



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106291039 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(21)申请号 201610594808.6

(22)申请日 2016.07.26

(71)申请人 胡朝年

地址 230011 安徽省合肥市肥西路与清溪
路交口国轩苑东区1幢704室

(72)发明人 胡朝年

(74)专利代理机构 北京酷爱智慧知识产权代理
有限公司 11514

代理人 赵永辉

(51) Int. Cl.

G01R 15/24(2006.01)

G01R 19/00(2006.01)

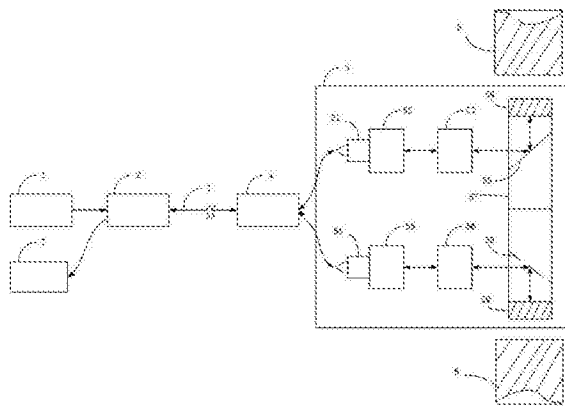
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

磁光电流互感器

(57)摘要

本发明涉及光学电流传感器领域,具体涉及一种磁光电流互感器。本发明的磁光电流互感器包括:激光器、环形耦合器、保偏传输光纤、一分二光纤分路器、磁光模块、集磁环、差分解调器;所述磁光模块包括准直器、偏振片、 $\lambda/4$ 波片、长方体光学玻璃及两端磁化体。本发明的磁光电流互感器,基于极向表面磁光克尔效应,与差分解调器配合,通过检测极向磁化表面反射光偏振偏转角相对值,间接检测输电线中工频交变电流的大小,提高了检测的精度和装置的稳定性。



1. 一种磁光电流互感器,其特征在于,包括:激光器、环形耦合器、保偏传输光纤、一分二光纤分路器、磁光模块、集磁环、差分解调器;

所述磁光模块包括第一准直器、第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 波片、第二准直器、第二偏振片、第二 $\lambda/4$ 波片和长方体光学玻璃;所述长方体光学玻璃内设置有两个全反射器,所述长方体光学玻璃的长轴方向上的两个端面分别设置有磁化体,所述磁化体的反射面与所述集磁环中产生的磁场方向垂直;

所述激光器通过所述环形耦合器与所述保偏传输光纤的一端连接,所述激光器输出光的线偏振方向与所述保偏传输光纤的快轴或慢轴成 45° ,所述保偏传输光纤的另一端与所述一分二光纤分路器的单纤端口连接,所述一分二光纤分路器的第一分路端口连接第一准直器,所述一分二光纤分路器的第二分路端口连接第二准直器,所述保偏传输光纤的快轴、所述第一偏振片偏振方向、所述第一 $\lambda/4$ 波片快轴三者方向平行,所述保偏传输光纤的慢轴、所述第二偏振片偏振方向、所述第二 $\lambda/4$ 波片慢轴三者方向平行;

经所述第一准直器、所述第一偏振片、所述第一 $\lambda/4$ 波片、所述长方体光学玻璃、所述全反射器、所述磁化体的第一光路和经所述第二准直器、所述第二偏振片、所述第二 $\lambda/4$ 波片、所述长方体光学玻璃、所述全反射器、所述磁化体的第二光路对称且共轭;所述第一光路和所述第二光路光分别经磁化体反射后沿各自的原光路返回;

所述环形耦合器的环向输出端与所述差分解调器连接;

所述差分解调器用于从所述环形耦合器的环向输出端输出的光中分离出快轴向分量和慢轴向分量,并对所述快轴向分量和所述慢轴向分量做差分解调处理。

2. 根据权利要求1所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述磁化体为具有线性磁化特性的薄磁片或磁性膜。

3. 根据权利要求1所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述集磁环的材料为纳米高导磁率的磁性材料。

4. 根据权利要求1所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述集磁环包括两个完全对称的集磁半环,两个所述集磁半环的一端对接,另一端端头之间空间安装所述磁光模块。

5. 根据权利要求4所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述集磁半环不对接的端头呈梯形状。

6. 一种磁光电流互感器,其特征在于,包括:激光器、环形耦合器、保偏传输光纤、磁光模块、集磁环、差分解调器;

所述磁光模块包括准直器、长方体光学玻璃;所述长方体光学玻璃的长轴方向的一端设置有磁化体,另一端设置有全反射器;所述磁化体的反射面与所述集磁环中的磁场方向垂直;所述全反射器与所述长方体光学玻璃的长轴的夹角为 45° ;

所述激光器通过所述光纤耦合器与所述保偏传输光纤的一端连接,所述激光器的输出光的线偏振方向与所述保偏传输光纤的快轴或慢轴的方向一致,或所述激光器的输出光的线偏振方向与所述保偏传输光纤的快轴或慢轴的方向成 45° 夹角;所述保偏传输光纤的另一端与所述准直器连接,经所述准直器出射的光垂直于所述长方体光学玻璃的长轴入射至所述全反射器上,光的传播方向改变 90° 后垂直入射所述磁化体,光经所述磁化体反射后沿原光路返回;

所述环形耦合器的环向输出端与所述差分解调器连接;

所述差分解调器用于从所述环向输出端输出的光中分离出快轴向分量和慢轴向分量,并对所述快轴向分量和所述慢轴向分量做差分处理。

7.根据权利要求6所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述磁化体为具有线性磁化特性的薄磁片或磁性膜。

8.根据权利要求6所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述集磁环的材料为纳米高导磁率的磁性材料。

9.根据权利要求6所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述集磁环包括两个完全对称的集磁半环,两个所述集磁半环的一端对接,另一端端头之间空间安装所述磁光模块。

10.根据权利要求9所述的磁光电流互感器,其特征在于,所述集磁半环不对接的端头呈梯形状。

磁光电流互感器

技术领域

[0001] 本发明涉及光学电流传感器领域,具体涉及一种磁光电流互感器。

背景技术

[0002] 随着电力传输容量的不断增长和电网电压的不断提高,面对高压、超高压电网,传统的电磁感应式结构已逐渐暴露出诸多缺陷,如:绝缘措施复杂、体积庞大、存在爆炸的风险、抗电磁能力差、测量精度低等,日渐被更为小巧安全的光电式电流互感器替代。光电式电流互感器主要分为有源型、无源型及全光纤型3类。

[0003] 有源型光电电流互感器乃是高压侧电流信号通过采样线圈将电信号传递给发光元件而变成光信号,再由光纤传递到低电位侧,进行逆变换成电信号后放大输出。高压侧电子器件的电源来源于光供电方式、母线电流供电方式、电池供电方式以及超声电源供电方式。有源型是较早期的结构,其优点是结构简单,长期稳定性较好,在现代电子器件可靠性高、性能稳定的条件下易于实现精度高、输出大的实用性产品,其缺点是取样信号顶部结构较复杂,传感头位于高压大电流环境下易受电磁干扰、易于损坏。

[0004] 无源型光电电流互感器的传感头部分不需要供电电源。传感头一般用法拉第磁光效应原理制成,处于低电位的光源发出的偏振光经光纤传到高压侧,并通过处于被测电流产生的磁场中。偏振光的偏振面在磁光玻璃中发生旋转,即电流信号偏振调制光波。带电流信号的光波经光纤传到地电位侧,经光—电变换后放大输出。无源型结构是近年来较为盛行的,其优点是结构简单,且完全消除了传统的电磁感应元件,无磁饱和问题,充分发挥了光电互感器的特点,尤其是高压侧无电源电子器件,无温度稳定性问题,互感器运行寿命容易保证。其缺点是光学器件制造难度大,测量的高精度难以做到,且长期稳定性还存在问题。

[0005] 全光纤型光电电流互感器实际也是无源型,只是传感头即是由光纤制作的环状感应装置,其余与无源型完全一样。全光纤型光电电流互感器的优点是传感头结构最简单,比无源型易于制造,缺点如光纤本身以及光纤绕制等弹光效应、线性双折射及其它光效应等,影响测量的精度和稳定性。

[0006] 以上方式均有运用,有些已挂网运行,但至目前为止在我国电力电网上并未获得成功推广应用。

发明内容

[0007] 针对现有技术中的缺陷,本发明提供的磁光电流互感器,节省了调制器,基于极向表面磁光克尔效应,通过检测极向磁化表面反射光的偏振偏转角相对值,间接检测输电线中工频交变电流的大小,提高了检测的精度和装置的稳定性。

[0008] 第一方面,本发明提供了一种磁光电流互感器,包括:激光器、环形耦合器、保偏传输光纤、一分二光纤分路器、磁光模块、集磁环、差分解调器;所述磁光模块包括第一准直器、第一偏振片、第一 $\lambda/4$ 波片、第二准直器、第二偏振片、第二 $\lambda/4$ 波片和长方体光学玻璃;

所述长方体光学玻璃内设置有两个全反射器,所述长方体光学玻璃的长轴方向上的两个端面分别设置有磁化体,所述磁化体的反射面与所述集磁环中产生的磁场方向垂直;所述激光器通过所述环形耦合器与所述保偏传输光纤的一端连接,所述激光器输出光的线偏振方向与所述保偏传输光纤的快轴或慢轴成 45° ,所述保偏传输光纤的另一端与所述一分二光纤分路器的单纤端口连接,所述一分二光纤分路器的第一分路端口连接第一准直器,所述一分二光纤分路器的第二分路端口连接第二准直器,所述保偏传输光纤的快轴、所述第一偏振片偏振方向、所述第一 $\lambda/4$ 波片快轴三者方向平行,所述保偏传输光纤的慢轴、所述第二偏振片偏振方向、所述第二 $\lambda/4$ 波片慢轴三者方向平行;经所述第一准直器、所述第一偏振片、所述第一 $\lambda/4$ 波片、所述长方体光学玻璃、所述全反射器、所述磁化体的第一光路和经所述第二准直器、所述第二偏振片、所述第二 $\lambda/4$ 波片、所述长方体光学玻璃、所述全反射器、所述磁化体的第二光路对称且共轭;所述第一光路和所述第二光路光分别经磁化体反射后沿各自的原光路返回;所述环形耦合器的环向输出端与所述差分解调器连接;所述差分解调器用于从所述环形耦合器的环向输出端输出的光中分离出快轴向分量和慢轴向分量,并对所述快轴向分量和所述慢轴向分量做差分解调处理。

[0009] 本发明提供的磁光电流互感器,利用磁化体的极向表面磁光克尔效应制成,属于无源型光电电流互感器,不受高压电磁干扰或高压击穿的困扰;采用对称双光路、以及快轴向与慢轴向差分的处理方式,显著改善激光光源输出功率不稳定、环境温度的变化、外界震动、光学器件参数变化等对测量精度的影响;体积小,可独立拆解结构有利于工程应用及维护。

[0010] 优选地,所述磁化体为具有线性磁化特性的薄磁片或磁性膜。

[0011] 优选地,所述集磁环的材料为纳米高导磁率的磁性材料。

[0012] 优选地,所述集磁环包括两个完全对称的集磁半环,两个所述集磁半环的一端对接,另一端端头之间空间安装所述磁光模块。

[0013] 优选地,所述集磁半环不对接的端头呈梯形状。

[0014] 第二方面,本发明提供的一种磁光电流互感器,包括:激光器、环形耦合器、保偏传输光纤、磁光模块、集磁环、差分解调器;所述磁光模块包括准直器、长方体光学玻璃;所述长方体光学玻璃的长轴方向的一端设置有磁化体,另一端设置有全反射器;所述磁化体的反射面与所述集磁环中的磁场方向垂直;所述全反射器与所述长方体光学玻璃的长轴的夹角为 45° ;所述激光器通过所述光纤耦合器与所述保偏传输光纤的一端连接,所述激光器的输出光的线偏振方向与所述保偏传输光纤的快轴或慢轴的方向一致,或所述激光器的输出光的线偏振方向与所述保偏传输光纤的快轴或慢轴的方向成 45° 夹角;所述保偏传输光纤的另一端与所述准直器连接,经所述准直器出射的光垂直于所述长方体光学玻璃的长轴入射至所述全反射器上,光的传播方向改变 90° 后垂直入射所述磁化体,光经所述磁化体反射后沿原光路返回;所述环形耦合器的环向输出端与所述差分解调器连接;所述差分解调器用于从所述环向输出端输出的光中分离出快轴向分量和慢轴向分量,并对所述快轴向分量和所述慢轴向分量做差分处理。

[0015] 本发明提供的磁光电流互感器,基于磁化体的极向表面磁光克尔效应制成,属于无源型光电电流互感器,不受高压电磁干扰或高压击穿的困扰;采用单路光的方案,使用的器件更少,结构更紧凑;有助于改善激光光源输出功率不稳定、环境温度的变化、外界震动、

光学器件参数变化等对测量精度的影响。优选地,所述磁化体为具有线性磁化特性的薄磁片或磁性膜。

[0016] 优选地,所述集磁环的材料为纳米高导磁率的磁性材料。

[0017] 优选地,所述集磁环包括两个完全对称的集磁半环,两个所述集磁半环的一端有缝连接,另一端端头之间空间安装所述磁光模块。

[0018] 优选地,所述集磁半环悬空的端头呈梯形状。

附图说明

[0019] 图1示出了本发明实施例所提供的一种磁光电流互感器的结构框图;

[0020] 图2示出了本发明实施例所提供的磁光电流互感器的应用场景;

[0021] 图3示出了本发明实施例所提供的另一种磁光电流互感器的结构框图;

[0022] 图4示出了本发明实施例所提供的差分解调器的结构框图。

[0023] 附图中,1-激光器;2-环形耦合器;3-保偏传输光纤;4-一分二光纤分路器;5-磁光模块;6-集磁环;7-差分解调器;8-输电线;9-主机;

[0024] 50-准直器;51-第一准直器;52-第一偏振片;53-第一 $\lambda/4$ 波片;54-第二准直器;55-第二偏振片;56-第二 $\lambda/4$ 波片;57-长方体光学玻璃;58-全反射器;59-磁化体。

具体实施方式

[0025] 下面将结合附图对本发明技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,因此只是作为示例,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0026] 需要注意的是,除非另有说明,本申请使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域技术人员所理解的通常意义。

[0027] 磁光克尔效应是指铁磁性样品(如铁、钴、镍及其合金)的磁化状态对从其表面反射的光的偏振状态的影响,当入射光为线偏振光时,样品的磁性会引起反射光偏振面的旋转和椭偏率的变化。

[0028] 当一束线偏振光从磁化了的样品表面反射时,反射光的偏振面相对于入射光的偏振面转过了一个小角度,称为克尔旋转角 θ_k ,同时,反射光的椭偏率也发生变化,这个变化称为克尔椭偏率 ϵ_k 。克尔旋转角 θ_k 和克尔椭偏率 ϵ_k 都是磁化强度M的函数。通过探测 θ_k 或 ϵ_k 的变化可以推测出磁化强度M的变化。

[0029] 按照磁场相对于入射面的配置状态不同,磁光克尔效应可以分为三种:极向克尔效应、纵向克尔效应和横向克尔效应。

[0030] 1、极向克尔效应:磁化方向垂至于样品表面并且平行于入射面。通常情况下,极克尔信号的强度随入射角的减小而增大,在0度入射角时(垂直入射)达到最大。

[0031] 2、纵向克尔效应:磁化方向在样品膜面内,并且平行于入射面。纵克尔信号的强度一般随入射角的减小而减小,在0度入射角时为零。通常情况下,纵克尔信号中无论是克尔旋转角还是克尔椭偏率都要比极克尔信号小一个数量级。正是这个原因纵向克尔效应的探测远比极向克尔效应来得困难,但对于很多薄膜样品来说,易磁轴往往平行于样品表面,只有在纵向克尔效应配置下样品才容易达到饱和。

[0032] 3、横向克尔效应:磁化方向在样品膜面内,并且垂至于入射面。横向克尔效应中反射光的偏振状态没有变化。这是因为在这种配置下光电场与磁化强度矢积的方向永远没有与光传播方向相垂直的分量。横向克尔效应中,只有在p偏振光(偏振方向平行于入射面)入射条件下,才有一个很小的反射率的变化。

[0033] 本发明实施例提供的磁光电流互感器利用磁性材料的极向克尔效应制成,为以上三种克尔效应中最有优势的一种方式。

[0034] 根据磁光克尔效应的理论研究表明,克尔角与反射光椭圆偏率、磁化材料表面磁场强度成正比,通过测量克尔角间接测量磁场强度。其测量的数学模型归结为克尔角 $\theta_k = K * (I_q - I_s) / (I_q + I_s)$ 。其中:K为与系统结构有关的常数,故称之为克尔系数; I_q 为快轴的偏振分量强度, I_s 为慢轴的偏振分量强度。

[0035] 如图1所示,本发明实施例提供的一种磁光电流互感器,包括:激光器1、环形耦合器2、保偏传输光纤3、一分二光纤分路器4、磁光模块5、集磁环6、差分解调器7;磁光模块5包括第一准直器51、第一偏振片52、第一 $\lambda/4$ 波片53、第二准直器54、第二偏振片55、第二 $\lambda/4$ 波片56和长方体光学玻璃57;长方体光学玻璃57内设置有两个全反射器58,长方体光学玻璃57的长轴方向上的两个端面分别设置有磁化体59,磁化体59的反射面与集磁环中产生的磁场方向垂直;激光器1通过环形耦合器2与保偏传输光纤3的一端连接,激光器1输出光的线偏振方向与保偏传输光纤3的快轴或慢轴成 45° ,保偏传输光纤3的另一端与一分二光纤分路器4的单纤端口连接,一分二光纤分路器4的第一分路端口连接第一准直器51,一分二光纤分路器4的第二分路端口连接第二准直器52,保偏传输光纤3的快轴、第一偏振片偏振52、第一 $\lambda/4$ 波片53快轴三者方向平行,保偏传输光纤3的慢轴、第二偏振片55偏振向、第二 $\lambda/4$ 波片56慢轴三者方向平行;经第一准直器51、第一偏振片52、第一 $\lambda/4$ 波片53、长方体光学玻璃57、全反射器58、磁化体59的第一光路和经第二准直器54、第二偏振片55、第二 $\lambda/4$ 波片56、长方体光学玻璃57、全反射器58、磁化体59的第二光路对称且共轭;第一光路和第二光路光分别经磁化体59反射后沿各自的原光路返回;环形耦合器2的环向输出端与差分解调器7连接;差分解调器7用于从环形耦合器2的环向输出端输出的光中分离出快轴向分量和慢轴向分量,并对快轴向分量和慢轴向分量做差分解调处理。

[0036] 其中,磁化体59的反射面通过抛光形成,抛光面紧贴在长方体光学玻璃57的长轴方向上的端面上,经全反射器58反射后的光垂直入射至磁化体59的反射面,以满足表面极向磁光克尔效应的条件。

[0037] 如图2所示,上述磁光电流互感器使用时,输电线8穿过集磁环6,一旦输电线8内载有交变工频电流时,集磁环6中相应产生感应交变磁场,并经放置在集磁环6间隙处的磁光模块5形成闭合磁路,同时两磁化体59表面极向磁光克尔效应因磁场方向互为相反。磁化体59因受集磁环6中磁场强度磁化调制,以及表面极向磁光克尔效应的作用,经磁化体59反射的左旋(或右旋)椭圆偏振光,经偏振片分别检偏出快轴(或慢轴)偏振分量,该偏振分量的强度受集磁环中磁场强度调制。经磁化体59反射的光的偏振偏转方向受到集磁环6中磁场强度的调制,即反射的椭圆偏振光长轴偏转角携带外加交变磁场的强度信息,外加交变磁场的强度信息反应了集磁环6中的工频交变磁场强度的信息。因此,经磁化体59反射的两路光均带有输电线8的工频交变磁场强度的信息,该工频交变磁场强度与输电线中的电流强度成正比。

[0038] 上述磁光电流互感器的工作过程为:激光器1输出的光经过环形耦合器2进入保偏传输光纤3,激光器1输出光的线偏振光的方向与保偏传输光纤3的快轴或慢轴成 45° ,保偏传输光纤3中产生快轴方向的分量和慢轴方向的分量;光通过保偏传输光纤3传输到测量现场,通过一分二光纤分路器4,将一路光分为两路光后输入磁光模块5,形成一路快轴向和一路慢轴向的光;这两路传输方向平行的光分别经过准直器、偏振片、 $\lambda/4$ 波片后同时垂直入射到长方体光学玻璃内,经全反射器58反射后,两路光的传播方向均改变 90° ,且相背而行垂直入射至磁化体59表面,经磁化体59表面全反射后的两路光继续沿各自的原光路返回至一分二光纤分路器4;一分二光纤分路器4将返回的两路光合成一路光,通过保偏传输光纤3传回环形耦合器2,并通过环形耦合器2的环向输出端输出给差分解调器7。从环形耦合器2的环向输出端输出的光包含快轴向和慢轴向的分量,快轴向和慢轴向的分量均带有与被检测输电线8中的电流大小成线性关系的磁场强度信息,通过对两个方向的分量进行差分解调、处理,其输出即为输电线中交变电流流量。

[0039] 本发明实施例提供的磁光电流互感器,基于磁化体的极向表面磁光克尔效应制成,属于无源型光电电流互感器,因采用了对称双光路方式,显著改善激光光源输出功率不稳定、环境温度的变化、外界震动、光学器件参数变化等对测量精度的影响。

[0040] 激光器1和差分解调器7集成在主机9内部。

[0041] 差分解调器7的实现方式有多少种,本发明实施例给出以下优选方式,如图4所示,通过一分二光纤分路器将输入的一路光分为性质完全相同的两路光,两路光分别经偏振片后,一路分离出快轴向分量,一路分离出慢轴向分量,经光电器件将光信号转化为电信号;然后将光电转换后的快轴向分量与慢轴向分量相加、相减,并将得到的结果进行模数转换;模数转换后的信号通过求解运算处理,同时进行温度非线性补偿、克尔常数K的非线性修正等等,实现测量的线性化,实现不同运用场景下测量精度、稳定性的要求。。

[0042] 磁化体59优选具有线性磁化特性、纳米磁性材料制成的薄磁片或磁性膜,具有良好的磁化线性性、近似零磁滞、零矫顽率,同时具有高反光率。磁化体59位于长方体光学玻璃5长轴方向的两个端面上,通过光学玻璃热熔嵌入磁化体工艺制作或通过磁性膜通过真空溅射镀膜工艺制作。磁化体59优选为纳米导磁磁性材料。

[0043] 集磁环6采用纳米高导磁率的磁性材料制成,具有良好的磁化线性性、近似零磁滞、零矫顽率。如图2所示,集磁环6由完全对称的两个集磁半环组成,这种结构使得集磁环6可直接对输电线8装配或拆解,不需要通过拆卸输电线8来装配集磁环6;两个集磁半环装配好后,其中一接头处完全对接,另外一接头间隙处安装磁光模块5,磁路仍处于闭环状态;集磁环6悬空的端部呈梯形状,该结构有助于进一步将磁场集中于磁性薄片或磁性膜,有利于减少因其它磁光效应如科顿莫顿效应对磁光模块5中其它光学器件的影响,进一步提高测量的精度和灵敏度。

[0044] 为了进一步减小电流互感器的体积,尤其是磁光模块的体积,本发明实施例还提供了另一种磁光电流互感器,如图3所示,包括:激光器1、环形耦合器2、保偏传输光纤3、磁光模块5、集磁环6、差分解调器7;磁光模块5包括准直器50、长方体光学玻璃57;长方体光学玻璃57的长轴方向的一端设置有磁化体59,另一端设置有全反射器58;磁化体59的反射面与集磁环6中产生的磁场方向垂直;全反射器58与长方体光学玻璃57的长轴的夹角为 45° ;激光器1通过光纤耦合器2与保偏传输光纤3的一端连接,激光器1输出的光的线偏振方向与

保偏传输光纤3的快轴或慢轴一致或成 45° 夹角,保偏传输光纤3的另一端与准直器50连接;经准直器50的出射光垂直于长方体光学玻璃57的长轴入射至全反射器58上,光的传播方向改变 90° 后垂直入射磁化体,光经磁化体反射后沿原光路返回;环形耦合器2的环向输出端与差分解调器7连接;差分解调器7用于从环向输出端输出的光中分离出快轴向分量和和慢轴向分量,并对快轴向分量和慢轴向分量做差分处理。

[0045] 其中,磁化体59的反射面通过抛光形成,反射面紧贴在长方体光学玻璃57的长轴方向上的端面上,经全反射器58反射后的光垂直入射至磁化体59的反射面,以满足表面极向磁光克尔效应的条件。

[0046] 如图2所示,上述磁光电流互感器使用时,输电线8穿过集磁环6,一旦输电线8内载有交变工频电流时,集磁环6中相应产生感应交变磁场,并经放置在集磁环6的间隙处的磁光模块5形成闭合磁路。基于极向表面磁光克尔效应,经磁化体59反射的光的偏振方向的偏转受到集磁环6中磁场强度的调制,即反射的椭圆偏振光长轴偏转角携带集磁环6中的工频交变磁场的强度信息。

[0047] 上述磁光电流互感器的工作过程为:激光器1输出的光经过环形耦合器2进入保偏传输光纤3,激光器1输出光的线偏振光的方向与保偏传输光纤3的快轴或慢轴的方向一致或成 45° 夹角,光通过保偏传输光纤3传输到测量现场的磁光模块5;经过准直器50后垂直入射到长方体光学玻璃57内,经全反射器58反射后,光的传播方向改变 90° ,并垂直入射至磁化体59表面,经磁化体59表面全反射后的光继续沿原光路返回;返回的光经准直器50后通过保偏传输光纤3传送回环形耦合器2,并通过环形耦合器2的环向输出端输出给差分解调器7。从环形耦合器2的环向输出端输出的光包含快轴向和慢轴向的分量,快轴向和慢轴向的分量均带有与被检测输电线8中的电流大小成线性关系的磁场强度信息,通过对两个方向的分量进行差分的方式解算出输电线8中交变电流流量。

[0048] 本发明提供的磁光电流互感器,利用磁化体的极向表面磁光克尔效应制成,属于无源型光电电流互感器,不受高压电磁干扰或高压击穿的困扰,体积轻巧,并且避免了线性双折射对系统精度的影响;采用单路光的方案,使用的器件更少,结构更紧凑;采用快轴向分量与慢轴向分量差分的处理方式,有助于改善激光光源输出功率不稳定、环境温度的变化、外界震动、光学器件参数变化等对测量精度的影响。

[0049] 激光器1和差分解调器7集成在主机9内部。

[0050] 差分解调器7的实现方式有多少种,本发明实施例给出以下优选方式:通过分光器如分光棱镜从输入的光中分离出一路快轴向分量和一路慢轴向分量,上述两路光经光电器件转化为电信号;然后将光电转换后的快轴向分量与慢轴向分量相加、相减,并将得到的结果进行模数转换;模数转换后的信号通过求解运算处理,同时进行温度非线性补偿、克尔常数K的非线性修正等等,实现测量的线性化,从而实现实现不同运用场景下测量精度、稳定性的要求。磁化体59优选具有线性磁化特性、纳米磁性材料制成的薄磁片或磁性膜,具有良好的磁化线性性、近似零磁滞、零矫顽率,同时具有高反光率。磁化体59位于长方体光学玻璃57长轴方向的两个端面上,通过光学玻璃热熔嵌入磁化体工艺制作或通过磁性膜通过真空溅射镀膜工艺制作。磁化体59优选为纳米导磁磁性材料。

[0051] 集磁环6采用纳米高导磁率的磁性材料制成,具有良好的磁化线性性、近似零磁滞、零矫顽率。如图2所示,集磁环6由完全对称的两个集磁半环组成,这种结构使得集磁环6可

直接对输电线8装配或拆解,不需要通过拆卸输电线8来装配集磁环6;两个集磁半环装配好后,其中一接头处完全对接,另外一接头间隙处安装磁光模块5,磁路仍处于闭环状态;集磁环6悬空的端部呈梯形状,该结构有助于进一步将磁场集中于磁性薄片或磁性膜,有利于减少因其它磁光效应如科顿莫顿效应对磁光模块5中其它光学器件的影响,进一步提高测量的精度和灵敏度。

[0052] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围,其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

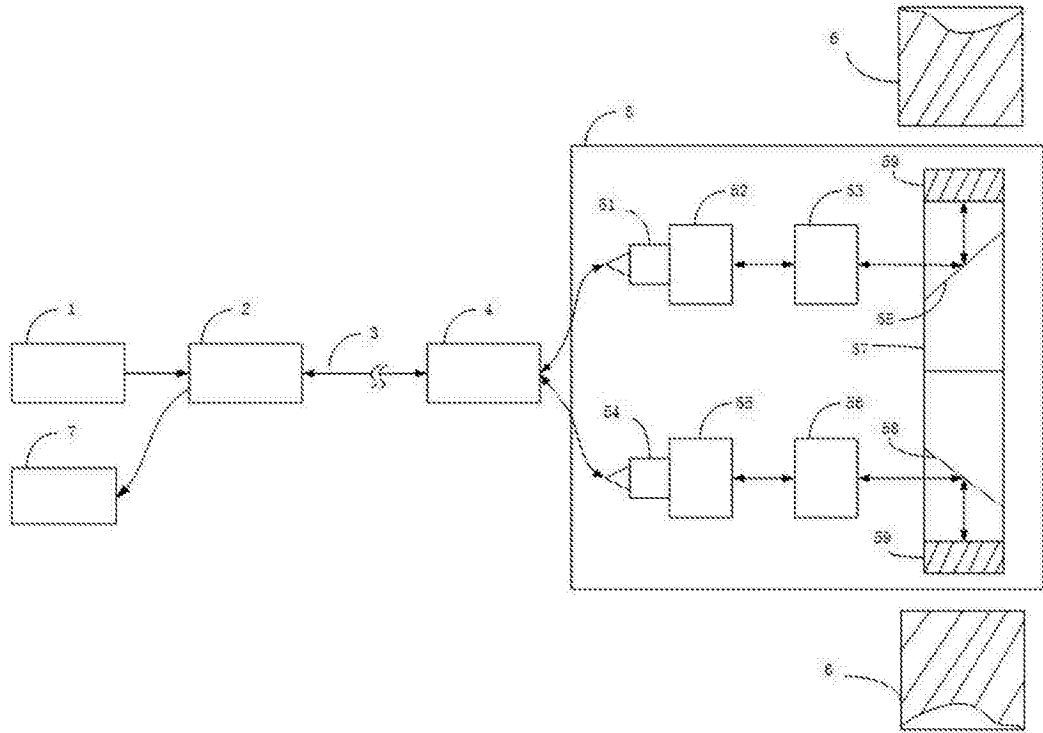


图1

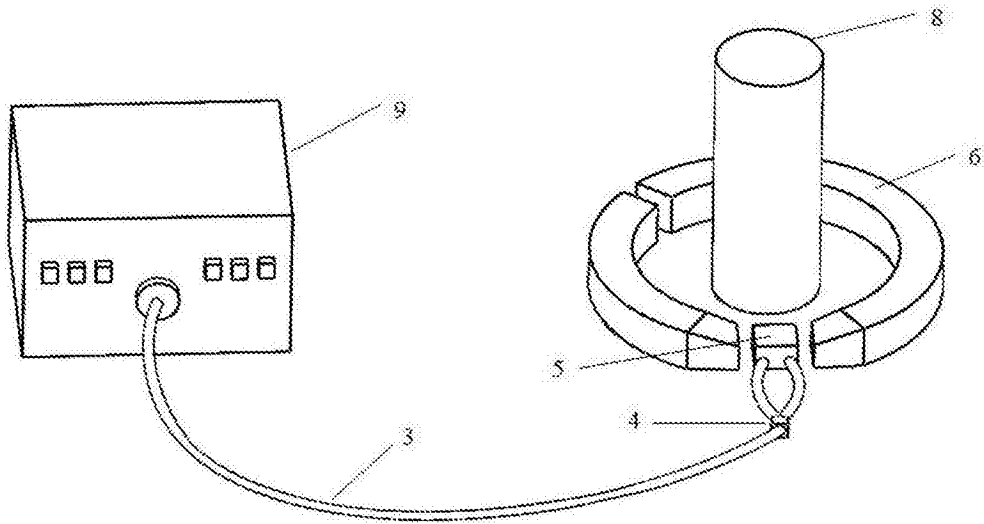


图2

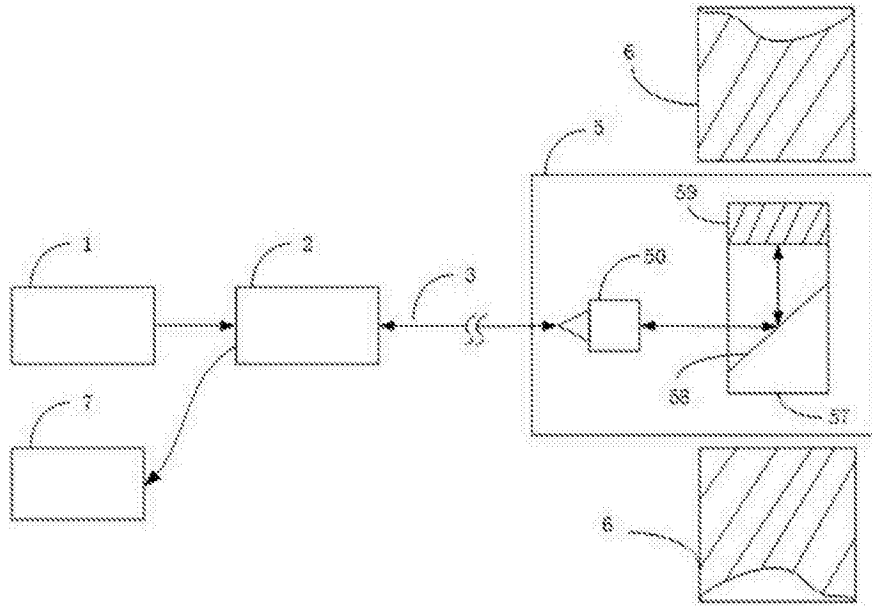


图3

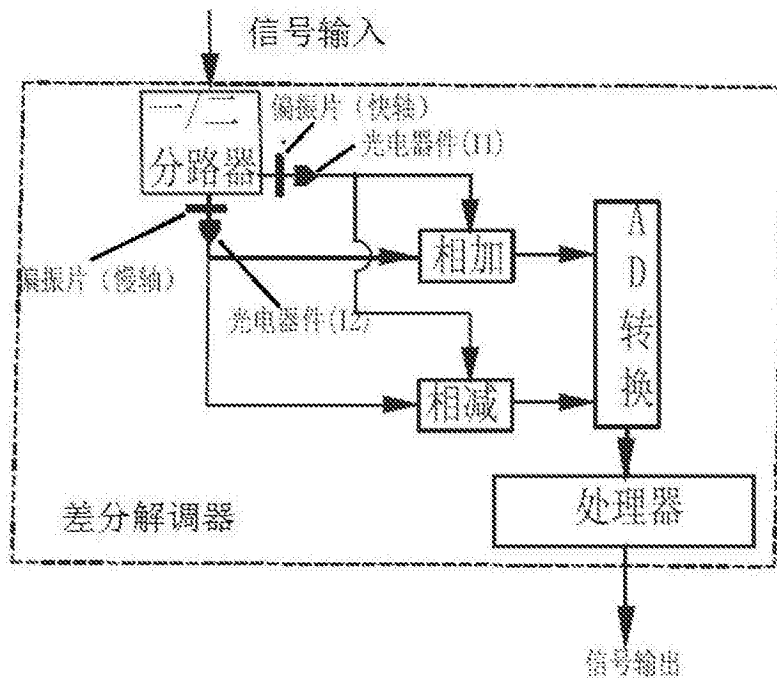


图4