



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105973511 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610274553.5

(22)申请日 2016.04.28

(71)申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号

(72)发明人 马国明 吴震 李成榕 宋宏图 刘姝嫫

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 陈波

(51)Int.Cl.

G01L 1/24(2006.01)

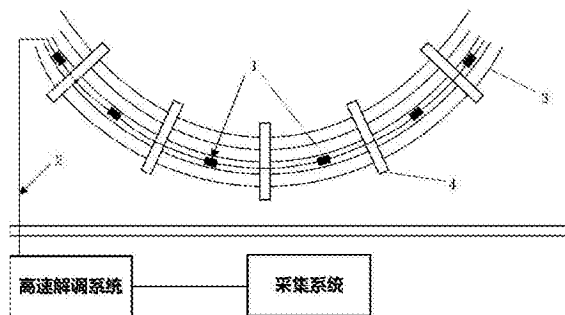
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统

(57)摘要

本发明属于在线监测系统技术领域,尤其是涉及一种基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统。其特征在于,所述系统包括将若干个全分布式光纤应力传感器(1)预埋在高压绕组(3)电磁线,各全分布式光纤应力传感器(1)由光纤(2)连接在一起,通过夹紧装置(4)固定,再将光纤(2)引出全分布式光纤应力传感器(1)外部与高速解调系统相连,高速解调系统输出端连接到应力采集系统,实现对变压器绕组应力的实时监测;整套应力监测系统能够实现对绕组应力的快速检测和分布式测量功能,在冲击力的作用下准确掌握绕组不同位置的应力情况,克服了现有解调仪分辨率不足的缺点,实现了对绕组快速电动力的分布式监测。



1. 基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统,其特征在于,所述系统包括将若干个全分布式光纤应力传感器(1)预埋在高压绕组(3)的电磁线内部,各全分布式光纤应力传感器(1)由光纤(2)连接在一起,通过夹紧装置(4)固定,再将光纤(2)引出到全分布式光纤应力传感器(1)的外部与高速解调系统相连,高速解调系统输出端连接到应力采集系统,实现对变压器绕组应力的实时监测;整套应力监测系统能够实现对绕组应力的快速检测和分布式测量功能,在冲击力的作用下准确掌握绕组不同位置的应力情况。

2. 根据权利要求1所述的基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统,其特征在于,所述高速解调系统的工作方式为高压绕组受冲击力作用后,预埋在高压绕组的电磁线内部的全分布式光纤应力传感器受到应力作用,高速解调系统采用光强解调方法,宽带ASE光源发出的宽带光通过光循环器进入全分布式光纤应力传感器(1)的光纤光栅FBG阵列,基于FBG本身的波分复用性,当FBG受到应力影响后,波长发生变化,返回信号通过光循环器进入波分复用设备WDM实现不同波长光信号的分离,使得不同的FBG传感器的返回信号进入不同的光电探测器,光电探测器将测量到的光强信号转变为反映绕组应力的电信号依次通过滤波器和放大器后输入高速数据处理模块和数据显示模块,实现对绕组快速冲击力进行实时分析和显示。

3. 根据权利要求1所述的基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统,其特征在于,所述全分布式光纤应力传感器(1)采用连续测量方法,整个光纤(2)长度上的任一点都是敏感点,将整根光纤(2)贴附在高压绕组(3)的电磁线内部,实现多点测量。

4. 根据权利要求1所述的基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统,其特征在于,所述光纤光栅FBG采用部分粘贴法进行封装,封装时光纤光栅FBG不是全部粘贴在底座表面,未粘贴部分悬空,用环氧树脂进行灌封,待树脂固化后,整个结构构成一体;粘贴的部分将对温度和应力同时敏感,未粘贴部分即悬空部分只对温度敏感,解决了在对变压器绕组应力监测时的温度交叉敏感问题,克服了仅仅通过测量光纤光栅中心波长移动无法区分温度与应力影响的问题。

基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统

技术领域

[0001] 本发明属于在线监测系统技术领域,尤其是涉及一种基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统。

背景技术

[0002] 电力变压器是电力系统中的重要组成部分。运行中的变压器绕组会在其周围建立轴向和辐向漏磁通,当发生短路故障或者受到雷电流冲击作用时,绕组上流过大电流将导致绕组所受电磁力剧增。绕组受冲击力作用后,将造成轴向、辐向尺寸变化、绕组扭曲、鼓包等情况,即绕组变形。绕组变形可能造成绝缘距离发生改变或绝缘纸发生破损,当遇到雷电过电压时,变压器将发生匝间、饼间击穿,发生突发性损坏事故。因此对变压器绕组应力进行监测,对防止变压器事故发生有着重要的作用。

[0003] 目前国内研究变压器绕组轴向和辐向应力主要采用理论计算的方法,但是由于变压器结构复杂,电流密度等相关参数计算误差,以及绕组作为弹性系统其漏磁通在冲击力作用下是耦合场,理论计算结果与实际绕组应力情况仍有较大差距,无法为变压器绕组变形的判断提供支撑。同时由于在绕组上产生电动力的侵入波、短路电流具有很高的频率,现有的解调仪无法对信号进行解调,造成分析端无法与检测端同步的困难。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明提出了一种基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统,其特征在于,所述系统包括将若干个全分布式光纤应力传感器1预埋在高压绕组3的电磁线内部,各全分布式光纤应力传感器1由光纤2连接在一起,通过夹紧装置4固定,再将光纤2引出到全分布式光纤应力传感器1的外部与高速解调系统相连,高速解调系统输出端连接到应力采集系统,实现对变压器绕组应力的实时监测;整套应力监测系统能够实现对绕组应力的快速检测和分布式测量功能,在冲击力的作用下准确掌握绕组不同位置的应力情况。

[0005] 所述高速解调系统的工作方式为高压绕组受冲击力作用后,预埋在高压绕组的电磁线内部的全分布式光纤应力传感器受到应力作用,高速解调系统采用光强解调方法,宽带ASE光源发出的宽带光通过光循环器进入全分布式光纤应力传感器1的光纤光栅FBG阵列,基于FBG本身的波分复用性,当FBG受到应力影响后,波长发生变化,返回信号通过光循环器进入波分复用设备WDM实现不同波长光信号的分离,使得不同的FBG传感器的返回信号进入不同的光电探测器,光电探测器将测量到的光强信号转变为反映绕组应力的电信号依次通过滤波器和放大器后输入高速数据处理模块和数据显示模块,实现对绕组快速冲击力进行实时分析和显示。

[0006] 所述全分布式光纤应力传感器1采用连续测量方法,整个光纤2长度上的任一点都是敏感点,将整根光纤2贴附在高压绕组3的电磁线内部,实现多点测量。

[0007] 所述光纤光栅FBG采用部分粘贴法进行封装,封装时光纤光栅FBG不是全部粘贴在

底座表面,未粘贴部分悬空,用环氧树脂进行灌封,待树脂固化后,整个结构构成一体;粘贴的部分将对温度和应力同时敏感,未粘贴部分即悬空部分只对温度敏感,解决了在对变压器绕组应力监测时的温度交叉敏感问题,克服了仅仅通过测量光纤光栅中心波长移动无法区分温度与应力影响的问题。

[0008] 有益效果

[0009] 本发明具有全分布式测量、能同时区分温度和应力、高速解调和在线监测的特点。能够对侵入波、VFTO和短路电流作用下对变压器绕组应力进行多点监测,通过高速解调系统全面掌握在不同暂态冲击下变压器绕组受力情况。

附图说明

[0010] 图1为基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统示意图。

[0011] 图2为绕组应力监测高速解调系统原理图;

[0012] 图3为光纤光栅FBG采用部分粘贴方法示意图;

[0013] 图4为光纤光栅FBG采用基于部分粘贴法的封装示意图;

[0014] 图5为光纤光栅传感器埋入式封装电磁线示意图;

[0015] 1-全分布式光纤应力传感器;2-光纤;3-高压绕组;4-夹紧装置。

具体实施方式

[0016] 下面将参考附图并结合实施例,来详细说明本发明。

[0017] 图1示出了基于分布式光纤的变压器绕组应力监测系统连接示意图。光纤采用部分粘贴方式进行封装,将全分布式光纤应力传感器预埋在绕组电磁线,再将光纤引出传感器外部与设计的高速解调系统相连,并通过应力采集系统对变压器绕组应力进行实时监测。绕组受冲击力作用后,预埋在绕组电磁线内部的全分布式光纤应力传感器受到应力作用后,利用高速解调系统中的波分复用设备对不同传感器的光信号进行分离,再光信号转换模块和数据处理模块获取相应测点的应力强度。整套系统能够实现对绕组应力的快速检测和分布式测量功能,在冲击力的作用下准确掌握绕组不同位置的应力情况。

[0018] 图2示出了本发明所采用的绕组应力监测高速解调系统原理图。由于绕组所受电动力的作用时间很短,因此本系统采用的光强解调方法为光强解调。宽带ASE光源发出的宽带光通过耦合器进入FBG阵列,基于FBG本身的波分复用性,利用波分复用设备(WDM)实现不同波长光信号的分离,使得不同FBG传感器返回信号进入不同光信号转换模块。当FBG受到应力影响后,波长发生变化,进而通过匹配光纤光栅的光强相应发生变化,光信号转换模块将测量到的光强信号转变为反映绕组应力的电信号。同时研制高速数据处理模块和数据显示模块,实现对绕组快速冲击力进行实时分析和显示。

[0019] 图3示出了光纤光栅的部分粘贴方法,首先对光栅两端施加一定的拉力,使栅区变长。然后,用粘合剂将一半的光栅粘贴在底座上,两段光栅的中心波长相差0.4nm。这样,未粘贴段的光栅将不会因为底座所受应力而发生形变,因此从未粘贴段光栅部分反射回来的波长变换只与周围环境温度的变化有关。相反,粘贴段光栅反射回来的波长则对应力和温度同时敏感。由此可以将温度对光栅的影响分离出来,达到测量绕组应力的目的。

[0020] 图4示出了全分布式光纤应力传感器的封装方法,该封装方案基于部分粘贴法先

将裸光栅的一半粘贴于底座。其余部分用环氧树脂进行灌封,待树脂固化后,整个结构构成一体,所有封装后的应力传感器由光纤连接在一起。

[0021] 图5示出了全分布式光纤应力传感器光纤光栅传感器埋入式封装电磁线示意图,在绕组电磁线上进行开槽加工,将全分布式光纤应力传感器预埋在绕组电磁线中,包纸后应用于变压器绕组。为了满足测量点数量要求,在高压,中压和低压线圈中分别引入多根带有传感器的光纤。这样的传感器安装方法无电势跨度,满足了电器特性要求。遇到撑条时,按照同样的方法进行封装。最后将传感器通过光纤接口引出至变压器外部,连接至高速解调系统和采集系统,对绕组应力数据进行监测和分析。

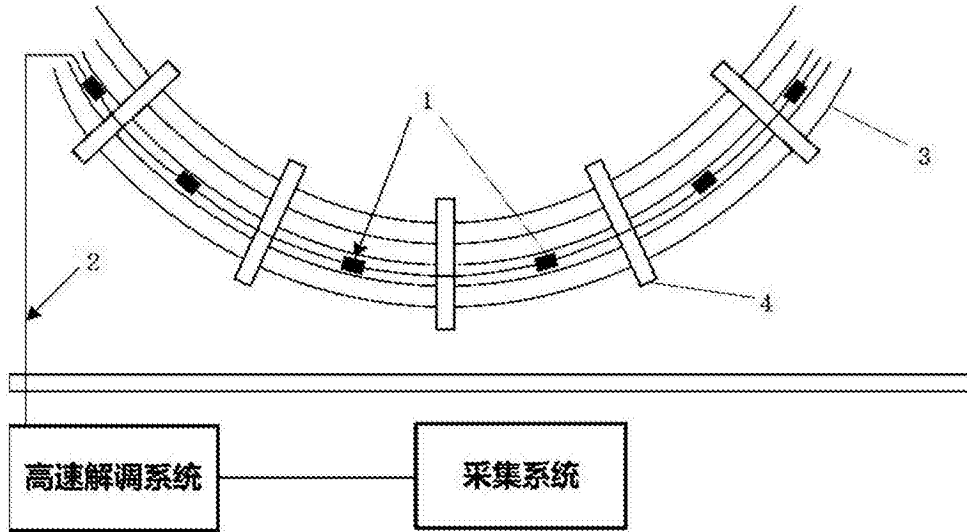


图1

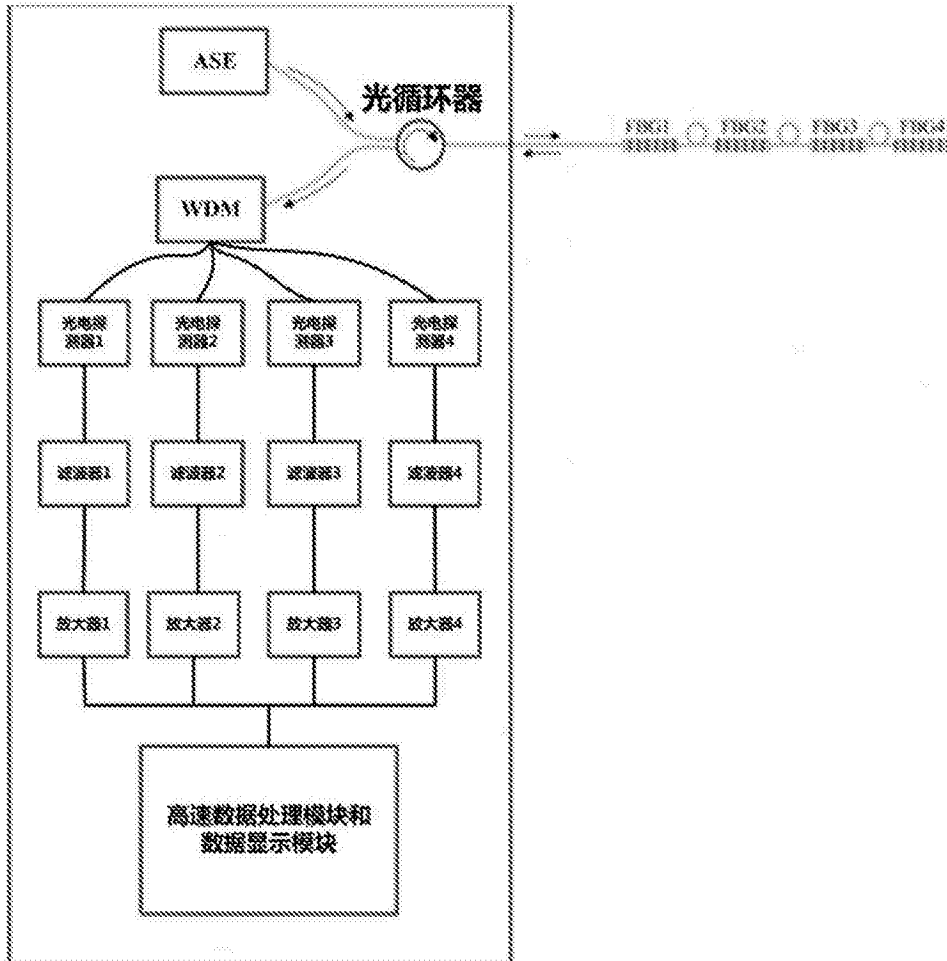


图2

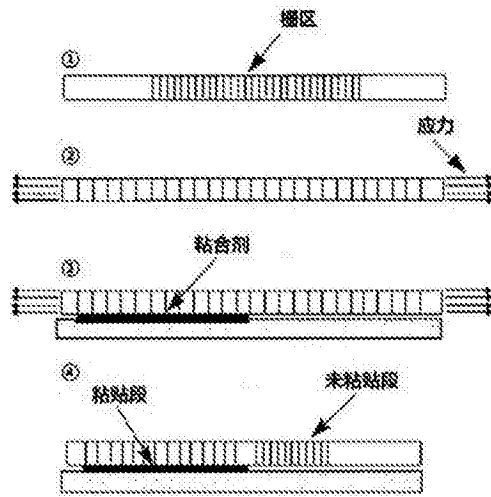


图3

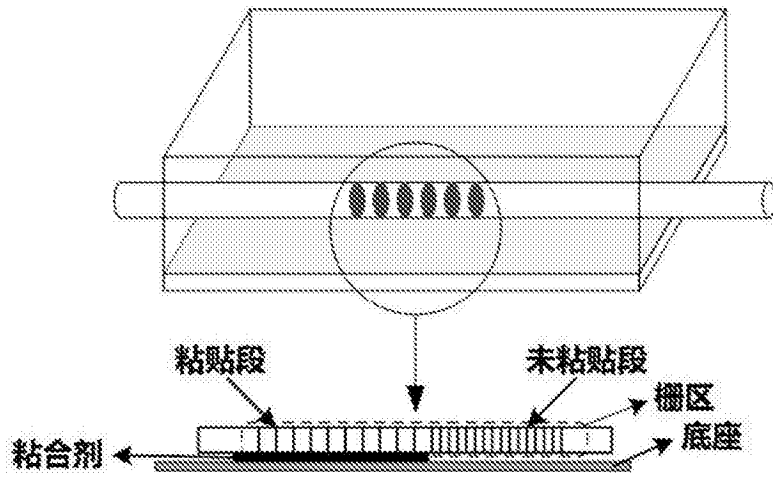


图4

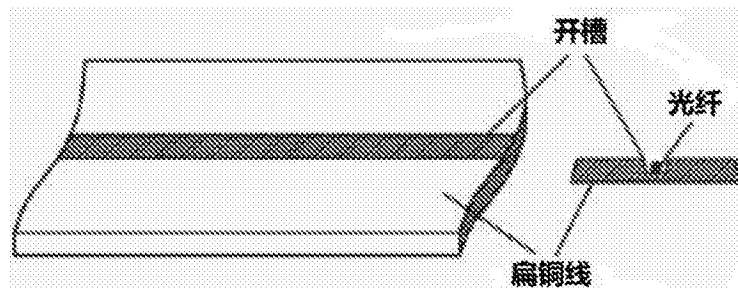


图5