

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 7 月 10 日 (10.07.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/106414 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/12 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/087853
- (22) 国际申请日: 2013 年 11 月 26 日 (26.11.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310005113.6 2013 年 1 月 7 日 (07.01.2013) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 国网北京市电力公司 (STATE GRID BEIJING ELECTRIC POWER COMPANY) [CN/CN]; 中国北京市西城区前门西大街 41 号, Beijing 100031 (CN)。
- (72) 发明人: 段大鹏 (DUAN, Dapeng); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, Beijing 100075 (CN)。 任志刚 (REN, Zhigang); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, Beijing 100075 (CN)。 齐伟强 (QI, Weiqiang); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, Beijing 100075 (CN)。 程序 (CHENG, Xu); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, Beijing 100075 (CN)。 刘弘景

(LIU, Hongjing); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, Beijing 100075 (CN)。 陶诗洋 (TAO, Shiyang); 中国北京市丰台区南三环中路 30 号, Beijing 100075 (CN)。

(74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[见续页]

(54) Title: LOCATING METHOD OF PARTIAL DISCHARGE SOURCE AND LOCATING SYSTEM OF PARTIAL DISCHARGE SOURCE

(54) 发明名称: 局部放电源的定位方法和局部放电源的定位系统

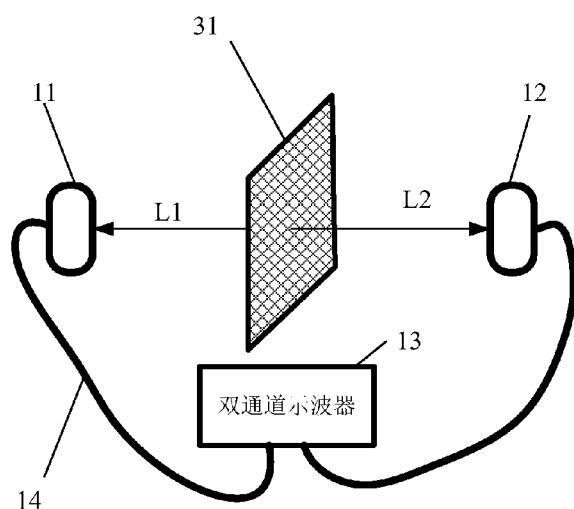


图 3 / FIG. 3

13 DUAL CHANNEL OSCILLOSCOPE

(57) Abstract: Provided are a locating method of a partial discharge source and a locating system of the partial discharge source. The locating method of a partial discharge source comprises: arranging two same UHF sensors on opposite faces of a device to be detected to acquire ultra-high frequency partial discharge signals; moving one or two of the two same UHF sensors along the connection line of the two same UHF sensors, and simultaneously outputting the acquired ultra-high frequency partial discharge signals through oscilloscopes respectively connected to the two same UHF sensors; and when the waveforms of the ultra-high frequency partial discharge signals acquired by the two same UHF sensors coincide, determining that distances from the partial discharge source in the device to be detected to a first location point and a second location point where the two same UHF sensors are currently located are equal. By using the solutions of the present invention, there is no need for acquiring and measuring the time difference of the ultra-high frequency partial discharge signals in the location process, the influence of interference signals caused by factors such as signal propagation path, signal refraction and reflection and the like is also avoided, the operation is convenient and flexible, and the locating is accurate.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2014/106414 A1



IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, **本国际公布:**

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明提供了一种局部放电源的定位方法和局部放电源的定位系统。该局部放电源的定位方法包括：在待测设备的相对面设置两个同样的 UHF 传感器获取特高频局部放电信号；沿两个同样的 UHF 传感器的连线移动两个同样的 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与两个同样的 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号；当两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第一位置点和第二位置点的距离相等。利用本发明的方案，定位过程中不需要获取测量特高频局部放电信号的时差，也不受信号传播路径及信号折反射等因素导致的干扰信号的影响，操作简便灵活，定位精确。

局部放电源的定位方法和局部放电源的定位系统

技术领域

本发明涉及高电压及绝缘领域，具体而言，涉及一种局部放电源的定位方法和局部放电源的定位系统。

5 背景技术

随着社会对电力需求的不断增大，电力产业得到快速发展，大型输电网络的安全运行成为电力行业关注的重大问题，而输变电设备的健康状态则是电网安全稳定运行的关键因素。研究表明，输变电设备以绝缘故障为多，而绝缘故障的先兆往往表现为局部放电。一般认为，电力设备中的局部放电是设备隐患的重要表征形式，局部放电不但会严重影响电场分布，导致电场畸变，而且会使绝缘材料腐蚀，最终引发绝缘击穿，导致设备故障。

特高频、超声波、红外、紫外等带电检测技术和在线监测技术在电力设备检测领域得到了广泛应用，并取得了较为显著的成效。在上述多种状态检测技术当中，特高频局部放电检测 UHF (Ultra High Frequency) 技术的特点在于：检测频段较高，可以有效地避开常规局部放电测量中的电晕、开关操作等多种电气干扰；检测频带宽，检测灵敏度很高；可识别故障类型和进行定位；此外，与其他方法不同，特高频法测得的波形更加符合实际的放电波形，可以较全面的研究局部放电的本质特征。特高频检测技术的特点使其在局部放电检测领域具有其他方法无法比拟的优点，因而在近年来在局部放电检测领域得到了迅速的发展和广泛的应用。特高频局部放电检测方法的主要检测对象包括：电力变压器、断路器、气体绝缘开关 GIS (Gas Insulated Switchgear)、开关柜、高压电缆等。

特高频法检测电力设备中的局部放电是 20 世纪 80 年代初期由英国中央电力局 (Central Electricity Generating Board-CEGB) 提出的，该方法由 Scottish Power 于 1986 年应用于英国的 Torness 电站 420kV GIS 设备的检测。Torness 电站的多年运行经验验证了该方法的可行性，使特高频法得到了行业的认可，并成为近 20 年以来 GIS 绝缘检测的研究热点之一。其中以英国 Strathclyde 大学、日本 Nagoya 大学、德国 Stuttgart 大学、荷兰 Delft 大学、韩国 Hanyang University 大学的研究工作最为突出。除大学和研究所以外，一些大型电力设备制造公司，如英国的 Rolls Royce Ltd.、DMS，德国的 Siemens AG，瑞士的 ABB，法国的 ALSTOMT&D 和日本的 Mitsubishi、Toshiba、Tokyo

Electric Power Company、AE Power Systems Corporation, 韩国的 Power System Diagnosis Tech、HYOSUNG Corporation, 澳大利亚的 Powerlink Queensland Ltd. 等公司也参与了特高频法的研究和推广, 加速了该技术的发展与应用。我国的超高频检测技术起步较晚, 一些大学和研究所于 20 世纪 90 年代初期才开始对特高频法进行研究, 目前也取得了一定的进展。如西安交通大学、清华大学、重庆大学、华北电力大学、上海交通大学等。

在特高频局部放电检测技术的实际应用当中, 放电源的定位是关键问题之一。这是因为放电源的准确定位不仅可以找到电力设备缺陷或隐患的准确位置, 而且能够通过有效识别放电源的位置, 进而判断该放电是外部干扰还是设备内部放电。因此, 基于特高频局部放电检测技术的放电源准确定位方法十分重要。目前, 基于特高频的局部放电定位方法有信号幅度比较法、信号先后比较法、时间差计算法和特高频传感器阵列法等。以下对常见的几种基于特高频的局部放电定位方法进行介绍:

一、信号幅度比较法。信号幅度比较法是利用特高频电磁波信号在传播过程中的衰减特点, 把传感器分别放在的各个盘式绝缘子处, 比较各处所测到的信号的大小, 信号幅值大, 则意味着距离局部放电源近信号幅值小, 则传感器距离局部放电源远, 信号最大的盘式绝缘子的位置即为靠近放电源的位置。信号幅度比较法定位对传感器的性能要求比较高, 传感器的增益需要相等, 而且要求信号具有明显的衰减特征, 因此只能用于信号的粗略定位。

二、信号先后比较法。传感器从多个盘式绝缘子处接收的放电信号的幅值, 有时无明显差别, 很难从信号的幅值上确定局部放电的位置。这时可以根据传感器接收信号的先后确定局部放电的位置。具体方法是把传感器 A、B 分开放置, 如果总是 A 传感器的信号先于 B 传感器, 则表明放电源在 A 传感器的附近, 移动 B 传感器向 A 靠近, 观察 A、B 传感器信号到达的先后, 可以确定局部放电的大致位置。

以上信号幅度比较法、信号先后比较法受到信号传播与衰减路径等因素的影响, 只能用于放电源的粗略定位, 定位精度差。另外, 以上两种方法无法实现放电源的三维定位, 信号传播路径的复杂性以及信号折反射等因素也会导致该方法的定位精度较差。

三、时间差算法。时间差算法可以精确的测量两个传感器接收到信号的时间差, 根据电磁波的传播速度, 计算放电源的位置。电磁波在气室中传播, 对于不同的传感器而言, 接收到局部放电信号的时间不一样, 利用传感器之间的距离和信号到达传感器的时间差可以确定局部放电的位置。

2003 年, L. Yang 和 M.D. Judd 提出了基于最短光程原理采用特高频法对变压器局部放电进行定位的思想。他们在屏蔽室内通过长方体、圆柱体等简单几何形体的金属障碍物验证了最短光程原理的正确性, 试验误差仅为数厘米。Judd 还用时域有限差分方法仿真了存在导电圆柱情况下电磁波绕射传播过程, 从理论角度探索了根据最短光程原理进行局部放电定位的可行性。同时 M.D.Judd 课题组把特高频信号能量累积图的“拐点”作为计算时间差的参考点, 根据三个不同位置的传感器获得三组时间差进行定位。

然而, 时间差算法在实际检测定位过程中的关键问题在于准确确定两个特高频信号的波头, 即如何准确计算两者的时间差。在实际检测过程中很难精确测量信号时差。现场实际测试过程中, 所测量的信号往往受到反射、折射等因素的影响, 得到的是一个叠加的信号, 很难确定两个信号的波头, 即精确读取两个信号的时差, 从而给定位方法的实施及定位结果的准确性带来了很大的困难。

图 1a 和图 1b 是现有技术中实际测量得到的两个特高频局部放电信号的波形图, 由图可见, 很难测量两个信号的准确时差。另外, 该方法也无法实现放电源的三维定位, 信号传播路径的复杂性以及信号折反射等因素也会导致该方法的定位精度较差。

四、基于相控阵理论的定位法。该方法是根据相控阵理论, 采用一个 $N \times N$ 阵元的平面相控阵传感器作为接收信号用传感器。 $N \times N$ 个阵元对局部放电源的接收信号的空间相位差可表示成矩阵, 对 $N \times N$ 个阵元接收信号的附加阵内相位差也可表示成矩阵。改变阵内相位矩阵, 传感器方向图就按照 $\beta = k d \sin \theta$, $\alpha = k d \cos \theta \sin \varphi$ 对应的 θ 、 φ 方向扫描。同时通过近似连续改变平面阵的阵内水平和垂直相位差, 就可以实现空间坐标上的电控扫描, 获取空间上的目标信息。式中 α 、 β 为相邻阵元的阵内相位差, 即相位延迟, θ 、 φ 分别为相控阵的仰角和方位角。

将局部放电看作超高频和超声波的发射源, 用检测超高频和超声波信号的相控阵构成平面传感器, 以接收到的超高频信号作为时间基准, 进而得到同一方向的超声波传输时延, 这样可先计算出局部放电点与传感器的距离, 然后根据相控阵扫描的方位角和仰角即可得出放电点的空间几何位置。

然而, 基于相控阵理论的定位法在实际检测定位过程中的关键问题不仅在于准确测量两个特高频信号的时差, 还要准确测量传感器的方位角和仰角, 以及精准的计算方法。这种方法虽然能够实现放电源的三维定位, 但需要安装的特高频传感器数量较多, 而且对安装位置及安装角度的精度要求较高, 理论计算方法复杂, 同样存在精确测量信号时差困难的问题。

从以上分析可以看出时间差算法和基于相控阵理论定位法应用于现场检测是，对传感器的安装的精度要求较高，理论计算方法复杂，现场实施同样存在较大的局限性。

针对上述现有技术中特高频局部放电定位方法现场实施中对传感器安装精度要求高的问题，尚未提出有效的解决方案。

发明内容

本发明旨在提供一种局部放电源的定位方法和局部放电源的定位系统，以解决现有技术中现场实施中对传感器安装精度要求高问题。

为了实现上述目的，根据本发明的一个方面，提供了一种局部放电源的定位方法。

10 该局部放电源的定位方法，包括：在待测设备的相对面设置两个同样的 UHF 传感器获取特高频局部放电信号；沿两个同样的 UHF 传感器的连线移动两个同样的 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与两个同样的 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号；当两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第一位置点和第二位置点的距离相等。

15

进一步地，在确定待测设备中局部放电源到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第一位置点和第二位置点的距离相等之后还包括：计算第一位置点和第二位置点的连线的中垂面，将该中垂面作为第一中垂面，待测设备中局部放电源位于第一中垂面内。

进一步地，在将该中垂面作为第一中垂面之后还包括：在第一中垂面内设置两个

20 同样的 UHF 传感器从待测设备的两侧获取特高频局部放电信号；沿两个同样的 UHF 传感器在第一中垂面内的连线移动 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号；当检测到两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源在第一中垂面内且到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第三位置点和第四位置点的

25 距离相等。

进一步地，在确定待测设备中局部放电源在第一中垂面内且到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第三位置点和第四位置点的距离相等之后还包括：计算第三位置点和第四位置点的连线的中垂面，将该中垂面作为第二中垂面，确定待测设备中局部放电源位于第一中垂面和第二中垂面的交线上。

进一步地，在确定待测设备中局部放电源位于第一中垂面和第二中垂面的交线上之后还包括：在交线上设置两个同样的 UHF 传感器从待测设备的两侧获取特高频局部放电信号；沿交线移动两个同样的 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号；当检测到两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源位于两个同样的 UHF 传感器的当前位置连线的中点处。

进一步地，在确定待测设备中局部放电源位于第一中垂面和第二中垂面的交线上之后还包括：在交线上设置第一 UHF 传感器，记录第一 UHF 传感器的设置位置为第五位置点；在距离第五位置点预定距离的任意位置设置与第一 UHF 传感器参数相同的第二 UHF 传感器，记录第二 UHF 传感器的设置位置为第六位置点；读取第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器接收到特高频局部放电信号的时间差；根据时间差和预定距离计算得出局部放电源到第五位置点的距离和局部放电源到第六位置点的距离；

根据局部放电源到第五位置点的距离和局部放电源到第六位置点的距离在交线上确定局部放电源。

进一步地，根据时间差和预定距离计算得出局部放电源到第五位置点的距离和局部放电源到第六位置点的距离包括：

$$\begin{cases} a^2 + b^2 = c^2 \\ c - 0.3\Delta t = a \end{cases}$$

求解以下方程组计算得出局部放电源到第五位置点和第六位置点的距离：其中，a 为局部放电源到第五位置点的距离，b 为预定距离，c 为局部放电源到第六位置点的距离， Δt 为时间差。

进一步地，在通过分别与 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号之后还包括：检测获取到的特高频局部放电信号的强度是否大于预设的信号强度；当特高频局部放电信号的强度小于预设的信号强度时，在 UHF 传感器和示波器之间分别设置 UHF 宽带信号放大器。

根据本发明的另一个方面，还提供了一种局部放电源的定位系统。该局部放电源的定位系统包括：第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器，第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器的测量参数相同，分别用于获取特高频局部放电信号；双通道示波器，通过等长的射频同轴电缆分别与第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器连接，用于输出第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的波形；计算装置，

用于双通道示波器输出的第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的波形重合时,确定待测设备中局部放电源到第一 UHF 传感器的距离和局部放电源到第二 UHF 传感器的距离相等。

5 进一步地,该局部放电源的定位系统还包括:第一 UHF 宽带信号放大器,设置在双通道示波器和第一 UHF 传感器之间;第二 UHF 宽带信号放大器,设置在双通道示波器和第二 UHF 传感器之间。

应用本发明的技术方案,利用距离局部放电的位置到距离相等的位置处,发出的电信号的波形一致的特点,使用两个同样的 UHF 传感器探测波形一致的位置点,利用探测得出位置点确定局部放电源所在平面,定位过程中不需要获取测量特高频局部放
10 电信号的时差,也不受信号传播路径及信号折反射等因素导致的干扰信号的影响,操作简便灵活,定位精确。

附图说明

构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

15 图 1a 和图 1b 是现有技术中实际测量得到的两个特高频局部放电信号的波形图;

图 2 是根据本发明实施例的局部放电源的定位系统的示意图;

图 3 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法确定第一中垂面的示意图

图 4 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法确定中垂面交线的示意图;

图 5 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法确定交点的示意图;

20 图 6 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法是用三角形时差辅助定位的原理图。

具体实施方式

需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

25 本发明实施例提供了一种局部放电源的定位系统,图 2 是根据本发明实施例的局部放电源的定位系统的示意图,如图 2 所示,本发明实施例的局部放电源的定位系统

包括：第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12，分别用于获取特高频局部放电信号；该第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12 分别通过射频同轴电缆 14 与双通道示波器 13 连接，优选地，双通道示波器 13 与第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12 连接的同轴电缆 14 长度相等，从而避免线缆的长度引起的特高频局部放电信号衰减不一致引起的定位精度下降。该双通道示波器 13，用于输出第一 UHF 传感器 11 和所述第二 UHF 传感器 12 获取到的特高频局部放电信号的波形。计算装置（图中未示出），用于双通道示波器输出的第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的波形重合时，确定待测设备中局部放电源到第一 UHF 传感器的距离和局部放电源到第二 UHF 传感器的距离相等。从而利用获取到的信号波形可以进行局部放电源的定位计算。

在特高频局部放电信号的信号强度较弱的情况下，本发明实施例的局部放电源的定位系统还可以包括：第一 UHF 宽带信号放大器，设置在双通道示波器 13 和第一 UHF 传感器 11 之间，用于放大第一 UHF 传感器 11 获取到的特高频局部放电信号；第二 UHF 宽带信号放大器，设置在所述双通道示波器 13 和所述第二 UHF 传感器 12 之间，用于放大第二 UHF 传感器 12 获取到的特高频局部放电信号，其中第一 UHF 宽带信号放大器和第二 UHF 宽带信号放大器的放大倍数需要相同。

使用上述实施例的局部放电源的定位系统，可以方便地实现局部放电源的精确定位，具有结构简单、实施方便、定位精确的特点。

本发明的实施例还提供了一种局部放电源的定位方法，该局部放电源的定位方法是上述实施例的局部放电源的定位系统的具体使用方法。

本发明的实施例的局部放电源的定位方法包括：在待测设备的相对面设置两个同样的 UHF 传感器获取特高频局部放电信号；沿两个同样的 UHF 传感器的连线移动 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与 UHF 传感器连接的示波器 13 输出获取到的特高频局部放电信号；当两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第一位置点和第二位置点的距离相等。

具体地，可以在待测设备的两侧分别布置第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12，沿第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12 的连线，同时移动这两个 UHF 传感器或者这两个 UHF 传感器之一，同时在示波器 13 上观察这两个 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形，当两个传感器获取到的信号波形重合时，说明局部放电源到这两只传感器的距离是相等的，也就是待测设备中局部放电源到第一 UHF

传感器 11 当前所在的第一位置点的距离 L_1 ，待测设备中局部放电源到第二 UHF 传感器 12 当前所在的第二位置点的距离 L_2 ，两个距离的大小是相等的。

在待测设备为高压电缆等线状的设备时，可以利用第一位置点和局部放电源到第一 UHF 传感器 11 当前所在的第一位置点的距离 L_1 以及第二位置点和局部放电源到第二 UHF 传感器 12 当前所在的第二位置点的距离 L_2 ，方便精确地得到设备局部放电源。

由于到两个位置点距离相等的点组成的是两个位置点连线的中垂面，优选地，在确定待测设备中局部放电源到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第一位置点和第二位置点的距离相等之后，本方法还可以包括：计算第一位置点和第二位置点的连线的中垂面，将该中垂面作为第一中垂面 31，待测设备中局部放电源位于第一中垂面 31 内。以上距离的计算以及确定中垂面的计算可以有上面的计算装置自动进行。

图 3 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法确定第一中垂面的示意图，通过探测确定第一位置点和第二位置点，可以得到第一位置点和第二位置点之间线段的第一中垂面 31，该第一中垂面 31 与待测设备的交点即为局部放电源。

应用这种方法，利用距离局部放电的位置到距离相等的位置处，发出的电信号的波形一致的特点，使用两个同样的 UHF 传感器探测波形一致的位置点，利用探测得出位置点确定局部放电源所在平面，定位过程中不需要获取测量特高频局部放电信号的时差，也不受信号传播路径及信号折反射等因素导致的干扰信号的影响，操作简便灵活，定位精确。

在待测设备为盘式绝缘子、或 GIS 等二维或三维的设备时，单纯通过第一中垂面 31 与待测设备的交点可能无法确定局部放电源。在这种情况下，在将该中垂面作为第一中垂面 31 之后还可以包括：在第一中垂面 31 内设置两个同样的 UHF 传感器从待测设备的两侧获取特高频局部放电信号；沿两个同样的 UHF 传感器在第一中垂面 31 内的连线移动 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与 UHF 传感器连接的示波器 13 输出获取到的特高频局部放电信号；当检测到两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源在第一中垂面 31 内且到两个同样的 UHF 传感器当前所在的第三位置点和第四位置点的距离相等。

利用上述的步骤可以确定另一个中垂面，两个面相交与一条线，也就是放电源应该位于这条直线上，结合被测设备的具体结构如盘式绝缘子等二维面型的结构，可以确定放电源的具体位置。

图 4 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法确定中垂面交线的示意图，如图所示，计算第三位置点和第四位置点的连线的中垂面，将该中垂面作为第二中垂面 32，可以确定待测设备中局部放电源位于第一中垂面 31 和第二中垂面 32 的交线 41 上。

5 以上步骤是实际上待测设备的另一个侧面上重复探测过程，利用两次探测得到的中垂面交线 41 确定局部放电的位置点。

待测设备为立体的，三维空间内均占用一定空间的情况下，通过两个中垂面的交线 41 也可能无法确定局部放电源。在这种情况下，可以进一步重复测试，在上述交线 41 上直接得到发生局部放电信号的位置。因此，在确定待测设备中局部放电源位于第一中垂面 31 和第二中垂面 32 的交线 41 上之后还可以包括：在交线 41 上设置两个同样的 UHF 传感器从待测设备的两侧获取特高频局部放电信号；沿交线 41 移动 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与 UHF 传感器连接的示波器 13 输出获取到的特高频局部放电信号；当检测到两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源位于两个同样的 UHF 传感器的当前位置连线的中点处。三个面相交于一点，便是局部放电源的位置

10
15

图 5 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法确定交点的示意图，如图所示，在交线 41 上设置第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12，重复上面移动传感器的操作，波形相同的两个位置点的中点即为局部放电源的准确位置。

当受到高度原因、变电站建筑物或设备阻碍，难以实现在三维空间内重复三次探测过程的情况下，可以辅助应用三角形时差定位法得到局部放电源的三维空间位置。具体操作时，首先，确定放电源在上述交线 41 上的区间，例如将第一 UHF 传感器 11 放置在交线 41 上的一个端点处，第二 UHF 传感器 12 由该端点处沿上述交线 41 向一个固定方向移动，若两个传感器得到的信号波形的时差从 0 变大又变小，则说明放电源位于两传感器之间的区段内，如果若两信号时差从 0 变的越来越大，则说明放电源位于第二 UHF 传感器 12 的移动方向的延长线上。在放电源在第二 UHF 传感器 12 的移动方向的延长线上时，可以应用三角形时差定位法得到局部放电源的三维空间位置。图 6 是根据本发明实施例的局部放电源的定位方法是用三角形时差辅助定位的原理图，如图所示，在交线 41 上设置第一 UHF 传感器 11，记录第一 UHF 传感器 11 的设置位置为第五位置点；在距离第五位置点预定距离的任意位置设置与第一 UHF 传感器 11 参数相同的第二 UHF 传感器 12，记录第二 UHF 传感器 12 的设置位置为第六位置点；读取第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12 接收到特高频局部放电信号的时间差；根据时间差和预定距离计算得出局部放电源到第五位置点的距离和局部放电源

20
25
30

到第六位置点的距离；根据局部放电源到第五位置点的距离和局部放电源到第六位置点的距离在交线 41 上确定局部放电源。

具体地，根据时间差和预定距离计算得出局部放电源到第五位置点的距离和局部放电源到第六位置点的距离的方式为：求解以下方程组计算得出局部放电源到第五位置点和第六位置点的距离：

$$\begin{cases} a^2 + b^2 = c^2 \\ c - 0.3\Delta t = a \end{cases}$$

在式中，a 为局部放电源到第五位置点的距离，b 为预定距离，c 为局部放电源到第六位置点的距离， Δt 为时间差。

使用这种三角形时差辅助定位的方法，解决了由于高度原因、变电站建筑物或设备阻碍无法重复进行试验时的限制。以上中垂面的确定、交线的确定以及三角形时差辅助定位的计算均可以由计算装置自动进行

另外由于局部放电较弱时，利用示波器 13 无法有效的检测特高频放电信号时，可以在 UHF 传感器和示波器 13 之间分别设置 UHF 宽带信号放大器，具体地操作步骤为通过分别与 UHF 传感器连接的示波器 13 输出获取到的特高频局部放电信号之后还包括：检测获取到的特高频局部放电信号的强度是否大于预设的信号强度；当特高频局部放电信号的强度小于预设的信号强度时，在 UHF 传感器和示波器 13 之间分别设置 UHF 宽带信号放大器。上述预设的信号强度可以按照示波器 13 的检测精度进行设置。

另外，由于特高频放电信号的频率较高，上述示波器 13 必须为至少具有两路扫描的告诉示波器 13。上述第一 UHF 传感器 11 和第二 UHF 传感器 12 的参数必须一致，在设置有 UHF 宽带信号放大器的情况下，其放大增益和延时也必须一致。

在布置上述第一 UHF 传感器 11 和时，两个传感器的接收方向相对，使两者之间除被检测电力设备以外尽可能无其他遮挡物，此时示波器 13 可观测到较为明显的局部放电 UHF 信号。

下面对使用本实施例的局部放电源的定位方法的一种具体情况进行说明，其步骤为：

3 步骤 S11，保持两只传感器的接收方向，使两者的距离在数米至数十几米的范围。在三维空间移动两只传感器的位置，使示波器 13 显示的两路 UHF 局部放电信号的起始点重合，记录两只传感器的位置，找到并记录与两者连线垂直的第一中垂面 31。

步骤 S12, 根据现场空间情况, 移动两只传感器的位置, 最好使两只传感器的连线 32 与连线 31 垂直。应用与步骤 S11 相同的方法确定第二中垂面 32。

5 步骤 S13, 第一中垂面 31 与第二中垂面 32 相交于一条交线 41, 该交线 41 可能垂直于水平面, 也可能与水平面存在一定的夹角。此时可以确定放电源位于交线 41 或其延长线上。

步骤 S14, 若有必要, 则在交线 41 平行方向布置两只传感器, 应用与步骤 S11 相同的方法确定第三中垂面, 与交线 41 相交于某点, 该点即是放电源的三维空间位置。

步骤 S15, 使用步骤 S14 的步骤受到空间的限制时, 则应用三角形时差定位法进行辅助计算, 计算公式如以上的介绍, 即可实现放电源的三维空间精确定位。

10 步骤 S16, 使两只传感器的接收方向相同, 且位于同一接收平面, 在空间球面或半球面同时调整两只传感器的接收方向, 找到检测信号相对较强的接收方向, 此时示波器 13 显示两路信号重合。

使用以上的方法, 在变电站现场的 GIS 设备上进行测试的结果表明, 以上定位方法和定位系统定位准确, 检测效果良好。在技术层面而言, 本实施例的技术方案无须测量两个特高频局部放电信号的时差, 不必考虑电磁波信号的传播速度, 也不用计算。从根本解决了精确测量特高频局部放电信号时差困难的问题, 以及信号传播路径及信号折反射等因素导致双传感器定位精度差的问题。在实际检测工作层面而言, 本实施例操作简单、实施方便、定位准确, 实现了仅用两只特高频传感器便可实现局部放电源的三维空间定位。对输变电设备局部放电的检测、定位以及干扰信号的排除具有
20 显著的实际意义。

应用本发明的技术方案, 利用距离局部放电的位置到距离相等的位置处, 发出的电信号的波形一致的特点, 使用两个同样的 UHF 传感器探测波形一致的位置点, 利用探测得出位置点确定局部放电源所在平面, 定位过程中不需要获取测量特高频局部放电信号的时差, 也不受信号传播路径及信号折反射等因素导致的干扰信号的影响, 操作
25 简便灵活, 定位精确。

显然, 本领域的技术人员应该明白, 上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现, 它们可以集中在单个的计算装置上, 或者分布在多个计算装置所组成的网络上, 可选地, 它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现, 从而, 可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行, 或者将它们分别制作成各个集成电路模

块，或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样，本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

5

权利要求书

1. 一种局部放电源的定位方法，其特征在于，包括：

在待测设备的相对面设置两个同样的 UHF 传感器获取特高频局部放电信号；

沿所述两个同样的 UHF 传感器的连线移动所述两个同样的 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与所述两个同样的 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号；

当所述两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源到所述两个同样的 UHF 传感器当前所在的第一位置点和第二位置点的距离相等。

2. 根据权利要求 1 所述的局部放电源的定位方法，其特征在于，在确定待测设备中局部放电源到所述两个同样的 UHF 传感器当前所在的第一位置点和第二位置点的距离相等之后还包括：

计算所述第一位置点和所述第二位置点的连线的中垂面，将该中垂面作为第一中垂面，待测设备中局部放电源位于所述第一中垂面内。

3. 根据权利要求 2 所述的局部放电源的定位方法，其特征在于，在将该中垂面作为第一中垂面之后还包括：

在所述第一中垂面内设置两个同样的 UHF 传感器从待测设备的两侧获取特高频局部放电信号；

沿所述两个同样的 UHF 传感器在所述第一中垂面内的连线移动所述 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与所述 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号；

当检测到所述两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源在所述第一中垂面内且到所述两个同样的 UHF 传感器当前所在的第三位置点和第四位置点的距离相等。

4. 根据权利要求 3 所述的局部放电源的定位方法，其特征在于，在确定待测设备中局部放电源在所述第一中垂面内且到所述两个同样的 UHF 传感器当前所在的第三位置点和第四位置点的距离相等之后还包括：

计算所述第三位置点和所述第四位置点的连线的中垂面，将该中垂面作为第二中垂面，确定待测设备中局部放电源位于所述第一中垂面和第二中垂面的交线上。

5. 根据权利要求4所述的局部放电源的定位方法，其特征在于，在确定待测设备中局部放电源位于所述第一中垂面和第二中垂面的交线上之后还包括：

在所述交线上设置两个同样的 UHF 传感器从待测设备的两侧获取特高频局部放电信号；

沿所述交线移动所述两个同样的 UHF 传感器中的一个或两个，同时通过分别与所述 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号；

当检测到所述两个同样的 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的信号波形重合时，确定待测设备中局部放电源位于所述两个同样的 UHF 传感器的当前位置连线的中点处。

6. 根据权利要求4所述的局部放电源的定位方法，其特征在于，在确定待测设备中局部放电源位于所述第一中垂面和第二中垂面的交线上之后还包括：

在所述交线上设置第一 UHF 传感器，记录所述第一 UHF 传感器的设置位置为第五位置点；

在距离所述第五位置点预定距离的任意位置设置与所述第一 UHF 传感器参数相同的第二 UHF 传感器，记录所述第二 UHF 传感器的设置位置为第六位置点；

读取所述第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器接收到特高频局部放电信号的时间差；

根据所述时间差和所述预定距离计算得出局部放电源到所述第五位置点的距离和局部放电源到所述第六位置点的距离；

根据局部放电源到所述第五位置点的距离和局部放电源到所述第六位置点的距离在所述交线上确定局部放电源。

7. 根据权利要求4所述的局部放电源的定位方法，其特征在于，根据所述时间差和所述预定距离计算得出局部放电源到所述第五位置点的距离和局部放电源到所述第六位置点的距离包括：

求解以下方程组计算得出局部放电源到所述第五位置点和所述第六位置点的距离：

$$\begin{cases} a^2 + b^2 = c^2 \\ c - 0.3\Delta t = a \end{cases}$$

其中, a 为局部放电源到所述第五位置点的距离, b 为所述预定距离, c 为局部放电源到所述第六位置点的距离, Δt 为所述时间差。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的局部放电源的定位方法, 其特征在于, 在通过分别与所述 UHF 传感器连接的示波器输出获取到的特高频局部放电信号之后还包括:

检测获取到的特高频局部放电信号的强度是否大于预设的信号强度;

当所述特高频局部放电信号的强度小于预设的信号强度时, 在所述 UHF 传感器和所述示波器之间分别设置 UHF 宽带信号放大器。

9. 一种局部放电源的定位系统, 其特征在于, 包括:

第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器, 所述第一 UHF 传感器和第二 UHF 传感器的测量参数相同, 分别用于获取特高频局部放电信号;

双通道示波器, 通过等长的射频同轴电缆分别与所述第一 UHF 传感器和所述第二 UHF 传感器连接, 用于输出所述第一 UHF 传感器和所述第二 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的波形;

计算装置, 用于所述双通道示波器输出的所述第一 UHF 传感器和所述第二 UHF 传感器获取到的特高频局部放电信号的波形重合时, 确定待测设备中局部放电源到所述第一 UHF 传感器的距离和所述局部放电源到所述第二 UHF 传感器的距离相等。

10. 根据权利要求 9 所述的局部放电源的定位系统, 其特征在于, 还包括:

第一 UHF 宽带信号放大器, 设置在所述双通道示波器和所述第一 UHF 传感器之间;

第二 UHF 宽带信号放大器, 设置在所述双通道示波器和所述第二 UHF 传感器之间。

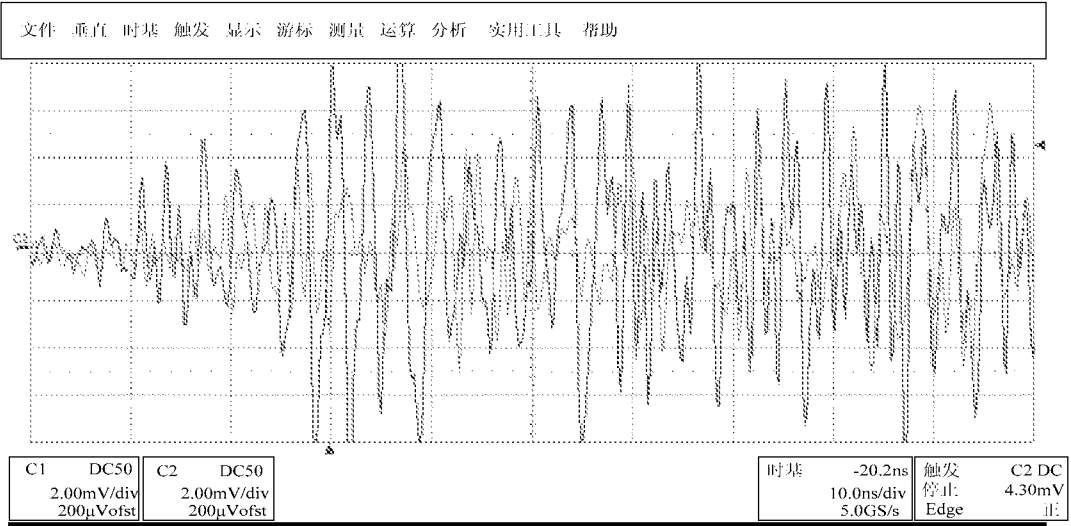


图1a

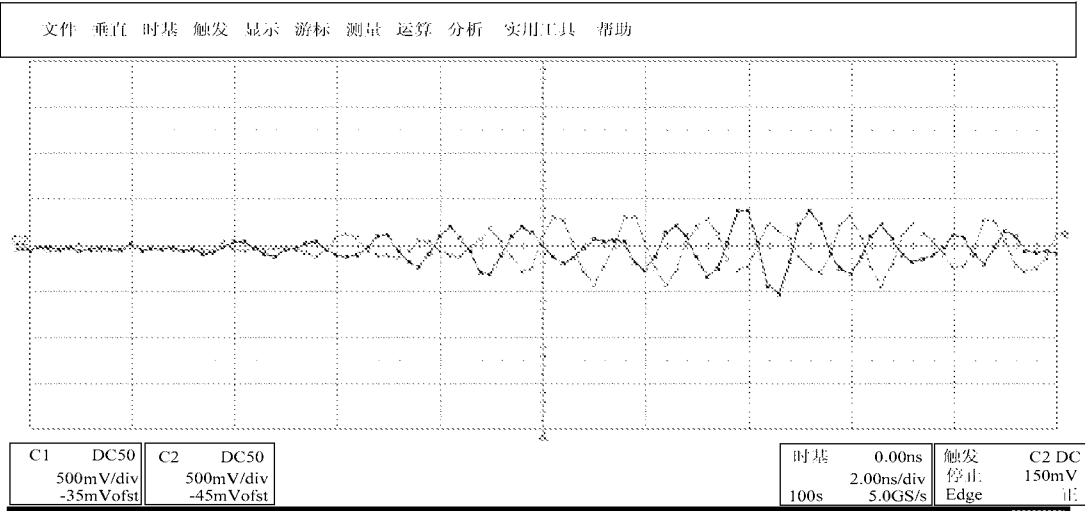


图 1b

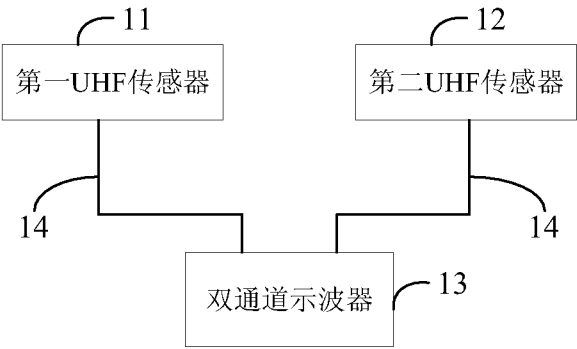


图 2

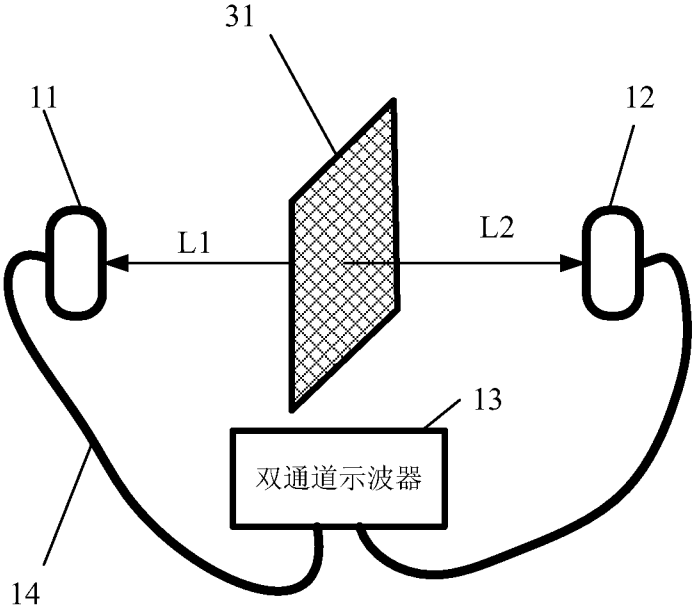


图 3

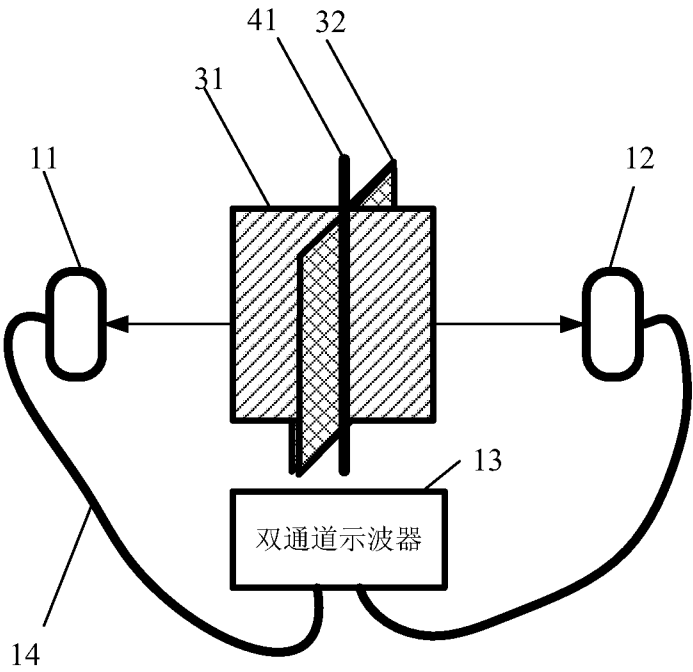


图 4

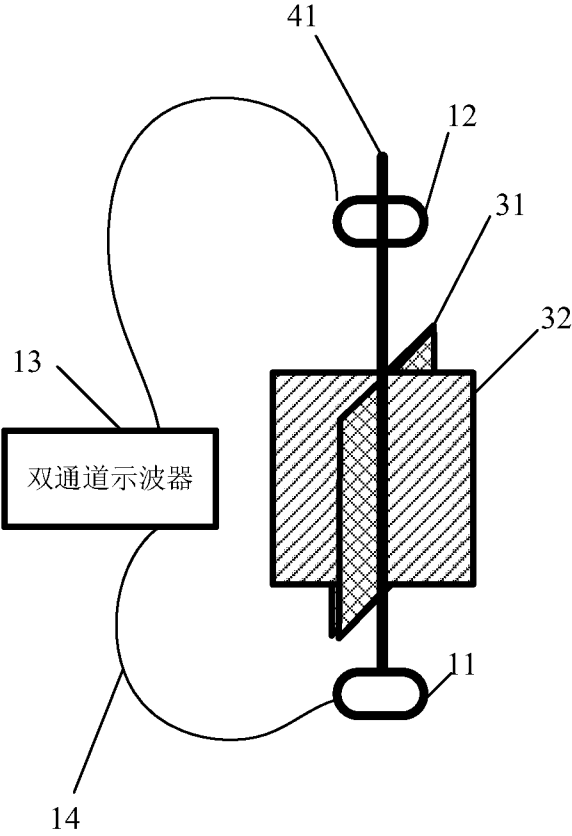


图 5

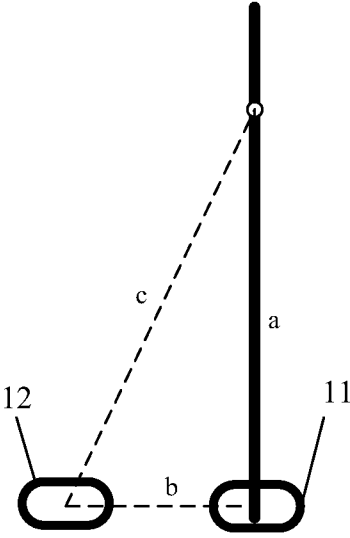


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/087853

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/12 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01R31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, WPI, EPODOC: PARTIAL, DISCHARGE, ULTRA, HIGH, DISTANCE, EQUAL, COINCIDENCE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101685131 A (EAST CHINA POWER TEST RES. INST. CO., LTD.) 31 March 2010 (31.03.2010) see figure 1, description, paragraph [0016] to paragraph [0021]	1-10
A	CN 2748927 Y (UNIV. NORTH CHINA ELECTRIC POWER (BEIJING)) 28 December 2005(28.12.2005) the whole document	1-10
A	CN 101702002 A (SHANGHAI MUNICIPAL ELECTRIC POWER CO. et al.) 05 May 2010 (05.05.2010) the whole document	1-10
A	US 8008926 B2 (KOREA ELECTRIC POWER CORP.) 30 August 2011 (30.08.2011) the whole document	1-10
A	KR 20120012103 A (KOREA ELECTRIC POWER CORP.) 09 February 2012 (09.02.2012) the whole document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&”document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 January 2014 (06.01.2014)	Date of mailing of the international search report 27 February 2014 (27.02.2014)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Xiaoping Telephone No. (86-10) 62085739

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/087853

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-187055 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 July 2000 (04.07.2000) the whole document	1-10
A	JP 11-38074 A (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO.) 12 February 1999 (12.02.1999) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/087853

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101685131 A	31.03.2010	CN 101685131 B	03.10.2012
CN 2748927 Y	28.12.2005	None	
CN 101702002 A	05.05.2010	None	
US 8008926 B2	30.08.2011	US 2010079148 A1	01.04.2010
		JP 5306802 B2	02.10.2013
		JP 2010085386 A	15.04.2010
		KR 1051099 B1	21.07.2011
		KR 20100036667 A	08.04.2010
KR 20120012103 A	09.02.2012	None	
JP 2000-187055 A	04.07.2000	None	
JP 11-38074 A	12.02.1999	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2013/087853

A. 主题的分类

G01R 31/12 (2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:G01R31

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNKI, WPI, EPODOC:局部, 放电, 超高频, 特高频, UHF, 距离, 重合, 相等,
PARTIAL, DISCHARGE, ULTRA, HIGH, DISTANCE, EQUAL, COINCIDENCE

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 101685131 A (华东电力试验研究院有限公司) 31.3 月 2010(31.03.2010) 见图 1, 说明书第 16-21 段	1-10
A	CN 2748927 Y (华北电力大学(北京)) 28.12 月 2005(28.12.2005)全文	1-10
A	CN 101702002 A (上海市电力公司等) 05.5 月 2010(05.05.2010)全文	1-10
A	US 8008926 B2 (KOREA ELECTRIC POWER CORP.) 30.8 月 2011(30.08.2011)全文	1-10
A	KR 20120012103 A (KOREA ELECTRIC POWER CORP.) 09.2 月 2012(09.02.2012)全文	1-10
A	JP 2000-187055 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04.7 月 2000 (04.07.2000)全文	1-10
A	JP 11-38074 A (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO.) 12.2 月 1999(12.02.1999)全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引
用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了
理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的
发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,
要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
06.1 月 2014(06.01.2014)

国际检索报告邮寄日期
27.2 月 2014 (27.02.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

王晓萍
电话号码: (86-10) **62085739**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/087853

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 101685131 A	31.03.2010	CN 101685131 B	03.10.2012
CN 2748927 Y	28.12.2005	无	
CN 101702002 A	05.05.2010	无	
US 8008926 B2	30.08.2011	US 2010079148 A1	01.04.2010
		JP 5306802 B2	02.10.2013
		JP 2010085386 A	15.04.2010
		KR 1051099 B1	21.07.2011
		KR 20100036667 A	08.04.2010
KR 20120012103 A	09.02.2012	无	
JP 2000-187055 A	04.07.2000	无	
JP 11-38074 A	12.02.1999	无	