



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105044561 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201510521970. 0

(22) 申请日 2015. 08. 24

(71) 申请人 江苏省电力公司南京供电公司
地址 210019 江苏省南京市奥体大街1号
申请人 国家电网公司 江苏省电力公司
南京苏逸实业有限公司
上海波汇通信科技有限公司

(72) 发明人 高昇宇 陈德风 刘晓东 顾承阳
李鸿泽 王光明 王春宁 张涛
薛恒嵩 潘荣 陆毅 钱洪卫
鞠彦波

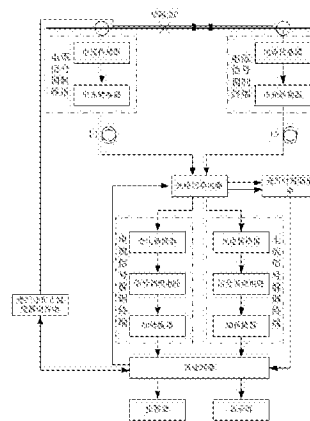
(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任
公司 32112
代理人 于忠洲

(51) Int. Cl.
G01R 31/08(2006. 01)
G01K 11/32(2006. 01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称
一种全光纤高压电缆在线监测系统

(57) 摘要
本发明提供了一种全光纤高压电缆在线监测系统,包括两个电流信号调制终端、两个电流信号解调终端、一个光纤分布式温度解调终端、两根连接光纤、光路切换单元、光纤时延测量器、微处理器、光缆锁扣以及测温光缆。该在线监测系统能够避免光纤长度不同带来时延差异且无需电缆接口退出运行,并能够实时监测电缆的温度,具有较好的市场应用前景。



1. 一种全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:包括两个电流信号调制终端、两个电流信号解调终端、一个光纤分布式温度解调终端、两根连接光纤、光路切换单元、光纤时延测量器、微处理器、光缆锁扣以及测温光缆;两个电流信号调制终端用于连接至待检测电缆的两端进行电流信号采集,并将采集到的两路电流信号调制为两路光信号,再通过两根连接光纤传输至光路切换单元的两个光信号输入端;微处理器控制光路切换单元将两根连接光纤切换连接至光纤时延测量器的测量端或两个电流信号解调终端的输入端;光纤时延测量器对接入的两根连接光纤进行时延分析获得两根连接光纤的时延信息,并将时延信息发送至微处理器;两个电流信号解调终端将输入的光信号解调为电信号,再将电信号 AD 转换后送入微处理器;测温光缆沿待检测电缆铺设,并通过光缆锁扣固定于待检测电缆上;测温光缆连接至光纤分布式温度解调终端;光纤分布式温度解调出测温光缆感知的温度信息送入微处理器。

2. 根据权利要求 1 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:电流信号调制终端包括电流传感器以及电光转换器;电流传感器用于对待测电缆的电流信号进行采集,并将采集到的电流信号发送至电光转换器;电光转换器将电流信号转换为光信号,并通过连接光纤传输至光路切换单元的光信号输入端。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:电流信号解调终端包括光电转换器和 AD 转换器;光电转换器将光路切换单元输出的光信号转换为电信号,并由 AD 转换器进行 AD 转换后送入微处理器。

4. 根据权利要求 3 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:电流信号解调终端还包括一个连接在光电转换器与 AD 转换器之间的信号调理电路;信号调理电路将光电转换器输出的电信号调整至适应于 AD 转换器的工作范围。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:光纤时延测量器为光时域反射仪。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:光路切换单元由第一可控 1×2 光开关、第二可控 1×2 光开关以及第三可控 1×2 光开关构成;第一可控 1×2 光开关和第二可控 1×2 光开关的 1 端口通过两根连接光纤分别连接至两个电流信号调制终端的输出端,第一可控 1×2 光开关和第二可控光 1×2 开关的 2 端口中均有一端口连接至对应的电流信号解调终端的输入端;第三可控 1×2 光开关的 2 端口分别连接至第一可控 1×2 光开关和第二可控光 1×2 开关的 2 端口中的另一端口,第三可控 1×2 光开关的 1 端口连接至光纤时延测量器的测量端。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:还包括一个与微处理器相连的显示屏。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:还包括一个与微处理器相连的报警器。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:光缆锁扣包括扎条(1)、安装在扎条(1)一端的插口(4)以及连接在扎条(1)另一端的插条(5);在插口(4)内设有主棘齿,在插条(5)上设有与主棘齿相对应的从棘齿;在扎条(1)的中段设有供测温光缆嵌入的半圆环形凸起(2)。

10. 根据权利要求 9 所述的全光纤高压电缆在线监测系统,其特征在于:在扎条(1)的

圈内侧设有防滑凸棱(3)。

一种全光纤高压电缆在线监测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在线检测系统,尤其是一种用于高压电缆的全光纤在线监测系统。

背景技术

[0002] 目前,高压电缆绝缘故障点定位技术主要是采用基于离线测试的脉冲法,当产生电缆故障时,先断电,然后将电缆线路从系统中解开,再利用脉冲信号进行电缆故障测距,以电缆线路的参数模型为基础,通过现场对电缆施加脉冲信号,再由电压电流行波信号在电缆中传播时间和速度计算出故障点距离。该方法存在明显的缺点,在电缆发生故障后,需要把电缆接口退出运行,然后把故障测量设备运到现场,布置测量设备和接线,才能开始测量。

[0003] 另外,基于 GPS 同步高压电缆故障在线定位,由于 GPS 时钟的同步性差,难以精确定位,而基于光纤传输的时钟同步的定位技术,要求定位装置到两传感器模块端光纤长度的一致,这给实际工程施工带来不便,同时增加了光缆成本,对于定位装置的布局带来限制。

[0004] 在电缆金属护套环流出现异常时,会造成电缆绝缘局部高温损耗发热,加速绝缘老化,降低电缆使用寿命,严重时导致电缆发生直接击穿接地故障,使电缆外护套破损,出现多点接地现象,在外护套破损后,金属护套被腐蚀,既增加了主绝缘体老化的几率,又易诱发局部放电和电树枝;所以可以通过电缆温度的监测来间接监测电缆金属护套环流异常情况。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:现有技术中由于连接光纤的长度不同带来时延差异而造成的定位不准的问题,且需要电缆接口退出运行,不能够在线检测,同时对于电缆金属护套环流异常情况的监测还缺乏有效的手段。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种全光纤高压电缆在线监测系统,包括两个电流信号调制终端、两个电流信号解调终端、一个光纤分布式温度解调终端、两根连接光纤、光路切换单元、光纤时延测量器、微处理器、光缆锁扣以及测温光缆;两个电流信号调制终端用于连接至待检测电缆的两端进行电流信号采集,并将采集到的两路电流信号调制为两路光信号,再通过两根连接光纤传输至光路切换单元的两个光信号输入端;微处理器控制光路切换单元将两根连接光纤切换连接至光纤时延测量器的测量端或两个电流信号解调终端的输入端;光纤时延测量器对接入的两根连接光纤进行时延分析获得两根连接光纤的时延信息,并将时延信息发送至微处理器;两个电流信号解调终端将输入的光信号解调为电信号,再将电信号 AD 转换后送入微处理器;测温光缆沿待检测电缆铺设,并通过光缆锁扣固定于待检测电缆上;测温光缆连接至光纤分布式温度解调终端;光纤分布式温度解调出测温光缆感知的温度信息送入微处理器。

[0007] 采用电流信号调制终端能够实时在线检测电流信号,而无需将电缆接口退出运行,能够提高电缆检测的实时性和检测效率;采用光路切换单元能够根据检测需要将电流信号调制终端发送的光信号送入光纤时延测量器或电流信号解调终端,从而使延时检测和故障检测共用连接光纤,节省了系统成本;采用光纤时延测量器能够根据需要检测由连接光纤造成的信号时延,从而有效提高故障点定位的精度;采用测温光缆来对电缆的温度进行实时监测,从而间接监测电缆金属护套环流异常情况,避免出现重大安全故障。

[0008] 作为本发明的进一步限定方案,电流信号调制终端包括电流传感器以及电光转换器;电流传感器用于对待测电缆的电流信号进行采集,并将采集到的电流信号发送至电光转换器;电光转换器将电流信号转换为光信号,并通过连接光纤传输至光路切换单元的光信号输入端。采用电流传感器能够实时在线检测被测高压电缆上的电流信号和故障行波,且为非接触式测量,安全性能较高。

[0009] 作为本发明的进一步限定方案,电流信号解调终端包括光电转换器和 AD 转换器;光电转换器将光路切换单元输出的光信号转换为电信号,并由 AD 转换器进行 AD 转换后送入微处理器。

[0010] 作为本发明的进一步改进方案,电流信号解调终端还包括一个连接在光电转换器与 AD 转换器之间的信号调理电路;信号调理电路将光电转换器输出的电信号调整至适应于 AD 转换器的工作范围。采用信号调理电路能够将光电转换器输出的电信号调整至适应于 AD 转换器的工作范围,提高定位系统检测的可靠性。

[0011] 作为本发明的进一步限定方案,光纤时延测量器为光时域反射仪。

[0012] 作为本发明的进一步限定方案,光路切换单元由第一可控 1×2 光开关、第二可控 1×2 光开关以及第三可控 1×2 光开关构成;第一可控 1×2 光开关和第二可控 1×2 光开关的 1 端口通过两根连接光纤分别连接至两个电流信号调制终端的输出端,第一可控 1×2 光开关和第二可控光 1×2 开关的 2 端口中均有一端口连接至对应的电流信号解调终端的输入端;第三可控 1×2 光开关的 2 端口分别连接至第一可控 1×2 光开关和第二可控光 1×2 开关的 2 端口中的另一端口,第三可控 1×2 光开关的 1 端口连接至光纤时延测量器的测量端。采用三个可控 1×2 光开关能够实现光路的可控切换,并利用第三可控 1×2 光开关将输入的两路光纤依次切换至光纤时延测量器,能够有效避免使用昂贵的多输入端的光纤时延测量器,有效降低了系统成本。

[0013] 作为本发明的进一步改进方案,还包括一个与微处理器相连的显示屏。利用显示屏能够实时显示故障位置。

[0014] 作为本发明的进一步改进方案,还包括一个与微处理器相连的报警器。采用报警器能够在监测到高温点时及时发出警报,提醒监控人员迅速进行排查。

[0015] 作为本发明的进一步改进方案,光缆锁扣包括扎条、安装在扎条一端的插口以及连接在扎条另一端的插条;在插口内设有主棘齿,在插条上设有与主棘齿相对应的从棘齿;在扎条的中段设有供测温光缆嵌入的半圆环形凸起。采用半圆环形凸起能够方便固定测温光缆的位置,防止捆扎后出现位置移动影响测量效果。

[0016] 作为本发明的进一步改进方案,在扎条的圈内侧设有防滑凸棱。采用防滑凸棱能够有效防止扎条捆扎后出现围绕待检测电缆转动的问题,增强了测温光缆的定位效果。

[0017] 本发明的有益效果在于:(1)采用电流信号调制终端能够实时在线检测电流信

号,而无需将电缆接口退出运行,能够提高电缆检测的实时性和检测效率;(2)采用光路切换单元能够根据检测需要先用光纤时延测量器测量两路光纤的时延,后用电流信号解调终端进行电流信号的解调,从而使延时检测和故障检测共用连接光纤,节省了系统成本;(3)采用光纤时延测量器能够根据需要检测由连接光纤造成的信号时延,从而有效提高故障点定位的精度;(4)采用测温光缆来对电缆的温度进行实时监测,从而间接监测电缆金属护套环流异常情况,避免出现重大安全故障。

附图说明

[0018] 图1为本发明的电路结构示意图;

图2为本发明的光路切换单元的结构示意图;

图3为本发明检测获得的故障行波示意图;

图4为本发明的光缆锁扣结构示意图。

具体实施方式

[0019] 如图1所示,本发明提供的全光纤高压电缆在线监测系统包括:两个电流信号调制终端、两个电流信号解调终端、一个光纤分布式温度解调终端、两根连接光纤、光路切换单元、光纤时延测量器、微处理器、光缆锁扣、显示屏、报警器以及测温光缆。

[0020] 其中,两个电流信号调制终端用于连接至待检测电缆的两端进行电流信号采集,并将采集到的两路电流信号调制为两路光信号,再通过两根连接光纤传输至光路切换单元的两个光信号输入端;微处理器控制光路切换单元将两根连接光纤切换连接至光纤时延测量器的测量端或两个电流信号解调终端的输入端;光纤时延测量器对接入的两根连接光纤进行时延分析获得两根连接光纤的时延信息,并将时延信息发送至微处理器;两个电流信号解调终端将输入的光信号解调为电信号,再将电信号AD转换后送入微处理器;测温光缆沿待检测电缆铺设,并通过光缆锁扣固定于待检测电缆上;测温光缆连接至光纤分布式温度解调终端,光纤分布式温度解调出测温光缆感知的温度信息送入微处理器;微处理器根据输入的延时信息和AD转换的电信号进行分析计算,获得故障位置信息;微处理器根据光纤分布式温度解调终端输入的温度信息判断是否出现局部高温危险;显示屏和报警器均与微处理器相连。

[0021] 电流信号调制终端一般包括电流传感器以及电光转换器;电流传感器用于对待测电缆的电流信号进行采集,并将采集到的电流信号发送至电光转换器;电光转换器将电流信号转换为光信号,并通过连接光纤传输至光路切换单元的光信号输入端。

[0022] 电流信号解调终端一般包括光电转换器、信号调理电路和AD转换器。光电转换器将光路切换单元输出的光信号转换为电信号,并由AD转换器进行AD转换后送入微处理器;信号调理电路连接在光电转换器与AD转换器之间;信号调理电路将光电转换器输出的电信号调整至适应于AD转换器的工作范围。

[0023] 光纤分布式温度解调终端一般包括激光器、光耦合器、滤波分光器、光电转换器、信号调理电路、AD转换器及信号处理器。激光器通过光耦合器向测温光缆发送检测光信号;光电转换器、滤波分光器、信号调理电路、AD转换器及信号处理器用于对测温光缆背向反馈的光信号进行解调处理。

[0024] 该全光纤高压电缆在线监测系统在进行故障定位工作时,首先利用光路切换单元将两根连接光纤切换连接至光纤时延测量器,由光纤时延测量器分别测量两根连接光纤 L1 和 L2 各自造成的信号传输时延 T1 和 T2 ;

再利用光路切换单元将两根连接光纤切换分别连接至两个电流信号解调终端,由电流信号解调终端进行光信号解调后送入微处理器进行故障分析,获得故障行波从故障点左侧高压电缆和连接光纤 L1 传输至微处理器的时长 t1 以及从故障点右侧高压电缆和连接光纤 L2 传输至微处理器的时长 t2 ;

最后根据如下公式计算故障点距离待测高压电缆左侧检测点的距离为 :

$$X = (L - V \times (t1 - t2 + T2 - T1)) / 2$$

式中, L 为待测高压电缆左右两个检测点之间的线缆长度, V 为故障行波的传播速度。

[0025] 如图 2 所示,光路切换单元由第一可控 1×2 光开关、第二可控 1×2 光开关以及第三可控 1×2 光开关构成 ;第一可控 1×2 光开关和第二可控 1×2 光开关的 1 端口通过两根连接光纤分别连接至两个电流信号调制终端的输出端,第一可控 1×2 光开关和第二可控光 1×2 开关的 2 端口中均有一端口连接至对应的电流信号解调终端的输入端 ;第三可控 1×2 光开关的 2 端口分别连接至第一可控 1×2 光开关和第二可控光 1×2 开关的 2 端口中的另一端口,第三可控 1×2 光开关的 1 端口连接至光纤时延测量器的测量端。

[0026] 如图 1 和 3 所示,在定位故障测量前,微处理器控制光路切换单元的第一可控 1×2 光开关、第二可控 1×2 光开关以及第三可控 1×2 光开关,将两根连接光纤依次切换连接至光纤延时测量器,从而对两根连接光纤 L1 和 L2 造成的时延进行测量,分别得到时延值为 T1 和 T2,并由光纤延时测量器将 T1 和 T2 发送至微处理器进行存储记录 ;然后再控制光路切换单元将两路光信号切换分别输入至两个电流信号调制终端。时延测量完毕后,微处理器控制光路切换单元,将光路切换至故障行波信号监测状态。

[0027] 当待检测电缆发生故障时,会出现图 3 中所示的故障行波。此时电流传感器将对待检测电缆上的故障行波信号进行实时采集,并由电光转换器将采集的故障行波信号转换为光信号,并通过连接光纤传输至光路切换单元的第一可控 1×2 光开关和第二可控 1×2 光开关的 1 端口光信号输入端 ;再由微处理器控制光路切换单元的第一可控 1×2 光开关和第二可控 1×2 光开关,将两根连接光纤 L1 和 L2 输送的光信号切换输入至光电转换器,由光电转换器将接收到的光信号转换为电信号 ;再由信号调理电路对光电转换器输出的电信号进行调理,使该电信号能够被 AD 转换器完全采集 ;微处理器对 AD 转换后的信号进行处理。假设微处理器根据 AD 转换后的信号分析获得故障行波分别从故障点左右两边的高压电缆和两根连接光纤 L1 和 L2 传输至微处理器的时长为 t1 和 t2,故障行波的传播速度为 V,待检测电缆的长度为 L,由微处理器计算故障点 C 至左侧的电流信号调制终端检测点距离为 :

$$X = V \times (t1 - T1) \quad (1)$$

计算故障点 C 至右侧的电流信号调制终端检测点距离为 :

$$L - X = V \times (t2 - T2) \quad (2)$$

再根据式(1)和(2)可得 :

$$X = (L - V \times (t1 - t2 + T2 - T1)) / 2 \quad (3)$$

从而计算得出故障点 C 至左侧的电流信号调制终端检测点距离 X 的大小,并由显示屏

进行实时显示。

[0028] 如图 4 所示,本发明的光缆锁扣包括扎条 1、安装在扎条 1 一端的插口 4 以及连接在扎条 1 另一端的插条 5 ;在插口 4 内设有主棘齿,在插条 5 上设有与主棘齿相对应的从棘齿 ;在扎条 1 的中段设有供测温光缆嵌入的半圆环形凸起 2 ;在扎条 1 的圈内侧设有防滑凸棱 3。在固定测温光缆时,将测温光缆嵌入在半圆环形凸起 2 内,再将扎条 1 捆扎在待检测电缆上,使插口 4 内的主棘齿与插条 5 上的从棘齿相啮合固定。当微处理器接收到测温光缆传输回来的温度信号并分析出现局部高温时,则控制报警器进行报警,提醒监控人员迅速进

行排查。

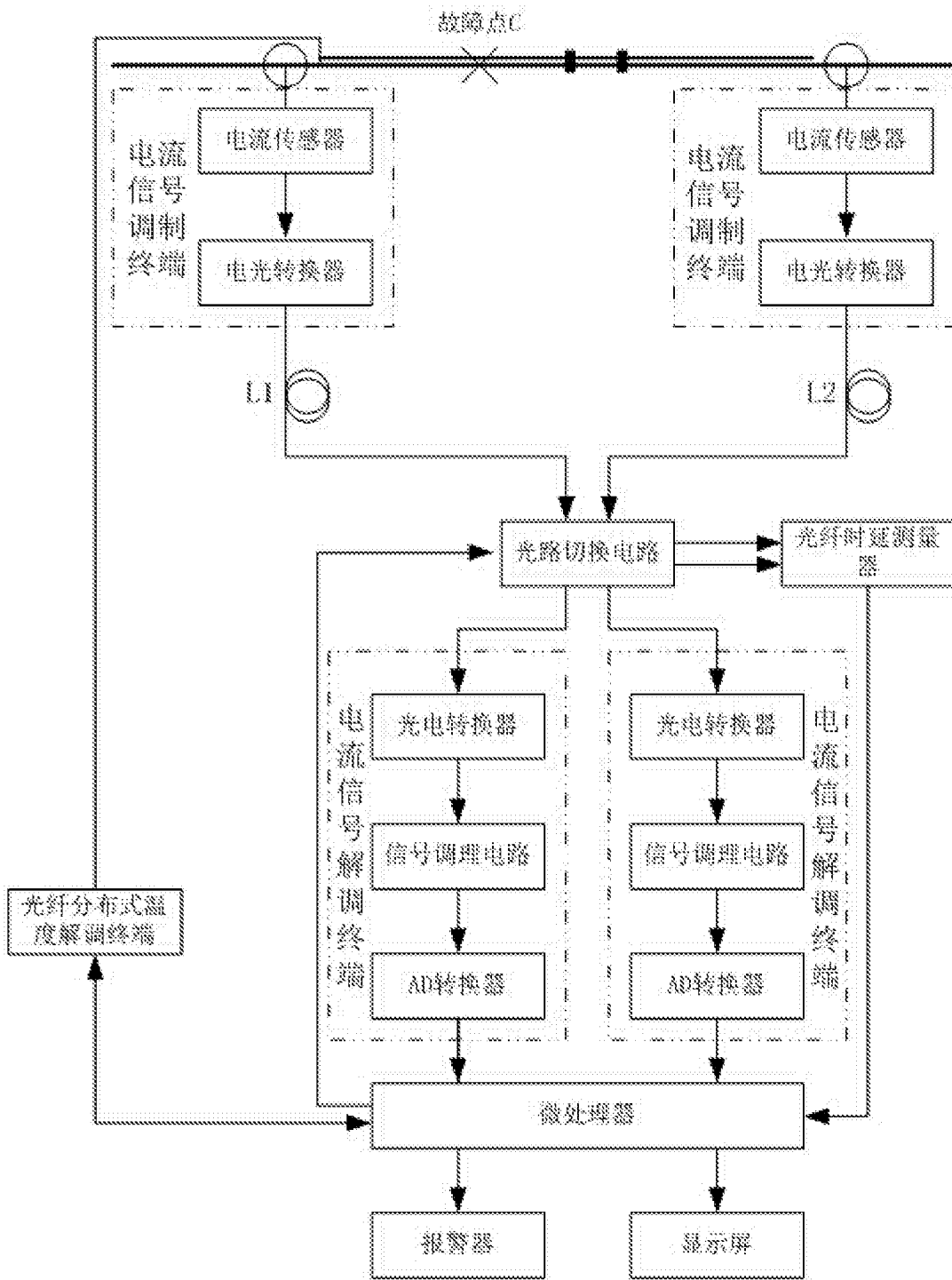


图 1

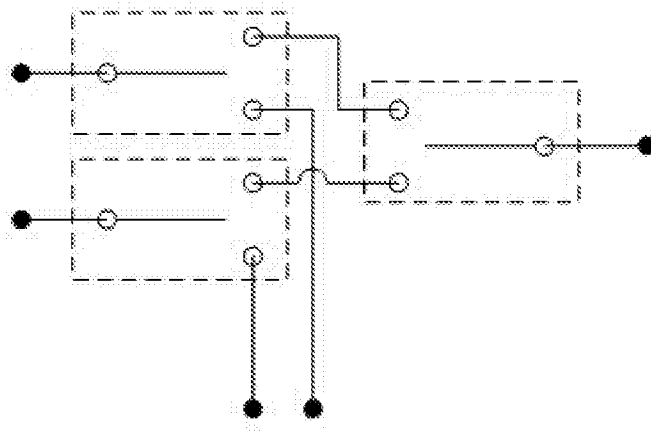


图 2

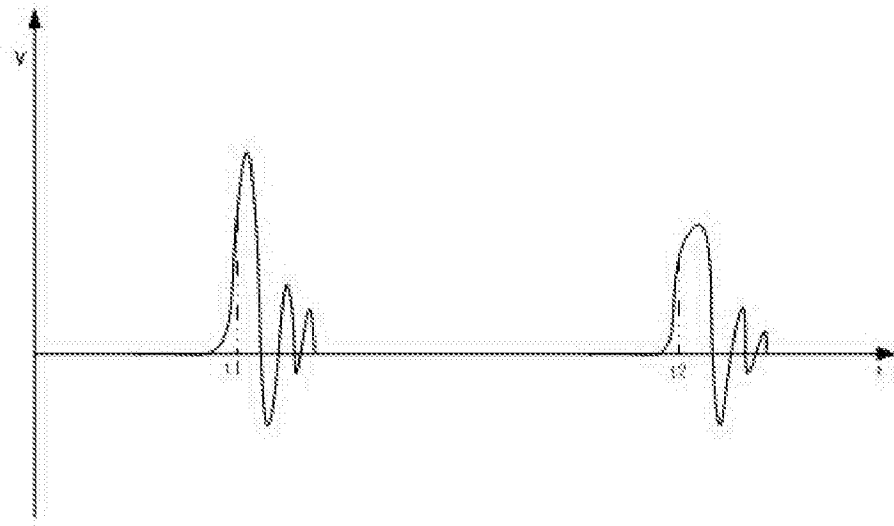


图 3

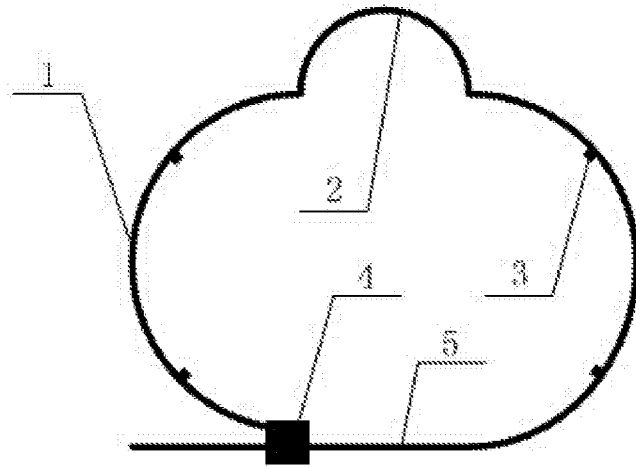


图 4