频器件和电磁耦合电路，

[0006] 所述金属电极，与电气设备的金属外壳通过绝缘介质相连接，绝缘介质贴合与电器设备的金属外壁上，所述金属电极用于与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容；

[0007] 所述高频器件，与所述金属电极相连接，用于抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰；

[0008] 所述电磁耦合电路，与等效电容串联，用于对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合。

[0009] 优选地，其中所述装置还包括：

[0010] 测量单元，通过等效电容和电磁耦合电路电容根据分压原理获取所述暂态对地电压信号。

[0011] 优选地，其中所述高频器件包括：高频电缆和SMA型高频座，所述高频电缆的芯线与金属电极相连接。

[0012] 优选地，其中所述金属电极为多边形的薄铜片，所述绝缘介质为软硅胶片。

[0013] 优选地，其中所述薄铜片厚度为20微米；所述软硅胶片的厚度为0.4mm。

[0014] 优选地，其中所述等效电容的值通过以下方式计算：

$$[0015] C_1 = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d},$$

[0016] 其中， $C_1$ 为等效电容的值， $\epsilon$ 为绝缘介质的介电常数， $\epsilon_r$ 为金属电极的相对介电常数， $\epsilon_0$ 为真空的介电常数。

[0017] 根据本发明的另一个方面，提供了一种用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的方法，所述方法包括：

[0018] 金属电极与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容；

[0019] 利用高频器件抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰；

[0020] 利用电磁耦合电路对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合。

[0021] 优选地，其中所述方法还包括：

[0022] 通过等效电容和电磁耦合电路电容根据分压原理获取所述暂态对地电压信号。

[0023] 优选地，其中所述高频器件包括：高频电缆和SMA型高频座。

[0024] 优选地，其中所述金属电极为多边形的薄铜片，所述绝缘介质为软硅胶片。

[0025] 优选地，其中所述薄铜片厚度为20微米；所述软硅胶片的厚度为0.4mm，

[0026] 优选地，其中所述等效电容的值通过以下方式计算：

$$[0027] C_1 = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d},$$

[0028] 其中， $C_1$ 为等效电容的值， $\epsilon$ 为绝缘介质的介电常数， $\epsilon_r$ 为金属电极的相对介电常数， $\epsilon_0$ 为真空的介电常数。

[0029] 本发明的有益效果在于：

[0030] 1. 本发明的装置为独立式的，不与待测电力设备处于同一结构内，能够减小高压触电危险。

[0031] 2. 本发明的装置通过滤除工频干扰信号，并采用隔离措施降低空间的特高频电磁信号的干扰，解决了暂态对地感应电压检测时容易受到无线电信号和低频电磁波等一切非测量频段信号干扰的问题，提高了关键信号的信噪比。

## 附图说明

[0032] 通过参考下面的附图，可以更为完整地理解本发明的示例性实施方式：

[0033] 图1为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置100的结构示意图；

[0034] 图2为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的示意图；

[0035] 图3为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的等效电路图；

[0036] 图4为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置的示意图。以及

[0037] 图5为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的方法500的流程图。

## 具体实施方式

[0038] 现在参考附图介绍本发明的示例性实施方式，然而，本发明可以用许多不同的形式来实施，并且不局限于此处描述的实施例，提供这些实施例是为了详尽地且完全地公开本发明，并且向所属技术领域的技术人员充分传达本发明的范围。对于表示在附图中的示例性实施方式中的术语并不是对本发明的限定。在附图中，相同的单元/元件使用相同的附图标记。

[0039] 除非另有说明，此处使用的术语(包括科技术语)对所属技术领域的技术人员具有通常的理解含义。另外，可以理解的是，以通常使用的词典限定的术语，应当被理解为与其相关领域的语境具有一致的含义，而不应该被理解为理想化的或过于正式的意义。

[0040] 图1为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置100的结构示意图。如图1所示，所述用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置100用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量，所述装置100具备独立结构、抗干扰能力强和测量便捷的特点。所述装置100包括：金属电极101、绝缘介质102、高频器件103和电磁耦合电路104。优选地，所述金属电极101与电气设备的金属外壳通过绝缘介质102相连接，绝缘介质贴合与电器设备的金属外壁上，所述金属电极用于与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容。优选地，其中所述金属电极为多边形的薄铜片，所述绝缘介质为软硅胶片。优选地，其中所述薄铜片厚度为20微米；所述软硅胶片的厚度为0.4mm。优选地，其中所述等效电容的值通过以下方式计算：

$$[0041] C_1 = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d},$$

[0042] 其中， $C_1$ 为等效电容的值， $\epsilon$ 为绝缘介质的介电常数， $\epsilon_r$ 为金属电极的相对介电常数， $\epsilon_0$ 为真空的介电常数。为实现较适宜的等效电容 $C_1$ ，所述薄铜片厚度约为20微米；薄铜片前端采用软硅胶片作为电容支撑，厚度不超过0.5毫米，其厚度直接决定了薄铜片与被测开关柜金属外壁的距离，应在保证良好绝缘的前提下尽量降低其厚度。电气设备金属外壁与金属电极之间形成的等效电容的值与金属电极的大小和材质有关，优选的，采用多边形或近似于多边形的电导率良好的纯铜或镀铜合金。

[0043] 优选地，所述高频器件103与所述金属电极相连接，用于抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰。优选地，其中所述高频器件包括：高频电缆和SMA型高频座，所述高频电缆的芯线与金属电极相连接。

[0044] 优选地，所述电磁耦合电路104，与等效电容串联，用于对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合。

[0045] 优选地，其中所述装置还包括：

[0046] 测量单元，通过等效电容和电磁耦合电路电容根据分压原理获取所述暂态对地电压信号。

[0047] 图2为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的示意图。如图2所示，整个装置贴合与待测电力设备的外壳壁上，形成等效电路C1和电磁耦合电路电容C2，电磁波在设备外壁上感应的暂态信号根据分压原理从电容C1和与其串联的耦合电容C2两端取得。

[0048] 图3为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的等效电路图。如图3所示，测量模块通过等效电容C1和电磁耦合电路电容C2根据分压原理，从等效电容C1的两端获取所述暂态对地电压信号。

[0049] 图4为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置的示意图。如图所示，所述装置包括：软硅胶片1，薄铜片金属电极2，高频线缆3，绝缘外壳4，电磁耦合电路5，SMA型高频座6。所述绝缘外壳及其余部件通过具有屏蔽效能的闭合结构组成测量装置；所述电磁耦合电路对GIS或开关柜体上电磁波感应的暂态电压具有信号耦合能力，所述电磁耦合电路的设计在高频下应减小电容及电感的谐振；所述软硅胶片贴合于被测电气设备的金属外壁上，并与金属外壁形成等效电容；所述SMA型高频座、高频线缆避免了采集后的信号受到电磁干扰；以上所述全部部件构成的暂态对地感应电压传感元件具有较大的频带范围。

[0050] 根据暂态对地感应电压法的基本原理，在电气设备金属外壁敷设一个金属电极并且以软硅胶片作为绝缘介质，金属电极与电气设备外壁外壳之间通过软挂胶片形成等效电容，则局放信号可通过电容和与串联的耦合电容根据电容分压原理可以从等效电容的两端取得局放信号。等效电容C1的计算方法为：

$$[0051] C_1 = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d},$$

[0052] 其中， $\epsilon$ 为介质的介电常数， $\epsilon_r$ 为金属电极的相对介电常数， $\epsilon_0$ 为真空的介电常数。为实现较适宜的等效电容C1，所述薄铜片厚度约为20微米；薄铜片前端采用软硅胶片作为电容支撑，厚度不超过0.5毫米，其厚度直接决定了薄铜片与被测开关柜金属外壁的距离，应在保证良好绝缘的前提下尽量降低其厚度。

[0053] 电气设备金属外壁与薄铜片金属电极之间形成的等效电容的值与金属电极的材质和大小有关，优选的，采用多边形或近似于多边形的电导率良好的纯铜或镀铜合金。

[0054] 绝缘外壳具有外部绝缘能力，避免操作时的人体静电等干扰信号对测量结果产生影响，优选的，可以采用铜、铝等电阻较小的良好导体在绝缘外壳内部屏蔽外部电磁波。SMA型高频座、高频线缆等部件特征阻抗为 $50 \Omega$ ，其芯线与薄铜片连接，抑制高频信号折射反射，尽可能避免采集后的信号受到特高频电磁波信号的干扰，当干扰电磁波（一般为特高频电磁波）在传到高频器件的金属表面时会被吸收或反射，从而衰减电磁波能量。通过采用隔离和屏蔽措施降低了无线电信号和低频电磁信号的干扰，有效提高了关键信号的信噪比。

[0055] 电磁耦合电路对GIS或开关柜体上对电磁波感应的暂态对地感应电压具有信号获取能力。当GIS或开关柜等电气设备发生局部放电时，电磁波在设备外壁上感应的暂态信号可根据分压原理从电容C1和与其串联的耦合电容C2两端取得。电磁耦合电路在高频下减小电容及导线电感的谐振，以上全部部件构成的暂态对地感应电压传感元件具有较大的频带范围。

[0056] 图5为根据本发明实施方式的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的方

法500的流程图。如图5所示，所述用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的方法500用于对于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量，所述方法500从步骤501处开始，在步骤501金属电极与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容。优选地，其中所述金属电极为多边形的薄铜片，所述绝缘介质为软硅胶片。优选地，其中所述等效电容的值通过以下方式计算：

$$[0057] C_1 = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d},$$

[0058] 其中， $C_1$ 为等效电容的值， $\epsilon$ 为绝缘介质的介电常数， $\epsilon_r$ 为金属电极的相对介电常数， $\epsilon_0$ 为真空的介电常数。

[0059] 优选地，其中所述薄铜片厚度为20微米；所述软硅胶片的厚度宜为0.4mm，

[0060] 优选地，在步骤502利用高频器件抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰。优选地，其中所述高频器件包括：高频电缆和SMA型高频座。

[0061] 优选地，在步骤503利用电磁耦合电路对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合。

[0062] 优选地，其中所述方法还包括：

[0063] 通过等效电容和电磁耦合电路电容根据分压原理获取所述暂态对地电压信号。

[0064] 本发明的实施例的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的装置100与本发明的另一个实施例的用于对电力设备的暂态对地感应电压进行测量的方法500相对应，在此不再赘述。

[0065] 已经通过参考少量实施方式描述了本发明。然而，本领域技术人员所公知的，正如附带的专利权利要求所限定的，除了本发明以上公开的其他的实施例等同地落在本发明的范围内。

[0066] 通常地，在权利要求中使用的所有术语都根据他们在技术领域的通常含义被解释，除非在其中被另外明确地定义。所有的参考“一个/所述/该[装置、组件等]”都被开放地解释为所述装置、组件等中的至少一个实例，除非另外明确地说明。这里公开的任何方法的步骤都没必要以公开的准确的顺序运行，除非明确地说明。

100



图1

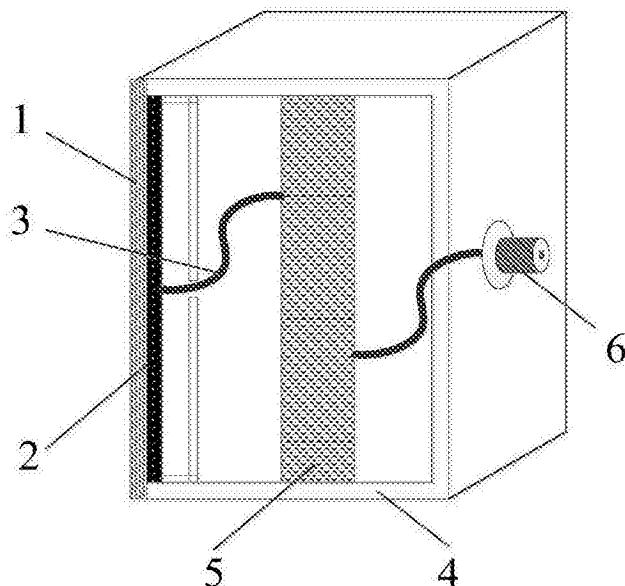


图2

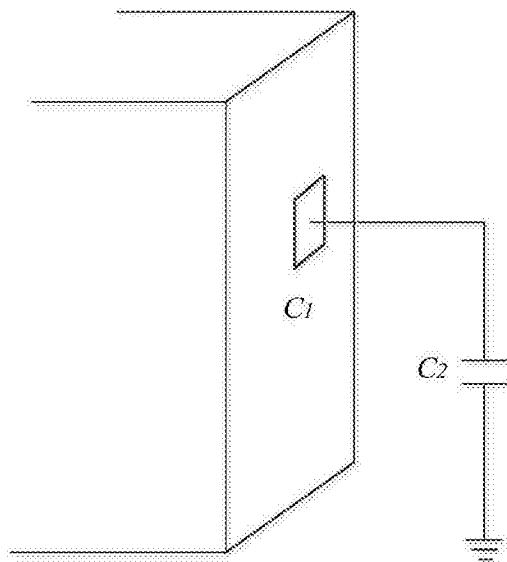


图3

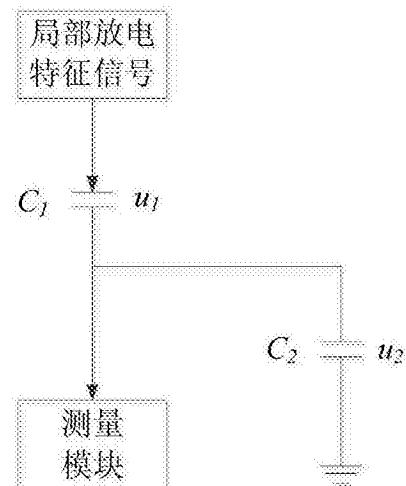


图4

500

金属电极与电气设备的金属外壳通过绝缘介质形成等效电容010



利用高频器件抑制高频电磁波信号折射反射，避免采集到的电压信号受到特高频电磁波的干扰502



利用电磁耦合电路对电力设备上局部放电产生的暂态对地感应电压信号进行耦合503

图5