



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103292683 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 11

(21) 申请号 201310212201. 3

(22) 申请日 2013. 05. 31

(71) 申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市迎泽西大街 79 号

(72) 发明人 窦银科 张灵 常晓敏 敦卓

(74) 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司 14101

代理人 卢茂春

(51) Int. Cl.

G01B 7/06 (2006. 01)

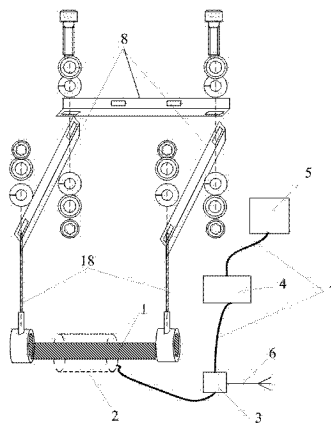
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

电容感应式架空输电线路覆冰厚度检测装置及检测方法

(57) 摘要

一种电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置与检测方法。对模拟导线上覆冰厚度状况进行检测,解决对线路覆冰后的覆冰进行实时有效的检测问题。该装置包括模拟导线、电容感应式覆冰厚度传感器、检测控制仪、固定支架、紧固件、天线、太阳能电池板、蓄电池等部分组成。该装置利用多电极的电容感应技术,根据空气与冰具有的不同介电特性,模拟导线覆冰后,覆冰淹没金属电极导致金属电极的电容发生变化,计算覆冰淹没金属电极的个数,测算得到模拟导线上的覆冰厚度。本发明结合单片机及 GPRS 无线传输技术,实现了输电线路覆冰厚度的实时自动化模拟检测。



1. 电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置,其特征是一种架空输电线路电容感应式覆冰厚度检测装置,该装置由模拟导线、覆冰厚度传感器、检测控制仪、蓄电池、太阳能板、天线、连接导线、固定支架等组成,电容感应式覆冰厚度传感器由与模拟导线平行距模拟导线距离不同的多个金属电极、绝缘固定盘片、电容测量电路和绝缘外壳组成,检测控制仪由微处理器、存储器、温湿度采集模块、GPRS 无线通信模块集成到一个电路板上构成,下面结合附图详细阐述如下:该装置主要由模拟导线(1)、电容感应式覆冰厚度传感器(2)、检测控制仪(3)、蓄电池(4)、太阳能板(5)、天线(6)、电源导线(7)、固定支架(8)和悬挂钢筋 18 组成,其中模拟导线 1 为与架空输电线路导线同型号且同材质的一段模拟架空导线,长度设置为 1—2 米;电容感应式覆冰厚度传感器(2)是由与模拟导线平行距模拟导线距离不同的多个金属电极(9)、绝缘固定盘片(10)、电容测量电路(11)和绝缘外壳(12)组成,金属电极均为直径 0.5mm,长度为 50cm 的钢丝,距模拟导线平行距离分别设置为 2mm,4mm,6mm……,至 50mm,共设置 25 个电极,编号分别为 n1, n2, n3……至 n25,即相邻金属电极距模拟导线的距离相差 2mm,每个金属电极均与电容检测电路连接,绝缘固定盘片(10)是玻璃钢材料的直径 12cm,厚度 2mm 的盘片,形状面积相同大小相同的电路板粘在绝缘固定盘片的一侧表面,每个金属电极的两头焊接在电路板上,绝缘固定盘片的圆面上有一个与模拟导线直径大小相等的缺口,便于模拟导线的安装,电容测量电路(11)对每个金属电极的电容进行测量;绝缘外壳(12)是用玻璃钢材料作成的直径与绝缘固定盘片大小相同的圆柱状容器,内部安装电容测量电路(11)和检测控制仪(3),检测控制仪(3)主要由微处理器(14)、存储器(15)、GPRS 无线通讯模块(16)和温湿度采集传感器(17)组成;蓄电池(4)采用在低温 -30°C 下单独为整套测量装置正常工作 200 多天的低温铅酸电池 12V,30AH;太阳能板(5)在日照条件好的情况下为蓄电池和整套测量装置供电,以保证整套装置的长期供电电源;电源导线(7)采用散心屏蔽导线,固定支架(8)是钢铁绞架,其作用是把整套装置通过悬挂钢筋(18)挂在塔架的铁架上。

2. 权利要求 1 所述电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置的检测方法,其特征在于该方法利用电容感应技术和冰雪与空气的不同介电性,当导线覆冰时,随着模拟导线覆冰厚度的增加,距离模拟导线近的金属电极也会被模拟导线上的覆冰所淹没,即和模拟导线被冰雪冻结在一起,通过检测每个金属电极电容的变化,来测算模拟导线的覆冰厚度,用该值代表架空线路上覆冰的厚度,其具体测量方法如下:

1) 整套检测装置固定在输电线路的塔架上(如图 1 所示),加电工作;

2) 检测控制仪(3)读取温湿度传感器(17)当前的温度和湿度信息,读取覆冰厚度传感器(2)采集到的每个金属电极上得出的电容数据,按照金属电极被覆冰淹没时电容变化量而设定的阈值,判断出模拟导线周围覆冰淹没金属电极的个数 n;

3) 计算覆冰厚度  $H=2 \times n$  毫米;

4) 定时重复步骤 2) 和步骤 3),得到每次的测量结果 H1, H2, H3. .... ;

5) 应用微处理器 14 对定时测量计算得到的数据进行存储;

6) 应用 GPRS 无线通信模块 16 按设定的时间定时将存储的数据信息发送到监控中心。

3. 按照权利要求 2 所述电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置的检测方法,其特征在于步骤 2 和步骤 3 中的检测控制仪(3)实时读取覆冰厚度传感器(2)测量到的每个电极与模拟导线之间的电容值,根据覆冰厚度淹没金属电极的个数测算出模拟导线上导线上的覆

冰厚度代表实际架空线路输电导线上的覆冰厚度。

## 电容感应式架空输电线路覆冰厚度检测装置及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置及检测方法,属于输电线路导线覆冰的监测预警领域,尤其涉及一种架空输电线路模拟导线覆冰厚度的实时监测,特别适用于输电线路导线覆冰的预警、监测和防治的电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置及检测方法的技术方案。

### 背景技术

[0002] 我国地域辽阔气象复杂善变,是世界上输电线路覆冰较多的国家之一。2008年初春的罕见冰雪灾害给全国电网造成了有史以来最严重的破坏。此次冰雪灾害是由大范围、长时间的低温潮湿的雨雪冰冻天气造成的。同时这也反映出了我国电网抵御恶劣天气的能力不足,缺乏在第一时间掌握线路覆冰后的覆冰情况的手段。

[0003] 对输电线路覆冰情况检测的传统方法主要有:小型气象站法、图像监控法、倾角-弧垂测量法、称重法、模拟法等。

[0004] 小型气象站法是对空气温度、湿度、风速、风向、降雪等气象条件进行实时监测,根据覆冰模型和持续易产生覆冰气象天气的时间,进行对覆冰进行预测。这需要大量的历史数据,不同的环境不同的地形的模型也不尽相同。图像监控法是对所要检测的线路进行间断或连续拍摄照片,通过各种远程传输方式将图片传给控制中心,由控制中心处理、分析图片。此方法虽然简单直观但在恶劣条件下摄像设备容易被冰雪覆盖,而无法给出合理的冰厚。倾角-弧垂测量法是通过安装在杆塔附近角度传感器测量线路角度。参考微气象参数,通过牛顿迭代法对架空线路状态方程进行求解,从而求出水平张力,最后计算出等效冰厚。称重法是对线路进行拉力测量,根据计算模型计算出覆冰厚度,此方法是目前应用较成熟的方法,但是拉力测量一般采用电子式拉力传感器,这种传感器具有零点漂移和非线性的缺点。模拟法是在架空线路附近建立观测站或者观冰站,对架设与导线或地线型号和材质相同的模拟导线或地线,对模拟导线的覆冰厚度进行检测,该方法由于模拟导线离架空线路距离较远,模拟导线所受的自然环境与真实导线的环境不同,而导致模拟测量出现较大误差。

[0005] 因此,寻求一种能对线路覆冰厚度的实时、准确的测量装置尤为重要。

### [0006] 发明内容

本发明电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置及检测方法的目的在于提供一种电容感应式覆冰厚度检测装置,对模拟导线上覆冰厚度状况进行检测,解决对线路覆冰后的覆冰进行实时有效的检测问题。本发明装置类似于模拟法,检测装置架设在输电线路的距离输电线路较近塔杆上。该装置包括模拟导线、电容感应式覆冰厚度传感器、检测控制仪、固定支架、紧固件、天线、太阳能电池板、蓄电池等部分组成。该装置利用多电极的电容感应技术,根据空气与冰具有的不同介电特性,输电线路覆冰后各金属电极间的电容值的差异来判断冰厚,为决策部门实时提供输电线路覆冰厚度数据。

[0007] 本发明电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置及检测方法的另一目的在于提供

实现上述装置对架空输电线路覆冰厚度实时模拟检测的方法。该检测系统通过单片机技术,移动 GPRS 通信技术等可以将模拟导线的覆冰厚度信息实时传输给控制主机,可满足电力部门针对覆冰状况的检测、预警等的要求。

[0008] 本发明电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置,其特征在于是一种架空输电线路电容感应式覆冰厚度检测装置,该装置由模拟导线、覆冰厚度传感器、检测控制仪、蓄电池、太阳能板、天线、连接导线、固定支架等组成,电容感应式覆冰厚度传感器由与模拟导线平行距模拟导线距离不同的多个金属电极、绝缘固定盘片、电容测量电路和绝缘外壳组成,检测控制仪由微处理器、存储器、温湿度采集模块、GPRS 无线通信模块集成到一个电路板上构成,下面结合附图详细阐述如下:该装置主要由模拟导线 1、电容感应式覆冰厚度传感器 2、检测控制仪 3、蓄电池 4、太阳能板 5、天线 6、电源导线 7、固定支架 8、悬挂钢筋 18 部分组成(见图附 2),其中模拟导线 1 为与架空输电线路导线同型号且同材质的一段模拟架空导线,长度设置为 1—2 米;电容感应式覆冰厚度传感器 2 是由与模拟导线平行距模拟导线距离不同的多个金属电极 9、绝缘固定盘片 10、电容测量电路 11 和绝缘外壳 12 组成(见附图 2 和附图 3),金属电极均为直径 0.5mm,长度为 50cm 的钢丝,距模拟导线平行距离分别设置为 2mm,4mm,6mm……,至 50mm,共设置 25 个电极,编号分别为 n1, n2, n3……至 n25,即相邻金属电极距离模拟导线的距离相差 2mm,每个金属电极均与电容检测电路连接,绝缘固定盘片 10 是玻璃钢材料的直径 12cm,厚度 2mm 的盘片,形状面积相同大小相同的电路板粘在绝缘固定盘片的一侧表面,每个金属电极的两头焊接在电路板上(见图 3 绝缘固定盘片正视图),绝缘固定盘片的圆面上有一个与模拟导线直径大小相等的缺口,便于模拟导线的安装,电容测量电路 11 对每个金属电极的电容进行测量;绝缘外壳 12 是用玻璃钢材料制成的直径与绝缘固定盘片大小相同的圆柱状容器,内部安装电容测量电路板 11 和检测控制仪 3,检测控制仪 3 主要由微处理器 14、存储器 15、GPRS 无线通讯模块 16 和温湿度采集传感器 17 组成;蓄电池 4 采用在低温 -30℃ 下单独为整套测量装置正常工作 200 多天的低温铅酸电池 12V/30AH;太阳能板 5 在日照条件好的情况下为蓄电池和整套测量装置供电,以保证整套装置的长期供电电源;电源导线 7 采用散心屏蔽导线,固定支架 8 是钢铁绞架,其作用是把整套装置通过悬挂钢筋 18 挂在塔架的铁架上。

[0009] 上述电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置的检测方法,其特征在于该方法利用电容感应技术和冰雪与空气的不同介电性,当导线覆冰时,随着模拟导线覆冰厚度的增加,距离模拟导线近的金属电极也会被模拟导线上的覆冰所淹没,即和模拟导线被冰雪冻结在一起,通过检测每个金属电极电容的变化,来测算模拟导线的覆冰厚度,用该值代表架空线路上覆冰的厚度,其具体测量方法如下:

- 1) 整套检测装置固定在输电线路的塔架上(如图 1 所示),加电工作;
- 2) 检测控制仪 3 读取温湿度传感器 17 当前的温度和湿度信息,读取覆冰厚度传感器 2 采集到的每个金属电极上得出的电容数据,按照金属电极被覆冰淹没时电容变化量而设定的阈值,判断出模拟导线周围覆冰淹没金属电极的个数 n;
- 3) 计算覆冰厚度  $H=2 \times n$  毫米;
- 4) 定时重复步骤 2 和步骤 3,得到每次的测量结果 H1, H2, H3. .... ;
- 5) 应用微处理器 14 对定时测量计算得到的数据进行存储;
- 6) 应用 GPRS 无线通信模块 16 按设定的时间定时将存储的数据信息发送到监控中心。

[0010] 上述电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置的检测方法,其特征在于步骤2和步骤3中的检测控制仪3实时读取覆冰厚度传感器2测量到的每个电极与模拟导线之间的电容值,根据覆冰厚度淹没金属电极的个数测算出模拟导线上导线上的覆冰厚度代表实际架空线路输电导线上的覆冰厚度。

[0011] 本发明电容感应式输电线路覆冰厚度检测装置及检测方法与现有技术相比本发明具有以下特点和有益效果:本发明直接对模拟导线覆冰厚度进行检测,并可以实现自动化实时检测,数据无线传输,可为电力部门针对线路覆冰厚度状况的检测、报警,提供数据。本发明为一种架空输电线路覆冰厚度测量装置结构简单,成本较低,测量准确。所述的测量方法步骤简单,结果可靠。可应用于架空输电线路覆冰厚度的监测领域,对线路覆冰厚度进行实时自动化检测。

## 附图说明

[0012] 图1 架空输电线路覆冰厚度测量装置的结构示意图

1. 模拟导线 2. 电容感应式覆冰厚度传感器 3. 检测控制仪
4. 蓄电池 5. 太阳能板 6. 天线 7. 电源导线
8. 固定支架 18. 悬挂钢筋

图2 电容感应式覆冰厚度传感器示意图

9. 金属电极 10. 绝缘固定盘片 11. 电容测量电路 12. 玻璃钢绝缘外壳

图3 电容感应式覆冰厚度传感器绝缘固定盘片正视图

1. 模拟导线截面 9. 金属电极焊接孔 10. 绝缘固定盘片 13. 覆冰厚度界面

图4 检测控制仪组成框图

2. 电容感应式覆冰厚度传感器 14. 微处理器
15. 存储模块 16. GPRS 无线模块 17. 温湿度传感器模块。

## 具体实施方式

[0013] 实施方式1:

1. 电容感应式架空输电线路覆冰厚度测量装置

本发明一种架空输电线路覆冰厚度测量装置由模拟导线1、电容感应式覆冰厚度传感器2、检测控制仪3、蓄电池4、太阳能板5、天线6、电源导线7、固定支架8、悬挂钢丝18等部分组成(见图1)。模拟导线1为与架空输电线路导线同型号、同材质的一段模拟导线;电容感应式覆冰厚度传感器2是由与模拟导线与模拟导线平行距模拟导线平行距离不同的多个金属电极9、绝缘固定盘片10、电容检测电路11和绝缘外壳12组成。将金属电极与模拟导线的电容值检测出,将所测的电容值传输给检测控制仪表。固定支架8固定在铁架上,固定支架下方用悬挂钢筋18将模拟导线、电容感应式覆冰厚度传感器2、电容测量电路11、检测控制仪3悬挂。检测控制仪3主要由微处理器14、存储器15、温湿度采集模块17、GPRS无线通讯模块16组成,微处理器是测量仪表的核心,它控制电容感应式覆冰厚度检测仪并且读取测量到的数据,它还对存储器、温湿度采集模块、GPRS无线通信模块进行控制,存储器主要作用是存储电容感应式覆冰厚度检测仪和温湿度模块的数据,温湿度采集模块用于温湿度数据的采集,GPRS无线通信模块与控制器相连,作用是将所采集到的覆冰厚度数据

以及温湿度数据通过无线网络传输到监控中心；蓄电池 4 采用可以在低温  $-30^{\circ}\text{C}$  下为整套测量装置正常工作 300 多天的低温铅酸电池 12V, 30AH；太阳能电池板 5 在日照条件好的情况下为蓄电池和整套测量装置供电；蓄电池和太阳能板均固定在塔家的辅助铁架上。电源导线 7 采用散心塑料屏蔽导线。

## [0014] 2. 监测装置的安装

整套架空输电线路覆冰厚度检测装置在安装前要先选定合适的铁塔监测点。在架空输电线路铁塔上靠近输电导线的地方安装辅助铁架，铁架上安装固定支架 8，将与输电线路导线同型号、同材质的一段模拟导线 1 与电容感应式覆冰厚度传感器 2 组装在一起，把电容测量电路 11 和检测控制仪 3 安装在覆冰厚度传感器一侧的玻璃钢外壳 12 中，然后把上述组装在一起的装置用悬挂钢筋 18 悬挂在固定支架 8 下方约 1 米处。将蓄电池 4、太阳能板 5、天线 6 等均用紧固件安装在辅助铁架上。接通电源导线 7。

## [0015] 3. 检测装置覆冰厚度测量方法

架空输电线路覆冰厚度测量装置的测量方法步骤如下：

1) 整套检测装置固定在输电线路的塔架上(如图 1 所示)，加电工作。

[0016] 2) 检测控制仪读取温湿度传感器当前的温度、湿度信息，读取覆冰厚度传感器采集到得每个金属电极上得电容数据，按照金属电极属否被覆冰淹没时设定的阈值，判断出模拟导线周围覆冰淹没金属电极的个数  $n$ 。

[0017] 3) 计算覆冰厚度  $H=2\times n$  毫米。

[0018] 4) 定时重复步骤 2 和步骤 3，得到每次的测量结果  $H_1, H_2, H_3, \dots$ ；

5) 应用微处理器对定时测量计算得到的数据进行存储。

[0019] 如，本发明中，电容感应式覆冰厚度传感器均匀设置有 25 个金属电极，每个金属电极距离模拟导线的水平距离分别为 2mm, 4mm, 6mm, 8mm,  $\dots$  直至 50mm。且从距离模拟导线最近的金属电极编号记为  $n_1$ ，其余金属电极编号依次为  $n_2, n_3, n_4, \dots$  至  $n_{25}$ 。如果某些金属电极被模拟导线上的覆冰所淹没，即与模拟导线冻结在一起，则这些金属电极与模拟导线之间的电容值会在  $100\sim 300\text{pf}$  之间，而露在空气中的其余金属电极的电容值会在  $10\sim 50\text{pf}$  之间，我们设定阈值为  $80\text{pf}$ ，大于  $80\text{pf}$  则说明该电极处在空气中，小于  $80\text{pf}$  则说明该电极已经和模拟导线被覆冰冻结在一起。假定模拟导线上的均匀覆冰掩膜到第 5 个电极，即编号为  $n_5$  的电极，则从  $n_1, n_2, \dots$  到  $n_5$ ，这 5 个电极测量到的模拟导线上的覆冰厚度为  $2\times 5=10\text{mm}$ 。

## [0020] 实施方式 2：

将模拟导线 1 与电容感应式覆冰厚度传感器组装时要保证模拟导线与金属电极平行。绝缘固定盘片一侧面和电路板要用强粘性材料粘在一起，并对焊接完金属电极的电路板表面用绝缘环氧树脂材料绝缘密封，防止潮湿空气造成电路板短路损坏。电容测量电路 11 和检测控制仪安装在传感器一侧的玻璃钢外壳内部后要用绝缘环氧树脂材料进行绝缘密封，其它同实施方式 1。

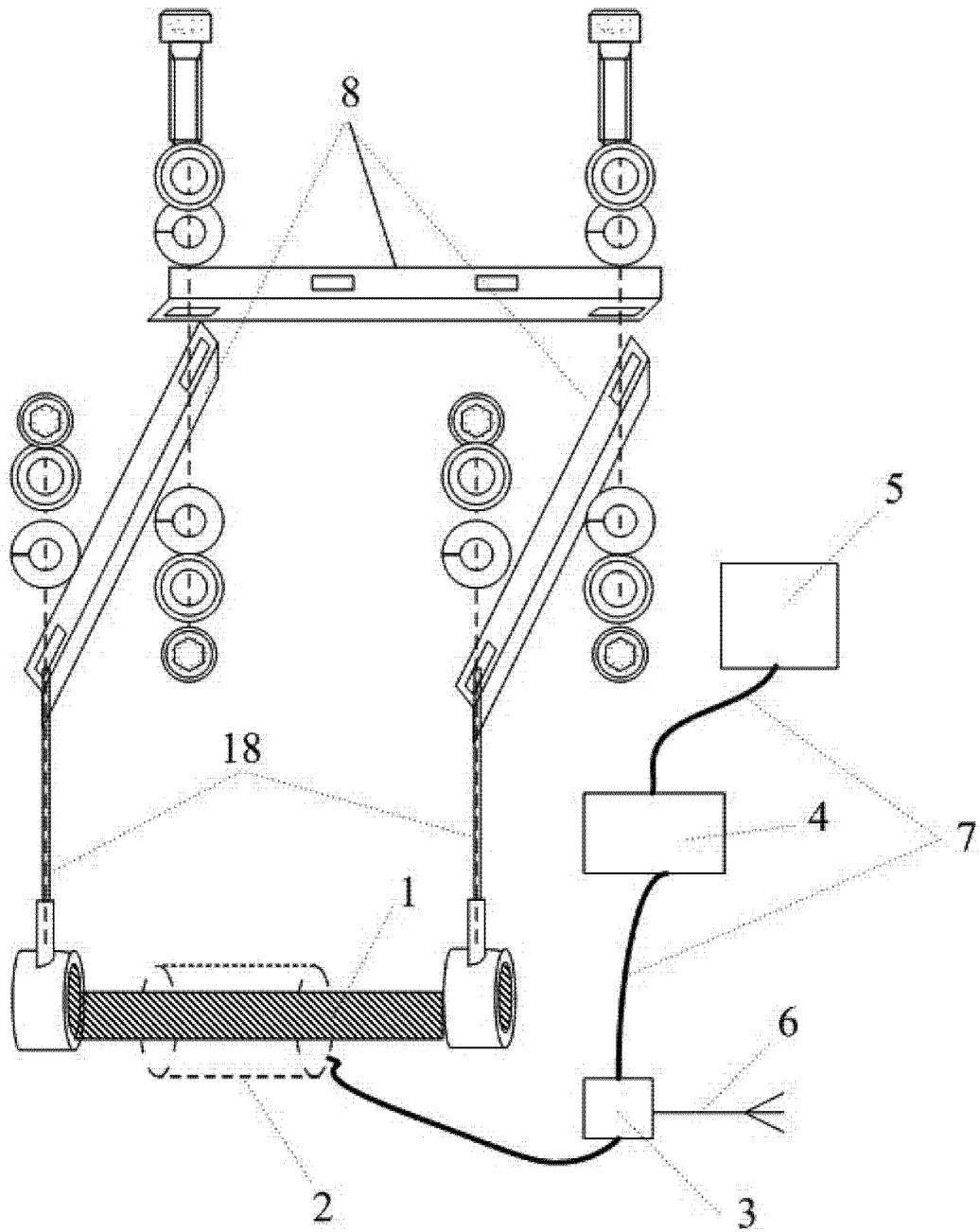


图 1



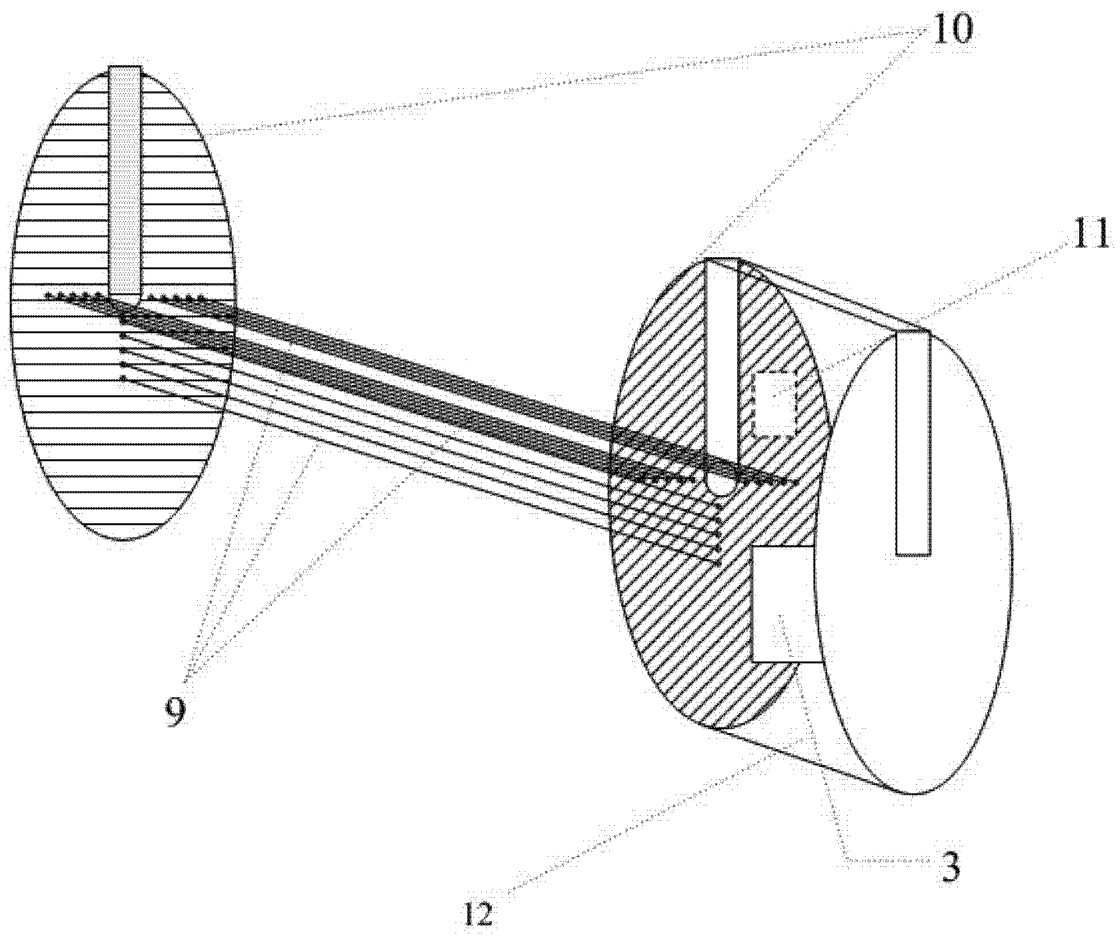


图 2

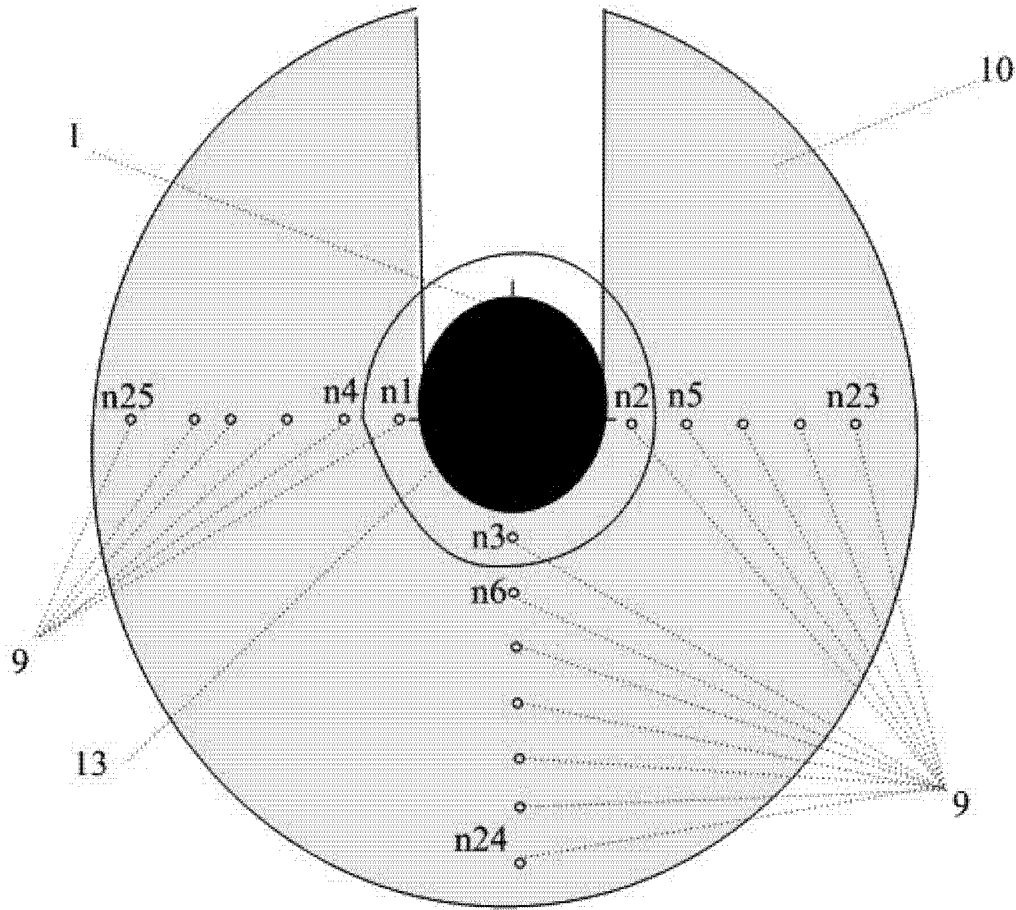


图 3

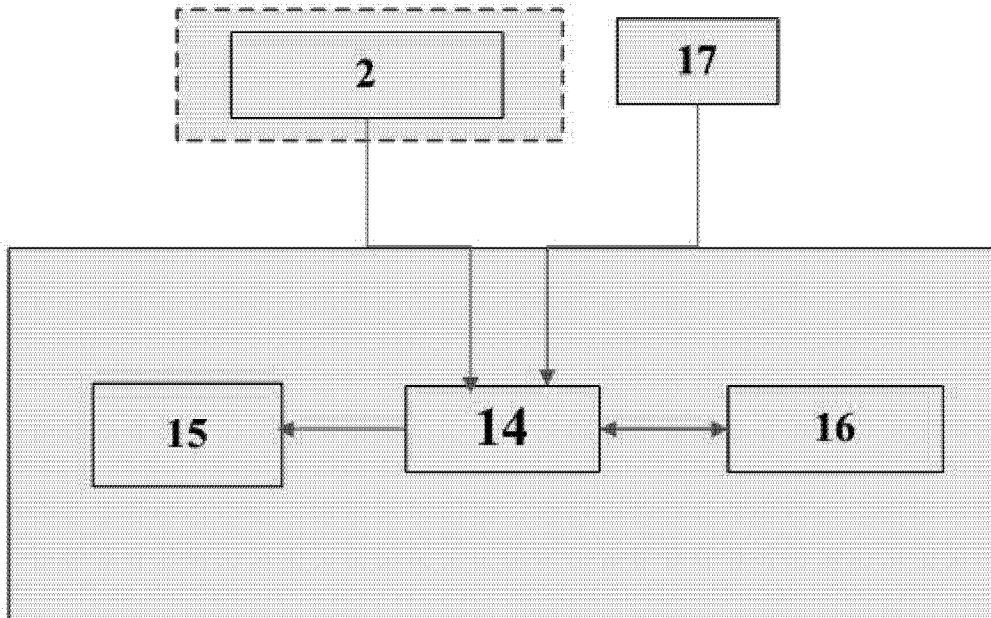


图 4