



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106324323 A

(43)申请公布日 2017. 01. 11

(21)申请号 201610784671.0

(22)申请日 2016.08.30

(71)申请人 中国西电电气股份有限公司  
地址 710075 陕西省西安市唐兴路7号

(72)发明人 史方颖 白世军 于兵 刘慧武

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 王萌

(51) Int. Cl.

G01R 19/00(2006.01)

G01R 15/24(2006.01)

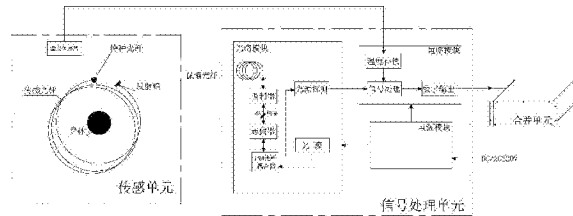
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种全光纤电流互感器及其电流测量方法

(57)摘要

本发明提供了一种全光纤电流互感器及其电流测量方法,它主要由传感单元、信号处理单元和合并单元三部分组成。所述传感单元采用法拉第磁光效应原理,用于感应被测导体的电流,并生成光强信号携带Faraday旋光角的数据信息。所述信号处理单元主要完成对传感单元光信号的输入、输出光信号的解析、数字化处理、温度补偿等,并按照规定同步串行方式进行输出。所述合并单元完成对信号处理单元信息的同步、切换或并列逻辑,并传输给电气测量仪器和继电保护设备。



1. 一种基于法拉第磁光效应原理全光纤电流互感器,其特征在于:包括传感单元、信号处理单元,以及合并单元,所述合并单元与电气测量仪器和继电保护设备连接,所述传感单元包括绕制成首尾相接的闭合圆环的传感光纤(3),该传感光纤的首尾分别安装有反射镜(5)和转换光纤(4),所述信号处理单元内设置有光源,该光源发出的光被分为两束光后,经转换光纤转换为旋转方向相反的两束光,经在传感光纤内传输后,被反射镜反射。

2. 根据权利要求1所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述的转换光纤(4)为螺旋结构双折射光纤,包括递增双螺旋段和均匀双螺旋段。

3. 根据权利要求1所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述反射镜(5)与传感光纤(3)的截面呈 $45^\circ$ 夹角。

4. 根据权利要求1所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述传感光纤安装在环形法兰的U形槽内,所述反射镜(5)和转换光纤(4)在U型槽的切线方向相互平行。

5. 根据权利要求1所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述反射镜(5)和转换光纤(4)沿环形结构的法线方向紧贴布置。

6. 根据权利要求4所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述的环形法兰(2)为金属材料,上部覆盖绝缘材料的环型盖板(1),阻断了环形法兰的感应电流。

7. 根据权利要求1所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述信号处理单元包括光路模块、电路模块、电源模块和防护外壳,所述光路模块用于发射、接收和测量光信号,输出两束光的相位差,所述电路模块用于解析两束光的相位差,并以此计算电流,并将结果以数字信号输出。

8. 根据权利要求7所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述光路模块包括发射光源的激光发射器、对光源发出的光进行耦合的耦合器、将光源分为两束线性偏振光的起偏器,与起偏器连接的调制器,对两束光进行干涉测量的光源探测器。

9. 根据权利要求7所述的一种全光纤电流互感器,其特征在于:所述的防护外壳,由铁磁材质制成,对放入其中的光路模块、电路模块、电源模块具有相应等级的防电磁屏蔽、防水、防潮功能,同时留有安装及数据输出、输入接口。

10. 一种基于权利要求1所述的全光纤电流互感器的电流测量方法,其特征在于:数据处理单元中的光源发出的光经过耦合器后,起偏为两束线性偏振光,经调制器完成相位调制并分成两束偏振方向相互垂直的光,经过保偏光纤输出;转换光纤将两束垂直线性偏振光转换成左旋和右旋椭圆偏振光,椭圆偏振光在传感光纤中绕圆周传播;两路偏振光绕着导体转了几圈后,在传感光纤的终点有一个反射镜,对两束光进行反射,同时两束椭圆偏振光的旋转方向也被逆转;两路光回到转换光纤处,转换光纤再将它们转为两路互相垂直的线性偏振光束,由保偏光纤传回偏振器,恢复为两路互相垂直的偏振光,两束光波在光源探测器处发生相干叠加;

当导体中无电流时,两束光的相对传播速度相同,在光电探测器处相干叠加时没有相位差;当导体中有电流时,两束光的出现相位差,两路光信号的相位差与被测电流有严格的对应关系,通过测量两束光的相位差对应出被测电流的大小。

## 一种全光纤电流互感器及其电流测量方法

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种基于法拉第磁光效应原理的全光纤电流互感器。其适用于GIS的电能计量、继电保护和电量监测。

### 【背景技术】

[0002] 电流互感器承担着电力系统中电流的计量作用。作为GIS的重要组成部分,传统的电磁式电流互感器由于其体积庞大、成本高、动态范围小、易产生铁磁谐振、模拟量输出等不利因素,已不能满足智能电网对电流互感器低造价、体积小、线性度好、数字量输出、安全可靠的要求。有源式电子互感器在126~252kV电压等级的开关中应用日益可靠,虽然其具有体积小、数字量输出、无磁饱等优势,但由于其结构及原理的限制,在更高电压等级上的可靠性大大降低,影响智能电网的可靠运行。

### 【发明内容】

[0003] 本发明提供了一种全光纤电流互感器及其电流测量方法,效解决传统电磁式互感器体积大、动态范围小、易产生铁磁谐振、开路产生高压、模拟量输出等不利因素,同时解决了有源电子式互感器抗干扰性差、结构复杂、稳定性差等弊端。满足智能电网对电流互感器低能耗、高准确度、安全、可靠的要求。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0005] 一种基于法拉第磁光效应原理的全光纤电流互感器,包括传感单元、信号处理单元,以及合并单元,所述合并单元与电气测量仪器和继电保护设备连接,所述传感单元包括绕制成首尾相接的闭合圆环的传感光纤,该传感光纤的首尾分别熔接有反射镜和转换光纤,所述信号处理单元内设置有光源,该光源发出的光被分为两束光后,经转换光纤转换为旋转方向相反的两束光,经在传感光纤内传输后,被反射镜反射。

[0006] 所述的转换光纤为螺旋结构双折射光纤,分为递增双螺旋段和均匀双螺旋段。

[0007] 所述的反射镜熔接在传感光纤的末端,与传感光纤的截面呈45°夹角。

[0008] 所述传感光纤安装在环形法兰的U形槽内,所述反射镜和转换光纤在U型槽的切线方向相互平行。

[0009] 所述反射镜和转换光纤沿环形结构的法线方向紧贴布置。

[0010] 所述转换光纤另一端通过保偏光纤与信号处理单元电连接。

[0011] 所述的环形法兰为金属材料,上部覆盖绝缘材料的环型盖板,阻断了环形法兰的感应电流。

[0012] 所述的传感光纤在保护环体中的绕制圈数,是根据被测电流的大小、互感器要求的精度和环体的尺寸决定。

[0013] 所述信号处理单元包括光路模块、电路模块、电源模块和防护外壳,所述光路模块用于发射、接收和测量光信号,输出两束光的相位差,所述电路模块用于解析两束光的相位差,并以此计算电流,并将结果以数字信号输出。

[0014] 所述光路模块包括发射光源的激光发射器、对光源发出的光进行耦合的耦合器、将光源分为两束线性偏振光的起偏器,与起偏器连接的调制器,对两束光进行干涉测量的光源探测器。

[0015] 所述电路模块包括依次连接的信号处理和数字输出,其中,信号处理的输入端进一步连接有温度补偿,消除温度对测量偏差影响。

[0016] 所述的数字输出将测量结构按照同步串行方式输出给合并单元。

[0017] 所述的防护外壳,由铁磁材质制成,对放入其中的光路模块、电路模块、电源模块具有相应等级的防电磁屏蔽、防水、防潮功能,同时留有安装及数据输出、输入接口。

[0018] 一种全光纤电流互感器的电流测量方法,光源发出的连续光被分为两束偏振方向相互垂直的光,转换光纤接收到该光后,将该两束垂直线性偏振光转换成左旋和右旋椭圆偏振光,经过在传感光纤中绕圆周传播,该两路偏振光被反射镜反射,同时两束椭圆偏振光的旋转方向也被 逆转;两路反射光回到转换光纤处,被转换为两路互相垂直的线性偏振光束,最后恢复为两路互相垂直的偏振光,该两束光被传回信号处理单元后,信号处理单元据此计算得到电流。

[0019] 所述信号处理单元根据返回的两束光的相位差计算得到相位差。

[0020] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益效果:全光纤电流互感器能耗低、成本低、测量准确、性能稳定、安全可靠,易于安装维护,避免了电磁式互感器能耗高、容易产生开路和爆炸危险的不足,同时消除了电子式互感器稳定相差、易受电磁场干扰的缺点。

### 【附图说明】

[0021] 图1示出了本发明中传感单元的结构图。

[0022] 图2示出了本发明中传感单元A-A结构图。

[0023] 图3所示为本发明中全光纤电流互感器的系统图。

[0024] 图中:1、环型盖板;2、环型法兰;3、传感光纤;4、转换光纤;5、反射镜;6、保偏光纤。

### 【具体实施方式】

[0025] 下面结合附图及具体实例对本发明作进一步详细说明。

[0026] 一种基于法拉第磁光效应原理的全光纤电流互感器,它主要由传感单元、信号处理单元和合并单元三部分组成。所述传感单元采用法拉第磁光效应原理,用于感应被测导体的电流,并生成光强信号并携带Faraday旋光角的数据信息。所述信号处理单元主要完成对传感单元光信号的输入、输出光信号的解析、数字化处理、温度补偿等,并按照规定的同步串行方式进行输出。所述合并单元完成对信号处理单元信息的同步和并列逻辑,并传输给电气测量仪器和继电保护设备。

[0027] 图1、2所示为本发明中传感单元的结构图,所述传感单元为圆环型结构,其主要由环型盖板1、环型法兰2、传感光纤3、转换光纤4、反射镜5和保偏光纤6组成,根据被测的额定电流、动稳定电流、测量精度及环型法兰2的U型槽尺寸,计算出传感光纤3的长度,在传感光纤3的一端熔接反射镜5,使反射镜5与光纤的截面成 $45^\circ$  夹角。传感光纤3的另一端与转换光纤4熔接,使两根光纤的纤芯对正。同时将转换光纤4的另一端与保偏光纤6熔接,熔接时使两者的纤芯对正。在熔接完成后,将其绕制成首尾相接的闭合圆环并固定在环型法兰U型槽

中,并使反射镜5和转换光纤3在U型槽的切线方向相互平行,并沿环形结构的切线方向紧贴布置,保偏光纤6作为传感单元的引出端从环型法兰2的出口引出,与后续的数据处理单元连接。

[0028] 所述的转换光纤为螺旋结构双折射光纤,分为递增双螺旋段和均匀双螺旋段,将线性偏振光转换为椭圆偏振光;所述环形法兰为金属材料,中间开设有U型槽,传感光纤、反射镜、转换光纤绕制的圆环固定在U型槽中,所述环形盖板为绝缘材料,起到对外壳感应电流有阻断的作用,两者配合后对放在其中的光器件起到保护作用。

[0029] 图3所示为本发明中全光纤电流互感器的系统图,整系统按功能划分为3部分,分别是传感单元、信号处理单元、合并单元。传感单元采用法拉第磁光效应原理,用于感应被测导体的电流,并生成光强信号携带Faraday旋光角的数据信息。信号处理单元主要完成对传感单元光信号的输入、输出光信号的解析、数字化处理等,并按照规定同步串行方式进行输出。合并单元完成对信号处理单元信息的同步、切换或并列逻辑,并传输给电气测量仪器和继电保护设备。

[0030] 所述的信号处理单元主要由光路模块、电路模块、电源模块和防护外壳组成。光路模块完成光信号的发射、接收、测量及输出,电路模块接收光路模块数据信息,并将其转换成数字信号输出。

[0031] 所述的光路模块,主要由激光发射器、耦合器、偏振器、光电探测器等光学器件组成,对传感单元发射两束线性偏振光,同时对反射回来的两束线性偏振光,采用Sagnac干涉原理,测量出两束偏振光的相位差。

[0032] 所述的电路模块,通过对相位差的解析,对应出被测电流,将测量结果按照同步串行方式输出给合并单元。

[0033] 所述的电源模块,是将外部供给的电源,转换成各电子元器件所需的电流量或电压量。

[0034] 所述的防护外壳,由铁磁材质制成,对放入其中的光路模块、电路模块、电源模块具有相应等级的防电磁屏蔽、防水、防潮功能,同时留有安装及数据输出、输入接口。

[0035] 在图3中,全光纤电流互感器测量电流的实现过程如下:数据处理单元中的光源在工作情况下,发出的连续光经过耦合器后,由起偏器起偏为两束线性偏振光,经调制器完成相位调制并分成两束偏振方向相互垂直的光,经过保偏光纤输出;在传感单元的传感光纤前端,转换光纤将两束垂直线性偏振光转换成左旋和右旋椭圆偏振光,椭圆偏振光在传感光纤中绕圆周传播;两路偏振光绕着导体转了几圈后,在传感光纤的终点有一个反射镜,对两束光进行反射,同时两束椭圆偏振光的旋转方向也被逆转;两路光回到转换光纤处,转换光纤再将它们转为两路互相垂直的线性偏振光束,由保偏光纤传回偏振器,恢复为两路互相垂直的偏振光,两束光波在光源探测器处发生相干叠加。

[0036] 当导体中无电流时,两束光的相对传播速度相同,在光电探测器处相干叠加时没有相位差;当导体中有电流时,在通电导体周围会产生电磁场,在电磁场的作用下,围绕着载流导体的两束椭圆偏振光波,由于法拉第磁致旋光效应原理,载流导体形成的电磁场使一路椭圆偏振光减速,另一路椭圆偏振光加速,传感光纤终点的反射镜,将两路光信号反射回去,由于逆转使两束椭圆偏振光的加速、减速的效应得到了加倍,此时两束光的传播速度发生相对变化,即出现相位差。

[0037] 两路光信号的相位差与被测电流有严格的对应关系,通过测量两束光的相位差对应出被测电流的大小,并将测量信息采用数字量输出给合并单元,合并单元对数据处理单元的数字量信息按照IEC61850-9-2LE规约进行数字量转换,输出给继电保护系统和电流测量计量仪表。

[0038] 在实际应用时,传感单元为单相结构,每相分别安装在被测电流的外部,数据处理单元与传感单元一一对应,放置在就地或智能柜内,合并单元为三相共用式,放置在智能控制柜或保护室内。

[0039] 以上内容是结合具体的优选方式对本发明所作的详细说明,不能认定本发明的实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,凡根据本发明精神实质所作的任何简单修改及等效结构变换或修饰,均属于本发明所提交的权利要求书确定的专利保护范围。

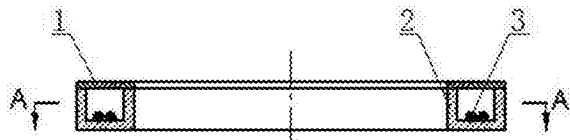


图1

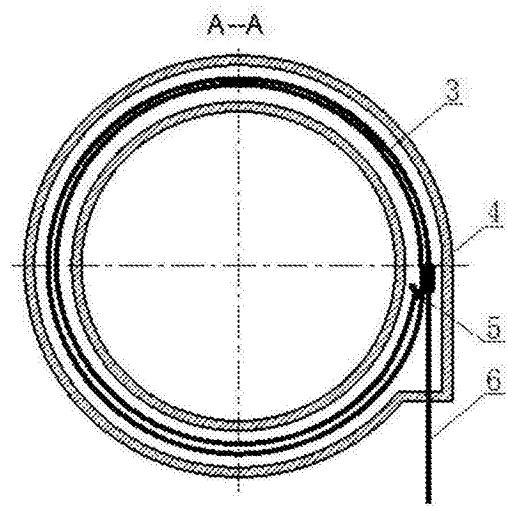


图2

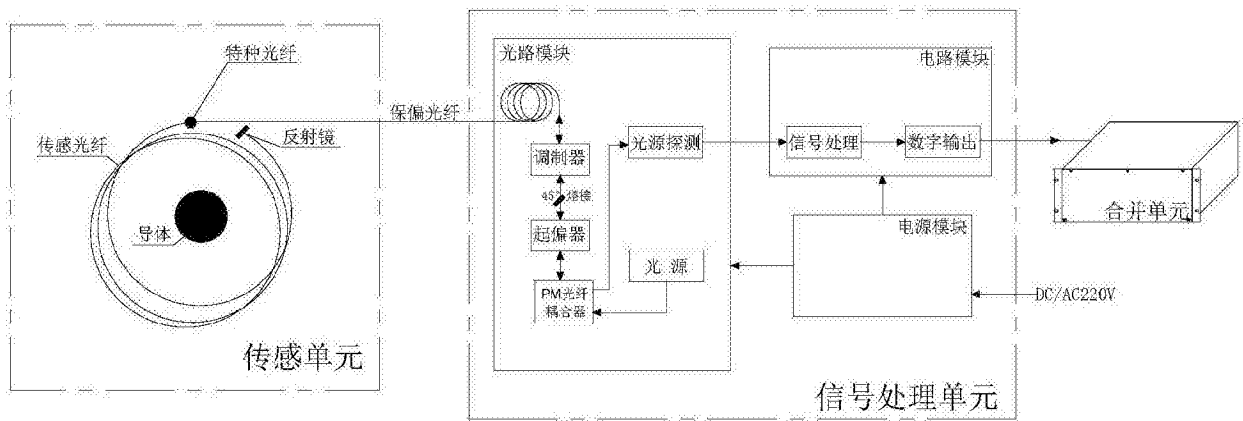


图3