



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106644157 A

(43)申请公布日 2017. 05. 10

(21)申请号 201610983985.3

(22)申请日 2016.11.09

(71)申请人 苏州工业园区韵光电子科技有限公司

地址 215000 江苏省苏州市苏州工业园区  
东平街299号欧瑞大厦215

(72)发明人 韩迺骞

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林

(51)Int.Cl.

G01K 11/32(2006.01)

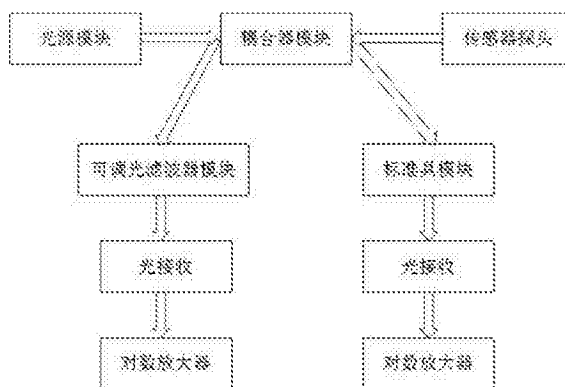
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种应用于电力系统的新型光纤测温系统

(57)摘要

本发明公开了一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,包括通过单模光纤相连接的光源模块和耦合器,所述耦合器上还连接有可调光滤波器模块、标准具模块和传感器探头,所述光源模块不需要通常的光纤测温系统所必须的光谱平坦的特性,该可调光滤波器模块的光抑制比为45dB-60dB,从而可以从不平坦的光谱中选出所测试的探头对应的光谱,降低因为不平坦光谱都会导致的高功率光谱区域对低功率光谱区域的串扰;所述光源模块的输出端还连接有对数放大器模块,以进一步减少不平坦光谱的影响。



1. 一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,包括通过单模光纤相连接的光源模块和耦合器,所述耦合器上还连接有可调光滤波器模块、标准具模块和传感器探头,其特征在于:所述光源模块不需要通常的光纤测温系统所必须的光谱平坦的特性,该可调光滤波器模块的光抑制比为45dB-60dB,从而可以从不平坦的光谱中选出所测试的探头对应的光谱,降低因为不平坦光谱都会导致的高功率光谱区域对低功率光谱区域的串扰;所述光源模块的输出端还连接有对数放大器模块,以进一步减少不平坦光谱的影响。

2. 根据权利要求1所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述标准具模块包括依次连接的双光纤准直器、标准具和陷波器。

3. 根据权利要求2所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述标准具(与权2前后表述一致)的光谱具有周期性的峰,同时还有一个波长标志点确定各个周期性的峰的波长绝对值;在探头数量很少的场合这个波长标志点可以省略。

4. 根据权利要求1所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光源为光谱不平坦宽带光源或光谱不平坦的可调激光器光源。

5. 根据权利要求4所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光谱不平坦宽带光源构成包括泵浦激光器、掺铒光纤、光隔离器、1550nm/980nm分波器构成的光谱不平坦宽带光源,其构成中对掺铒光纤的宽带不平坦特性不做任何补偿,以减小体积并大大降低成本。

6. 根据权利要求4所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光谱不平坦的可调激光器构成包括泵浦激光器、掺铒光纤、光隔离器、2X2光纤耦合器、1550nm/980nm分波器构成的光谱不平坦的可调激光器,其构成中对掺铒光纤的通带不平坦特性不做任何补偿,以减小体积并大大降低成本。

7. (对于高光抑制比的功能性描述建议放至说明书部分)(关于可调光滤波器与普通可调光滤波器的比较,及采用高光抑制比的可调光滤波器的优点等功能性的描述建议放至说明书部分)

根据权利要求1所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:该新型光纤测温系统可以通过从高压线上取电或者太阳能、风能供电的方式为系统提供电能,还可以通过无线充电方式为系统提供电能。

8. 根据权利要求1所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:该新型光纤测温系统可以通过485、WiFi、IEC61850等方式将测试的温度信号上传到数据中心或者网络管理部门。

9. 根据权利要求1所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:该新型光纤测温系统可以通过光纤通信接口将测试的温度信号上传到数据中心或者网络管理部门。

10. 根据权利要求9所述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光纤通信接口可以使普通的光纤接入网的方式构成,也可以是采用MEMS发送器为终端,基于频分复用的原理上传传感器的信号。

## 一种应用于电力系统的新型光纤测温系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及了一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,属于电力系统中的光纤温度传感技术领域。

### 背景技术

[0002] 电力系统对温度和应力传感的需求巨大,是除了电流和电压外需求数量最大的传感器,这些应用包括开关柜内部开关头的温度监测、变压器内部绕组的温度监测、高压或大电流电缆接头的温度监测等。高、中、低压三类电力设备加上电缆接头,每年市场对于测温系统的需求将近1千万套。

[0003] 在电力系统领域,除了基于光的测温系统外,还有基于电平台的测温系统。基于电的传感器包含很多种类,但是他们有一个共同的缺陷,就是会受到强的电磁波的干扰。由于电磁感应原理,会在导线上感应出电流,从而影响基于电的测温系统的正常工作。由于电力传感对安全、可靠性的要求很高,而电力环境本身经常有很强的电磁辐射。这种情况下,基于电的传感器始终存在安全隐患。基于电的传感器抗干扰能力差,这类传感器的使用大受限制,是影响其广泛使用的主要因素。

[0004] 基于无线测温的方式也是通过电的方式传感的一种,由于其安装方便,在电力系统中也使用。但是这种方式本身还是需要电磁波来传输温度信号,其所在频率可以被复杂的电磁辐射干扰,导致误报。无线测温模块内部需要电池供电,在高压下,不方便更换。此外,无线测温模块一般放置在高温区,在很高的温度环境下,电路更容易失效。在开关柜、变压器、电缆管道内部等无法传送无线信号的区域,无线测温就无法使用。

[0005] 在电力系统中,采用光纤测温的传感器系统通过光来传输传感信号,所以不受电磁干扰的影响,确保了能够长期可靠地工作。相比于电的传感器,它的优越性很大。但是,目前的基于光纤测温系统的最大问题是体积大、成本高。基于光的传感器系统的价格是电的传感器系统的几十倍几百倍左右。这个成本与其所监控的设备相当,很难推广。只有当价格达到其所监控对象的十分之一时,才能广泛应用。另外,其主机体积大概为400X500X60mm。这么大尺寸的设备不好集成在相关的设备中。这些问题使得在很多只能安装光纤测温系统的电力系统中,无法进行安装,从而带来的安全的隐患,各种事故的报道时有发生。

[0006] 所以,通过创新设计,降低体积,减少成本,是该类传感器系统推广使用的关键,具有巨大的经济价值。基于光纤测温系统之所以体积大、成本高,是因为它由三个体积大、且价格不菲的核心光学模块构成:宽带平坦的光源模块、具有定标功能的标准具模块、用于扫描光波长的可调光滤波器模块。其余的是电路控制部分,电路部分的体积和价格都基本一样。如何改进三个光模块就是提高系统性价比的关键。

### 发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是提供一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,通过对宽带平坦光源或者平坦的可调激光器、标准具、可调光滤波器三个光模块进行了改进

设计,通过对整个系统的优化设计,使得系统仍然能够保证和其他系统同样的精度指标的基础上,降低了整个系统的尺寸,降低了成本。

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,包括通过单模光纤相连接的光源模块和耦合器,所述耦合器上还连接有可调光滤波器模块、标准具模块和传感器探头,所述光源模块不需要通常的光纤测温系统所必须的光谱平坦的特性,该可调光滤波器模块的光抑制比45dB-60dB,从而可以从不平坦的光谱中选出所测试的探头对应的光谱,降低因为不平坦光谱都会导致的高功率光谱区域对低功率光谱区域的串扰;所述光源模块的输出端还连接有对数放大器模块,以进一步减少不平坦光谱的影响。

[0009] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述标准具模块包括依次连接的双光纤准直器、标准具和陷波器。

[0010] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述标准具的光谱具有周期性的峰,同时还有一个波长标志点确定各个周期性的峰的波长绝对值;在探头数量很少的场合这个波长标志点可以省略。

[0011] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光源为光谱不平坦宽带光源或光谱不平坦的可调激光器光源。

[0012] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光谱不平坦宽带光源构成包括泵浦激光器、掺铒光纤、光隔离器、1550nm/980nm分波器构成的光谱不平坦宽带光源,其构成中对掺铒光纤的宽带不平坦特性不做任何补偿,以减小体积并大大降低成本。

[0013] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光谱不平坦的可调激光器构成包括泵浦激光器、掺铒光纤、光隔离器、2X2光纤耦合器、1550nm/980nm分波器构成的光谱不平坦的可调激光器,其构成中对掺铒光纤的通带不平坦特性不做任何补偿,以减小体积并大大降低成本。

[0014] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:该新型光纤测温系统可以通过从高压线上取电或者太阳能、风能供电的方式为系统提供电能,还可以通过无线充电方式为系统提供电能。

[0015] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:该新型光纤测温系统可以通过485、WiFi、IEC61850等方式将测试的温度信号上传到数据中心或者网络管理部门。

[0016] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:该新型光纤测温系统可以通过光纤通信接口将测试的温度信号上传到数据中心或者网络管理部门。

[0017] 前述的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,其特征在于:所述光纤通信接口可以使普通的光纤接入网的方式构成,也可以是采用MEMS发送器为终端,基于频分复用的原理上传传感器的信号。

[0018] 本发明的有益效果是:

1、采用宽带光谱不平坦的光源可以大大降低成本和模块的体积。

[0019] 2、通过对标准具模块采用了新的设计,使得标准具的入射和出射光纤在器件的同一个方向,采用的是反射方式,这种方式同样可以大大减少盘纤的空间,使得整个系统的尺

寸大大减小。

[0020] 3、由于不平坦光谱的光源导致光谱功率密度大的部分通过可调光滤波器后,会串扰到处于功率密度小的探头,造成测温精度恶化。采用高光抑制比的可调光滤波器可以将该串扰降低到不会影响测温精度的水平,使得光源光谱不平坦的特性对系统性能恶化的影响降至最低。

[0021] 4、采用对数放大器处理具有极大光功率差异的不同传感器信号,由于对数放大器将巨大的差异大大缩小,即使光功率差别很大的两个传感器,进入光接收端后,其电信号经过处理后的峰值差被大大降低,结果就是降低了对宽带平坦光源的要求,采用光谱不平坦宽带的光源下,我们也能实现同样的测试精度,而光谱不平坦宽带光源,不但体积小,而且成本低,我们的自己制作的宽带光源,体积只有50X60X15mm大小,是现有市场上产品的四分之一。

## 附图说明

[0022] 图1是本发明一种应用于电力系统的新型光纤测温系统的连接示意图;

图2是普通可调光滤波器与高光抑制比可调光滤波器带来的串扰对比示意图;

图3是普通可调光滤波器与高光抑制比可调光滤波器在相同功率下邻近信道的串扰对比示意图;

图4是光谱不平坦宽带光源通过线性放大电路后的光谱强度分布图;

图5是光谱不平坦宽带光源通过对数放大电路后的光谱强度分布图;

图6是本发明一种应用于电力系统的新型光纤测温系统的标准具模块的结构示意图。

[0023] 图7是本发明一种应用于电力系统的新型光纤测温系统的标准具模块的单边进出型的尺寸示意图;

图8是本发明一种应用于电力系统的新型光纤测温系统的标准具模块的一边进另一边出型的尺寸示意图。

## 具体实施方式

[0024] 下面将结合说明书附图,对本发明作进一步的说明。

[0025] 如图1-图8所示,一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,包括通过单模光纤相连接的光源模块和耦合器,所述耦合器上还连接有可调光滤波器模块、标准具模块和传感器探头,所述光源模块不需要通常的光纤测温系统所必须的光谱平坦的特性,该光谱不平坦的光要经过一个具有高光抑制比(可调光滤波器的透过光谱中波峰与波谷的差值称为光抑制比)特性的可调光滤波器,该可调光滤波器模块的光抑制比为45dB-60dB,比通常光纤测温系统中的可调光滤波器的大5到15dB,从而可以从不平坦的光谱中选出所测试的探头对应的光谱,降低因为不平坦光谱都会导致的高功率光谱区域对低功率光谱区域的串扰;所述光源模块的输出端还连接有对数放大器模块,以进一步减少不平坦光谱的影响。

[0026] 在实际应用过程中,光谱平坦宽带光源体积大、成本高。采用光谱平坦光源,各个光纤光栅在宽带平坦的波长范围内分配差不多均等的光功率,当光信号进入光接收端后,各个传感器对应的光功率在电路中转化的电信号功率大致相同。如果光谱不平坦宽带,有的光纤光栅传感器所对应的波长光功率高,有的传感器对应的波长光功率低。当两种传感

器的光进入可调光滤波器后,由于巨大的功率差异,导致高功率的传感器的光信号会严重影响低功率的传感器的光信号,导致低功率的传感器的光信号无法正常接收,测温精度严重恶化。这种现象也被称之为串扰。但是采用高光抑制比的可调光滤波器代替普通的可调光滤波器后,串扰的影响会大大减弱。

[0027] 串扰消除后,两只传感器的峰仍然存在很大差异。当两只传感器的信号进入光接收模块后,由于巨大的功率差异,导致高功率的传感器的电信号峰被消去,或者低功率的传感器的电信号峰被噪声覆盖。采用对数放大器处理具有极大光功率差异的不同传感器信号,由于对数放大器将巨大的差异大大缩小。即使光功率差别很大的两个传感器,进入光接收端后,其电信号经过处理后的峰值差被大大降低。结果就是降低了对宽带平坦光源的要求,采用光谱不平坦宽带的光源下,我们也能实现同样的测试精度。而光谱不平坦宽带光源,不但体积小,而且成本低。我们制作的宽带光源,体积只有50X60X15mm大小,是现有市场上产品的四分之一。

[0028] 本实施例中,所述光源为光谱不平坦宽带光源或光谱不平坦的可调激光器。这种方式也可以在光源使用可调激光器时。此时的可调激光器也是输出光谱不平坦的,即在整个光谱范围,激光器的输出光功率存在较大的差异。原理同宽带光源的情况,如果采用线性放大器,同样存在处于光谱中高功率的探头会干扰处于低功率的探头,造成后者的传感指标误差很大。但是,采用了对数放大器后,这个不平坦的效果的大大降低,这样系统就可以正常工作了。我们可以采用光源输出功率不一致的可调激光器光源,代替输出功率恒定的可调激光器,同样能达到光纤传感系统的精度指标。

[0029] 所述光谱不平坦宽带光源构成包括泵浦激光器、掺铒光纤、光隔离器、1550nm/980nm分波器构成的光谱不平坦宽带光源,其构成中对掺铒光纤的宽带不平坦特性不做任何补偿,以减小体积并大大降低成本。所述光谱不平坦的可调激光器构成包括泵浦激光器、掺铒光纤、光隔离器、2X2光纤耦合器、1550nm/980nm分波器构成的光谱不平坦的可调激光器,其构成中对掺铒光纤的通带不平坦特性不做任何补偿,以减小体积并大大降低成本。

[0030] 图2显示的是具有高光抑制比的可调光滤波器的透过谱,其中,(1)为普通可调光滤波带来的串扰,(2)为高光抑制比可调滤波器带来的串扰,可以看到新的可调光滤波器可以将抑制比增加几个到十几个dB。从图3可以看到相同的邻近光纤光栅探头的反射光对本光纤光栅探头的串扰的影响可以大大降低,其中,(A)为普通可调光滤波器与相同功率下邻近信道的串扰,(B)为高光抑制比可调光滤波器在相同功率下邻近信道的串扰,也就是消除了光谱不平坦宽带光源的影响。

[0031] 图4显示当光谱不平坦宽带光源信号进入光接收模块后,如果采用线性放大器,则不平坦特性没有任何改进。当两个功率差异很大的探头信号进入光接收模块后,导致高功率的传感器的电信号峰被消去,或者低功率的传感器的电信号峰被噪声覆盖。图5所示,采用对数放大器处理具有极大光功率差异的不同传感器信号,会将巨大的差异大大缩小。结果光谱不平坦宽带光源就改善成为光谱接近平坦宽带光源。

[0032] 而宽带不平坦光源,不但体积小,而且成本低。我们制作的宽带光源,体积只有50X60X15mm大小,是现有市场上产品的四分之一。

[0033] 所述标准具模块包括依次连接的双光纤尾纤1、透镜2、准直透镜3(1、2、3合在一起称为双光纤准直器)、标准具4和陷波器5,光纤测温系统的另一个核心器件是标准具。双光

纤通过透镜后进入标准具,再进入陷波器。该陷波器的作用是在光谱上产生一个凹陷,用来标记波长的绝对值。然后光线返回,通过另一个光纤输出。所述标准具的光谱具有周期性的峰,同时还有一个波长标志点确定各个周期性的峰的波长绝对值;在探头数量很少的场合这个波长标志点可以省略。

[0034] 目前的光标准具技术的是光纤入光纤出的透射方式,这种方式必然导致光纤盘线的时候需要较大的空间,无法小型化。我们采用了如图6所示的新设计,使得标准具的入射和出射光纤在器件的同一个方向,采用的是反射方式,这种方式同样可以大大减少盘纤的空间,使得整个系统的尺寸大大降低,其中,所述双光纤与透镜之间还连接有双光纤玻璃毛细管6。如图7-8图所示,采用我们的方式大约可以节省一半的空间,使得主机的尺寸更小,便于集成在各种设备中。由于我们的系统是对电力系统的其他设备的温度和应力进行监控,一半都是集成在其他设备中的。所以,具有较小的尺寸至关重要。

[0035] 所述可调光滤波器具有高光抑制比的特性,从而能够大大降低因为光源光谱不平坦带来的处于高功率光谱区的探头对于处于低功率光谱区的探头的串扰,使得每个探头都能稳定工作。所述可调光滤波器包括2个单光纤准直器,基于FP原理的、基于MEMS(微电机系统)可调光滤波器芯片。该可调光滤波器芯片具有高于普通FP原理的可调光滤波器大几个到十几个dB左右的光抑制比。该特性通过对光斑进行横向限制实现,通过半导体工艺在可调光滤波器芯片上实现。该特性还可以通过提高可调光滤波器的精细度,通过提高镀膜层数,增加反射率实现。所述光纤探头采用光纤光栅的方式构成,各个探头可以通过一根光纤串联,也可以通过1XN耦合器并联,或者串联加上并联组合。

[0036] 该新型光纤测温系统可以通过从高压线上取电或者太阳能、风能供电的方式为系统提供电能,还可以通过无线充电方式为系统提供电能;也可以通过485、WiFi、IEC61850等方式将测试的温度信号上传到数据中心或者网络管理部门;还可以通过光纤通信接口将测试的温度信号上传到数据中心或者网络管理部门,所述光纤通信接口可以使普通的光纤接入网的方式构成,也可以是采用MEMS发送器为终端,基于频分复用的原理上传传感器的信号。

[0037] 综上所述,本发明提供的一种应用于电力系统的新型光纤测温系统,通过对宽带平坦光源和标准具两个光纤模块进行了改进设计,通过对整个系统的优化设计,使得系统仍然能够保证和其他系统同样的精度指标的基础上,降低了整个系统的尺寸,也降低了成本。

[0038] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征及优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界。

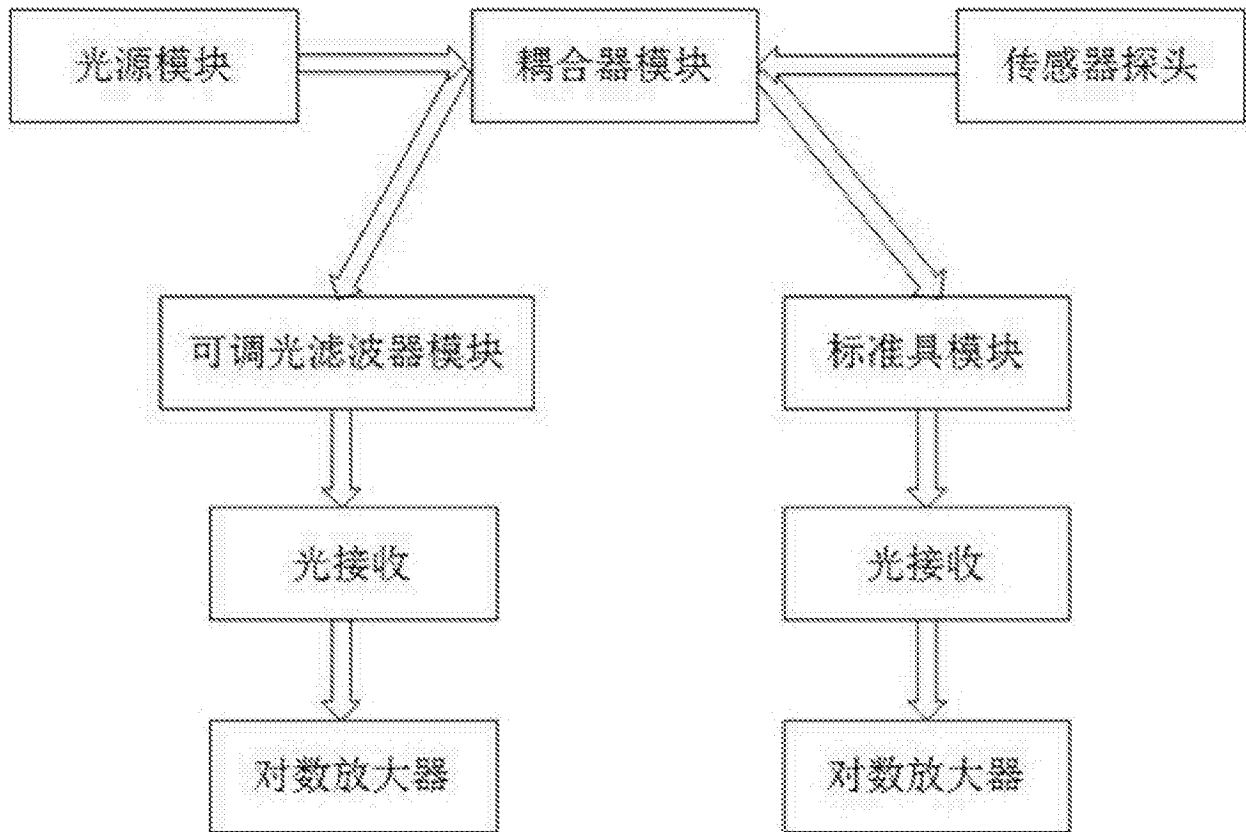


图1

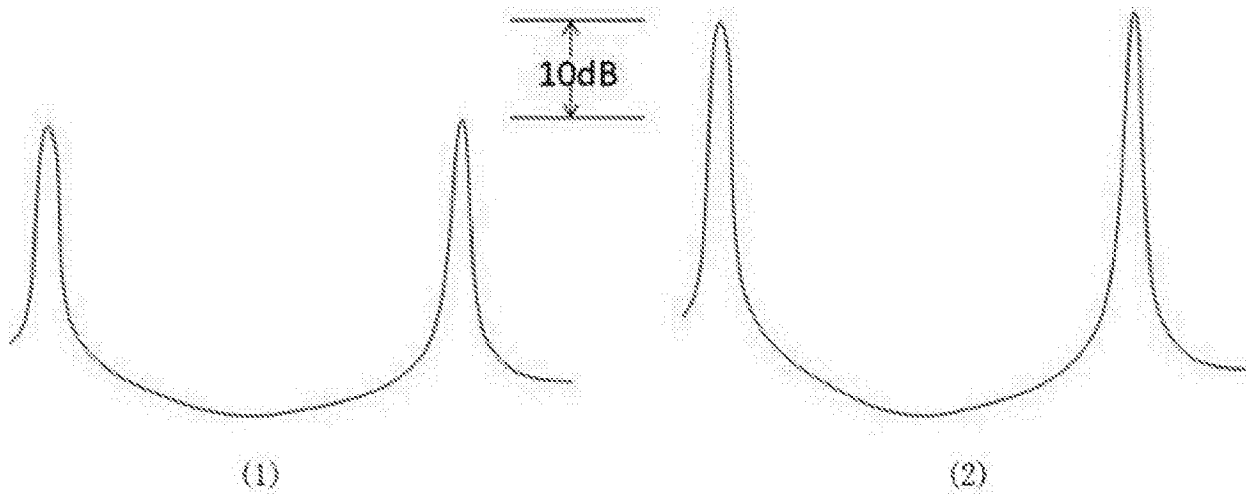


图2



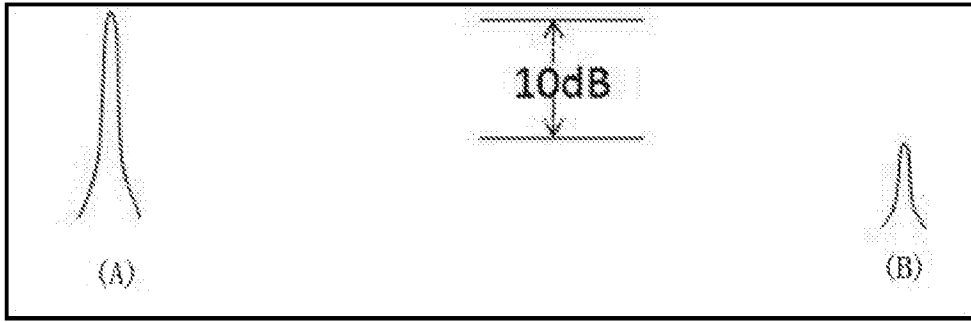


图3



图4

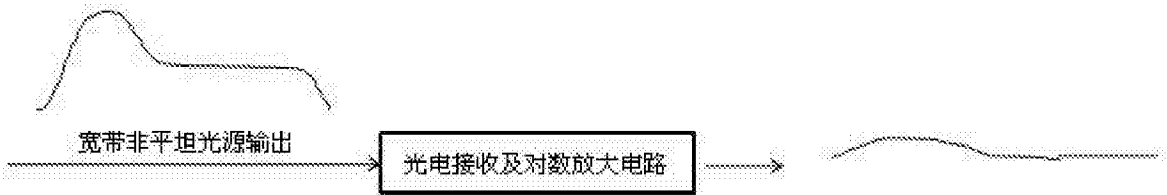


图5

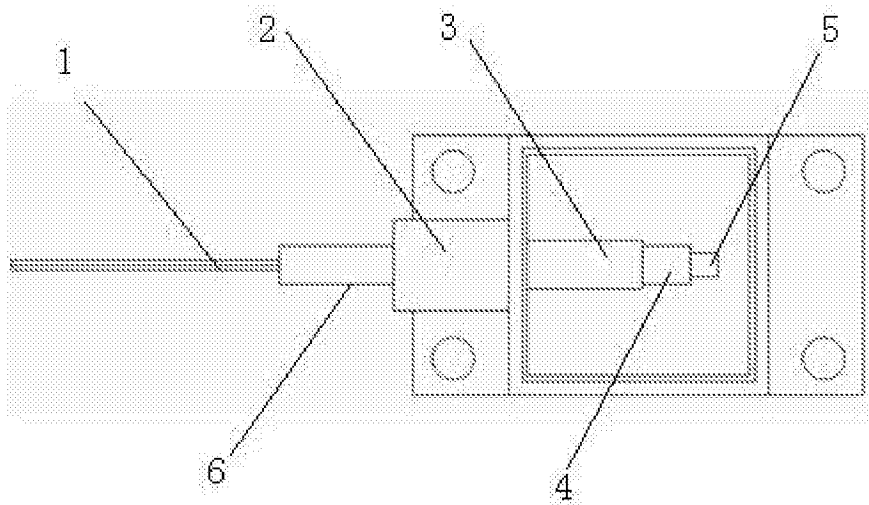


图6

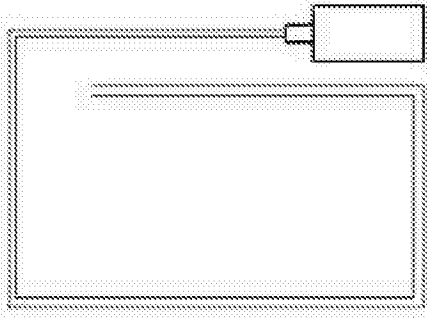


图7

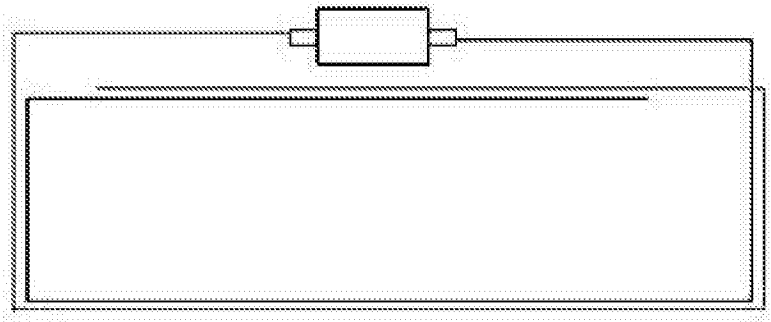


图8