



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114002774 B

(45) 授权公告日 2023.06.23

(21) 申请号 202111235193.5
 (22) 申请日 2021.10.22
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 114002774 A
 (43) 申请公布日 2022.02.01
 (73) 专利权人 中国电子科技集团公司第十一研究所
 地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路4号
 (72) 发明人 颜子恒 刘波 吴姿妍 赵晓龙
 张浩然 眭晓林 周寿桓
 (74) 专利代理机构 工业和信息化部电子专利中心 11010
 专利代理师 罗丹
 (51) Int.Cl.
 G02B 6/28 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 103197384 A, 2013.07.10
 CN 106200021 A, 2016.12.07
 CN 109031250 A, 2018.12.18
 CN 109061581 A, 2018.12.21
 CN 112649795 A, 2021.04.13
 CN 112731353 A, 2021.04.30
 CN 113219443 A, 2021.08.06
 US 4498764 A, 1985.02.12
 US 4627723 A, 1986.12.09
 US 5177488 A, 1993.01.05
 US 5262786 A, 1993.11.16
 US 5442360 A, 1995.08.15
 龚桃荣;朱精果;黄琴华;任建峰. 光纤传输在激光雷达探测距离模拟中的应用. 传感器与微系统. 2012, 第31卷(第09期), 全文.

审查员 王灿

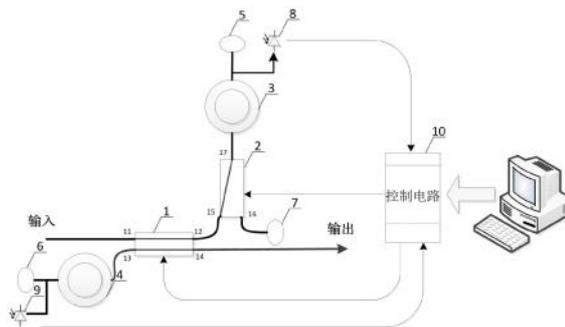
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

光纤延时装置及远距离光信号传输特性模拟方法

(57) 摘要

本发明公开一种光纤延时装置及远距离光信号传输特性模拟方法,所述装置包括:第一开关,包括第一接口、第二接口、第三接口以及第四接口,第二接口适于与第一接口或第三接口光纤连接,第三接口还适于与第四接口光纤连接;第二开关,包括第五接口、第六接口以及第七接口,第七接口适于与第五接口或第六接口光纤连接,第五接口与第三接口光纤连接;第一段延时光纤,一端与第七接口光纤连接;与第一段延时光纤的另一端光纤连接的第一光纤反射镜和第一光电探测器;第二光纤反射镜,与第六接口光纤连接;第二段延时光纤,一端与第三接口光纤连接;与第二段延时光纤的另一端光纤连接的第二光电探测器和第三光纤反射镜。本发明能够实现超长距离的光程延时。



CN 114002774 B

1. 一种光纤延时装置,其特征在于,包括:

第一开关,包括第一接口、第二接口、第三接口以及第四接口,所述第二接口适于与所述第一接口或所述第三接口光纤连接,所述第三接口适于与所述第二接口或所述第四接口光纤连接;

第二开关,包括第五接口、第六接口以及第七接口,所述第七接口适于与所述第五接口或所述第六接口光纤连接,所述第五接口与所述第二接口光纤连接;

第一段延时光纤,一端与所述第七接口光纤连接;

第一光纤反射镜,与所述第一段延时光纤的另一端光纤连接;

第一光电探测器,与所述第一段延时光纤的另一端光纤连接;

第二光纤反射镜,与所述第六接口光纤连接;

第二段延时光纤,一端与所述第三接口光纤连接;

第二光电探测器,与所述第二段延时光纤的另一端光纤连接;

第三光纤反射镜,与所述第二段延时光纤的另一端光纤连接。

2. 如权利要求1所述的光纤延时装置,其特征在于,所述光纤延时装置还包括:

控制电路,与所述第一开关、所述第二开关、所述第一光电探测器、以及所述第二光电探测器通信连接,所述控制电路用于检测所述第一光电探测器和以及所述第二光电探测器的激光到达时刻,并控制所述第一开关和所述第二开关接口连接的切换。

3. 如权利要求2所述的光纤延时装置,其特征在于,所述控制电路的芯片为单片机或FPGA。

4. 如权利要求3所述的光纤延时装置,其特征在于,若所述控制电路的芯片中断响应速率为m兆赫,则所述第一段延时光纤的长度大于等于300m米。

5. 如权利要求4所述的光纤延时装置,其特征在于,所述第二段延时光纤的型号与所述第一段延时光纤的型号相同。

6. 如权利要求1所述的光纤延时装置,其特征在于,所述第一光电探测器为硅光电探测器或铟镓砷光电探测器;

所述第二光电探测器为硅光电探测器或铟镓砷光电探测器。

7. 如权利要求1所述的光纤延时装置,其特征在于,所述第一段延时光纤为单模光纤或单模保偏光纤;

所述第二段延时光纤为单模光纤或单模保偏光纤。

8. 如权利要求1所述的光纤延时装置,其特征在于,所述第一开关和所述第二开关均为电光开关。

9. 一种远距离光信号传输特性模拟方法,其特征在于,所述方法基于权利要求1-8中任一项所述的光纤延时装置实现;

所述方法包括:

光纤连接所述第一接口和所述第二接口,光纤连接所述第五接口和所述第七接口,从所述第一接口输入光信号;

当第一光电探测器第一次检测到光信号时,光纤连接所述第七接口和所述第六接口;

当所述第一光电探测器第N次探测到光信号时,光纤连接所述第七接口和所述第五接口,光纤连接所述第二接口和所述第三接口;

当所述第二光电探测器探测到光信号时,光纤连接所述第三接口和所述第四接口。

10. 如权利要求9所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

控制电路记录所述第一光电探测器以及所述第二光电探测器检测到光信号的次数;

所述控制电路控制第一开关和第二开关的接口光纤连接。

光纤延时装置及远距离光信号传输特性模拟方法

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,尤其涉及一种光纤延时装置及远距离光信号传输特性模拟方法。

背景技术

[0002] 在光纤通信领域或者激光雷达领域的研究中,模拟远距离光信号传输特性常采用以下两种方法:一是直接在相应公里长度的光纤里进行传输,如果延时需要达到几百至上千公里,这样使用的光纤数量过于庞大,且公里数变换需要多段不同长度光纤手动连接;二是使用光衰减器衰减信号光,以模拟长距离传输后信号的衰减。以上两种方法要么公里数切换不灵活,要么模拟不出光信号实际的传输情况。

发明内容

[0003] 本发明实施例提供一种光纤延时装置及远距离光信号传输特性模拟方法,用以解决现有技术中模拟远距离光信号传输特性的成本高、精度低的问题。

[0004] 根据本发明实施例的光纤延时装置,包括:

[0005] 第一开关,包括第一接口、第二接口、第三接口以及第四接口,所述第二接口适于与所述第一接口或所述第三接口光纤连接,所述第三接口适于与所述第二接口或所述第四接口光纤连接;

[0006] 第二开关,包括第五接口、第六接口以及第七接口,所述第七接口适于与所述第五接口或所述第六接口光纤连接,所述第五接口与所述第三接口光纤连接;

[0007] 第一段延时光纤,一端与所述第七接口光纤连接;

[0008] 第一光纤反射镜,与所述第一段延时光纤的另一端光纤连接;

[0009] 第一光电探测器,与所述第一段延时光纤的另一端光纤连接;

[0010] 第二光纤反射镜,与所述第六接口光纤连接;

[0011] 第二段延时光纤,一端与所述第三接口光纤连接;

[0012] 第二光电探测器,与所述第二段延时光纤的另一端光纤连接;

[0013] 第三光纤反射镜,与所述第二段延时光纤的另一端光纤连接。

[0014] 根据本发明的一些实施例,所述光纤延时装置还包括:

[0015] 控制电路,与所述第一开关、所述第二开关、所述第一光电探测器、以及所述第二光电探测器通信连接,所述控制电路用于检测所述第一光电探测器和以及所述第二光电探测器的激光到达时刻,并控制所述第一开关和所述第二开关接口连接的切换。

[0016] 根据本发明的一些实施例,所述控制电路的芯片为单片机或FPGA。

[0017] 根据本发明的一些实施例,若所述控制电路的芯片中断响应速率为m兆赫,则所述第一段延时光纤的长度大于等于300m米。

[0018] 根据本发明的一些实施例,所述第二段延时光纤的型号与所述第一段延时光纤的型号相同。

- [0019] 根据本发明的一些实施例,所述第一光电探测器为硅光电探测器或铟镓砷光电探测器;
- [0020] 所述第二光电探测器为硅光电探测器或铟镓砷光电探测器。
- [0021] 根据本发明的一些实施例,所述第一段延时光纤为单模光纤或单模保偏光纤;
- [0022] 所述第二段延时光纤为单模光纤或单模保偏光纤。
- [0023] 根据本发明的一些实施例,所述第一开关和所述第二开关均为电光开关。
- [0024] 根据本发明实施例的远距离光信号传输特性模拟方法,所述方法基于上述的光纤延时装置实现;
- [0025] 所述方法包括:
- [0026] 光纤连接所述第一接口和所述第二接口,光纤连接所述第五接口和所述第七接口,从所述第一接口输入光信号;
- [0027] 当第一光电探测器第一次检测到光信号时,光纤连接所述第七接口和所述第六接口;
- [0028] 当所述第一光电探测器第N次探测到光信号时,光纤连接所述第七接口和所述第五接口,光纤连接所述第二接口和所述第三接口;
- [0029] 当所述第二光电探测器探测到光信号时,光纤连接所述第三接口和所述第四接口。
- [0030] 根据本发明的一些实施例,所述方法还包括:
- [0031] 控制电路记录所述第一光电探测器以及所述第二光电探测器检测到光信号的次数;
- [0032] 所述控制电路控制第一开关和第二开关的接口光纤连接。
- [0033] 采用本发明实施例,可以在使用少量光纤的情况下实现超长距离的光程延时,且延时长度灵活可变,有助于相关领域研究者灵活的模拟出光信号经过不同距离光纤的传输特性,不同距离光纤传输后光信号的色散、偏振以及衰减等变化不同,在光纤通信领域可以验证信号经不同距离传输的误码率,或在激光雷达领域,可以模拟不同距离传输后光波的变化以方便进行信号补偿和处理算法研究。
- [0034] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本发明的具体实施方式。

附图说明

- [0035] 通过阅读下文实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本发明的限制。在附图中:
- [0036] 图1是本发明实施例中光纤延时装置结构示意图;
- [0037] 图2是本发明实施例中光纤延时装置状态示意图;
- [0038] 图3是本发明实施例中光纤延时装置状态示意图;
- [0039] 图4是本发明实施例中光纤延时装置状态示意图;
- [0040] 图5是本发明实施例中光纤延时装置状态示意图。

具体实施方式

[0041] 下面将参照附图更详细地描述本发明的示例性实施例。虽然附图中显示了本发明的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本发明而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本发明,并且能够将本发明的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0042] 本发明第一方面实施例提出一种光纤延时装置,如图1-图5所示,包括:

[0043] 第一开关1,包括第一接口11、第二接口12、第三接口13以及第四接口14,所述第二接口12适于与所述第一接口11或所述第三接口13光纤连接,所述第三接口13适于与所述第二接口12或所述第四接口14光纤连接;

[0044] 第二开关2,包括第五接口15、第六接口16以及第七接口17,所述第七接口17适于与所述第五接口15或所述第六接口16光纤连接,所述第五接口15与所述第三接口13光纤连接;

[0045] 第一段延时光纤3,一端与所述第七接口17光纤连接;

[0046] 第一光纤反射镜5,与所述第一段延时光纤3的另一端光纤连接;

[0047] 第一光电探测器8,与所述第一段延时光纤3的另一端光纤连接;

[0048] 第二光纤反射镜7,与所述第六接口16光纤连接;

[0049] 第二段延时光纤4,一端与所述第三接口13光纤连接;

[0050] 第二光电探测器9,与所述第二段延时光纤4的另一端光纤连接;

[0051] 第三光纤反射镜6,与所述第二段延时光纤4的另一端光纤连接。

[0052] 第一接口11可以作为光信号输入端,第四接口14可以作为光信号输出端。

[0053] 采用本发明实施例,可以在使用少量光纤的情况下实现超长距离的光程延时,且延时长度灵活可变,有助于相关领域研究者灵活的模拟出光信号经过不同距离光纤的传输特性,不同距离光纤传输后光信号的色散、偏振以及衰减等变化不同,在光纤通信领域可以验证信号经不同距离传输的误码率,或在激光雷达领域,可以模拟不同距离传输后光波的变化以方便进行信号补偿和处理算法研究。

[0054] 在上述实施例的基础上,进一步提出各变型实施例,在此需要说明的是,为了使描述简要,在各变型实施例中仅描述与上述实施例的不同之处。

[0055] 如图1-图5所示,根据本发明的一些实施例,所述光纤延时装置还可以包括:

[0056] 控制电路10,与所述第一开关1、所述第二开关2、所述第一光电探测器8、以及所述第二光电探测器9通信连接,所述控制电路10用于检测所述第一光电探测器8和以及所述第二光电探测器9的激光到达时刻,并控制所述第一开关1和所述第二开关2接口连接状态的切换。

[0057] 根据本发明的一些实施例,所述控制电路10的芯片可以为单片机或FPGA。单片机或FPGA控制原理简单且成本低。

[0058] 根据本发明的一些实施例,若所述控制电路10的芯片中断响应速率为m兆赫,则所述第一段延时光纤3的长度大于等于300m米。

[0059] 根据本发明的一些实施例,所述第二段延时光纤4的型号与所述第一段延时光纤3的型号相同。

[0060] 根据本发明的一些实施例,所述第一光电探测器8可以为硅光电探测器或铟镓砷

光电探测器；

[0061] 所述第二光电探测器9也可以为硅光电探测器或铟镓砷光电探测器。

[0062] 硅光电探测器或铟镓砷光电探测器的性能佳且成本低。

[0063] 根据本发明的一些实施例,所述第一段延时光纤3可以为单模光纤或单模保偏光纤；

[0064] 所述第二段延时光纤4也可以为单模光纤或单模保偏光纤。

[0065] 根据本发明的一些实施例,所述第一开关1和所述第二开关2均为电光开关。

[0066] 本发明第二方面实施例提出一种远距离光信号传输特性模拟方法,所述方法基于上述第一方面实施例所述的光纤延时装置实现；

[0067] 所述方法包括：

[0068] 光纤连接所述第一接口和所述第二接口,光纤连接所述第五接口和所述第七接口,从所述第一接口输入光信号；

[0069] 当第一光电探测器第一次检测到光信号时,光纤连接所述第七接口和所述第六接口；

[0070] 当所述第一光电探测器第N次探测到光信号时,光纤连接所述第七接口和所述第五接口,光纤连接所述第二接口和所述第三接口；

[0071] 当所述第二光电探测器探测到光信号时,光纤连接所述第三接口和所述第四接口。

[0072] 采用本发明实施例,可以在使用少量光纤的情况下实现超长距离的光程延时,且延时长度灵活可变,有助于相关领域研究者灵活的模拟出光信号经过不同距离光纤的传输特性,不同距离光纤传输后光信号的色散、偏振以及衰减等变化不同,在光纤通信领域可以验证信号经不同距离传输的误码率,或在激光雷达领域,可以模拟不同距离传输后光波的变化以方便进行信号补偿和处理算法研究。

[0073] 进一步的,所述方法还包括：

[0074] 控制电路记录所述第一光电探测器以及所述第二光电探测器检测到光信号的次数；

[0075] 所述控制电路控制第一开关和第二开关的接口光纤连接。

[0076] 下面参照图1-图5以一个具体的实施例详细描述根据本发明实施例的光纤延时装置及远距离光信号传输特性模拟方法。值得理解的是,下述描述仅是示例性说明,而不是对本发明的具体限制。凡是采用本发明的相似结构及其相似变化,均应列入本发明的保护范围。

[0077] 本发明实施例的光纤延时装置通过两段短长度的单模光纤,使用两个光开关将两段光纤连接,使用光纤反射镜来完成光信号在光路中的来回反射,同时使用光电探测器记录下光程达到时刻,通过控制电路完成整个延时控制逻辑,实现不同公里长度的延时切换。

[0078] 具体的,如图1所示,本发明实施例的光纤延时装置,包括:第一开关1、第二开关2、第一段延时光纤3、第一光纤反射镜5、第一光电探测器8、第二光纤反射镜7、第二段延时光纤4、第二光电探测器9、第三光纤反射镜6、以及控制电路10。

[0079] 第一开关1包括第一接口11、第二接口12、第三接口13以及第四接口14,第二接口12适于与第一接口11或第三接口13光纤连接,第三接口13适于与第二接口12或第四接口14

光纤连接；选择开关时间短、体积小、便于光电集成的电光开关，如Agiltron公司的2×2光开关。

[0080] 第二开关2包括第五接口15、第六接口16以及第七接口17，第七接口17适于与第五接口15或第六接口16光纤连接，第五接口15与第三接口13光纤连接；第一开关1和第二开关2均为电光开关。选择开关时间短、体积小、便于光电集成的电光开关，如Agiltron公司的2×2光开关。

[0081] 第一段延时光纤3的一端与第七接口17光纤连接；根据测试需求可以选择单模光纤或者单模保偏光纤，长度选择需要根据控制电路10所选芯片的中断触发响应时间，举例，若芯片中断响应速率为1MHz (1e6Hz)，则光纤可选长度 ΔL 最小为 $3e8 \times 1/1e6\text{Hz} = 300$ 米，若选用更高中断响应速率的处理芯片，则距离切换颗粒度能达到更小。

[0082] 第一光纤反射镜5与第一段延时光纤3的另一端光纤连接；为接入该光纤系统，第一光纤反射镜5选用光纤尾纤输入。

[0083] 第一光电探测器8与第一段延时光纤3的另一端光纤连接；第一光电探测器8根据传输光信号的波长可选的有硅光电探测器和铟镓砷光电探测器，分别响应1.06um和1.55um波长的激光信号。

[0084] 第二光纤反射镜7与第六接口16光纤连接。

[0085] 第二段延时光纤4的一端与第三接口13光纤连接；第二段延时光纤4的型号与第一段延时光纤3的型号相同。根据测试需求可以选择单模光纤或者单模保偏光纤，长度选择需要根据控制电路10所选芯片的中断触发响应时间，举例，若芯片中断响应速率为1MHz (1e6Hz)，则光纤可选长度 ΔL 最小为 $3e8 \times 1/1e6\text{Hz} = 300$ 米，若选用更高中断响应速率的处理芯片，则距离切换颗粒度能达到更小。

[0086] 第二光电探测器9与第二段延时光纤4的另一端光纤连接；第二光电探测器9根据传输光信号的波长可选的有硅光电探测器和铟镓砷光电探测器，分别响应1.06um和1.55um波长的激光信号。

[0087] 第三光纤反射镜6与第二段延时光纤4的另一端光纤连接；为接入该光纤系统，第三光纤反射镜6选用光纤尾纤输入。

[0088] 控制电路10与第一开关1、第二开关2、第一光电探测器8、以及第二光电探测器9均通信连接，控制电路10用于检测第一光电探测器8和以及第二光电探测器9的激光到达时刻，并控制第一开关1和第二开关2接口连接的切换来实现不同公里数。控制电路10的芯片为单片机或FPGA。

[0089] 若控制电路10的芯片中断响应速率为m兆赫，则第一段延时光纤3的长度大于等于300m米。

[0090] 光纤延时装置的各结构参数如下表所示：

编号	器件	数量	具体可选器件的厂商型号举例
8, 9	光电探测器	2	美国 GPD 铟镓砷 InGaAs 光电探测器等
5, 6, 7	光纤反射镜	3	Thorlabs 的型号 P1-1060R-P01-1、P1-SMF28ER-P01-1 等
3, 4	延时光纤	2 盘 (公里数根据需求选定)	康宁 G652 等

[0091]

[0092]	1	2×2 光开关	1	COFIBER、Agiltron 等
	2	1×2 光开关	1	COFIBER、Agiltron 等
	10	控制电路	1	可选用单片机或 FPGA 处理器进行控制

[0093] 本发明实施例的光纤延时装置的工作原理是,激光信号输入第一开关1,经直通通路进入第二开关2,从第二开关2一个支路(即第五接口15与第七接口17光纤连接后形成的支路)输出后进入第一段延时光纤3,此后第二开关2切换到另一支路(即第六接口16与第七接口17光纤连接后形成的支路),光信号在第一段延时光纤3里传输后经第一光纤反射镜5返回继续延第一段延时光纤3传输,到达第二光纤反射镜7后返回,在循环传输过程中第一光电探测器8记录光信号返回次数。达到定值N后,第一开关1和第二开关2同步切换,第七接口17和第五接口15光纤连接,第五接口15和第三接口13光纤连接,第一接口11和第四接口14光纤连接,光信号输出循环光路,进入第二段延时光纤4,光信号到达第三光纤反射镜6后返回,第二光电探测器9检测到光信号后控制切换第一开关1切换回直通通路(即第一接口11和第二接口12光纤连接,第三接口13和第四接口14光纤连接),完成光信号输出。假定需要的传输距离为S,两段延时光纤的长度均为 ΔL ,第一光电探测器8检测到光信号触发中断的次数为N,连接的光纤跳线的长度较短可以忽略不计,则传输距离长度计算如下:

$$[0094] \quad S = (2N+1) \times \Delta L$$

[0095] 式中,N取值为大于等于1的整数, ΔL 取值如前文所示。

[0096] 采用上述光纤延时装置进行远距离光信号传输特性模拟方法的过程包括如下步骤:

[0097] 步骤一:如图2所示,光信号输入到第一开关,第一开关此时为直通状态,即第一接口和第二接口光纤连接,第三接口和第四接口光纤连接。输出后进入第二开关,第二开关此时切换到左臂状态,即第五接口和第七接口光纤连接。光信号输出到第一段延时光纤,经第一段延时光纤传输输出后照射到第一光纤反射镜和第一光电探测器,第一光电探测器触发控制电路开始记录循环次数。光信号传输如图2虚线所示。

[0098] 步骤二:如图3所示,第一光电探测器同时触发控制电路将第二开关切换到右臂,即第六接口和第七接口光纤连接,光信号经第一光纤反射镜返回后重新进入第一段延时光纤,然后经第二开关2右臂输出到第二光纤反射镜,光信号反射后沿着原光路返回,光信号在第一光纤反射镜和第二光纤反射镜之间反复传播。每到达一次第一光电探测器,第一光电探测器都触发控制电路进行一次计数。光信号传输如图3虚线所示。

[0099] 步骤三:如图4所示,当延时长度满足设定要求后,控制电路触发第二开关2切换回左臂状态。同时第一开关1切换到交叉转态,即第一接口和第四接口光纤连接,第二接口和第三接口光纤连接。光信号沿着该路径经过第二段延时光纤传输到达第三光纤反射镜和第二光电探测器。光信号传输如图4虚线所示。

[0100] 步骤四:如图5所示,光信号到达第三光纤反射镜后返回,同时第二光电探测器触发控制电路将第一开关切回直通状态,最后光信号沿第一开关1完成输出,实现整个延时装置。光信号传输如图5虚线所示。

[0101] 需要说明的是,以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0102] 尽管在此所述的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征,但是不同实施例的特征的组合意味着处于本发明的范围之内并且形成不同的实施例。描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。例如,在权利要求书中,所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。

[0103] 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

[0104] 不应将位于括号之内的任何参考符号构造成对权利要求的限制。位于元件之前的单词“一”或“一个”不排除存在多个这样的元件。单词第一、第二、以及第三等的使用不表示任何顺序。可将这些单词解释为名称。

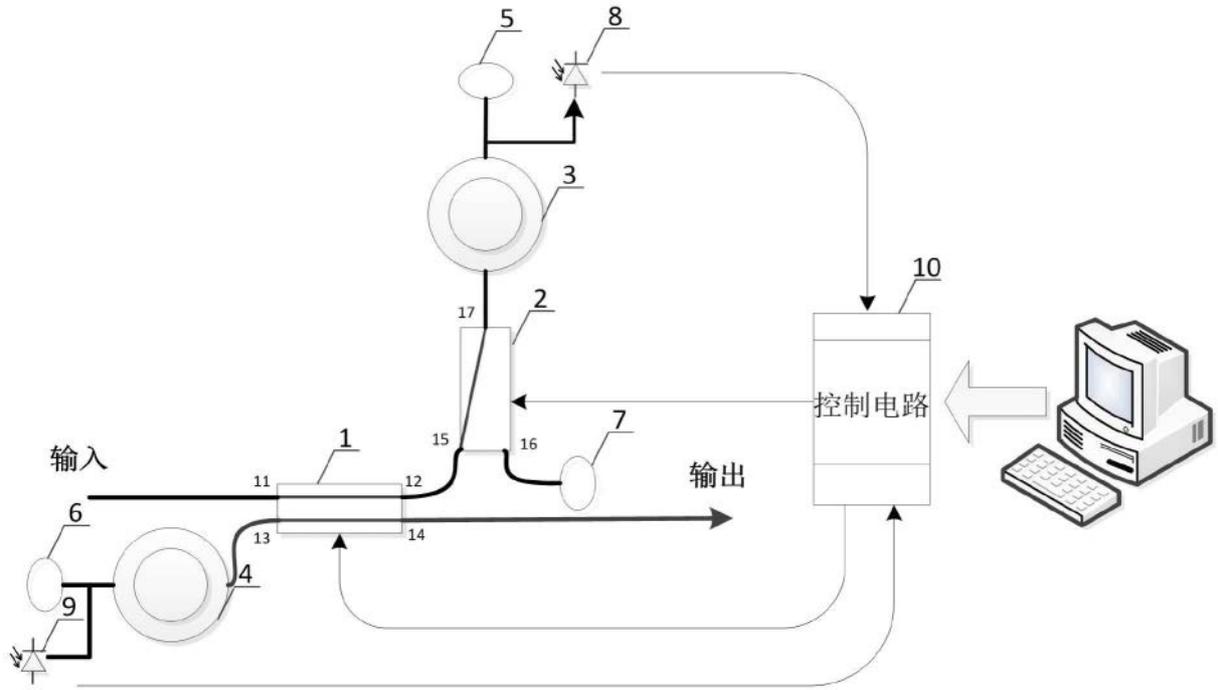


图1

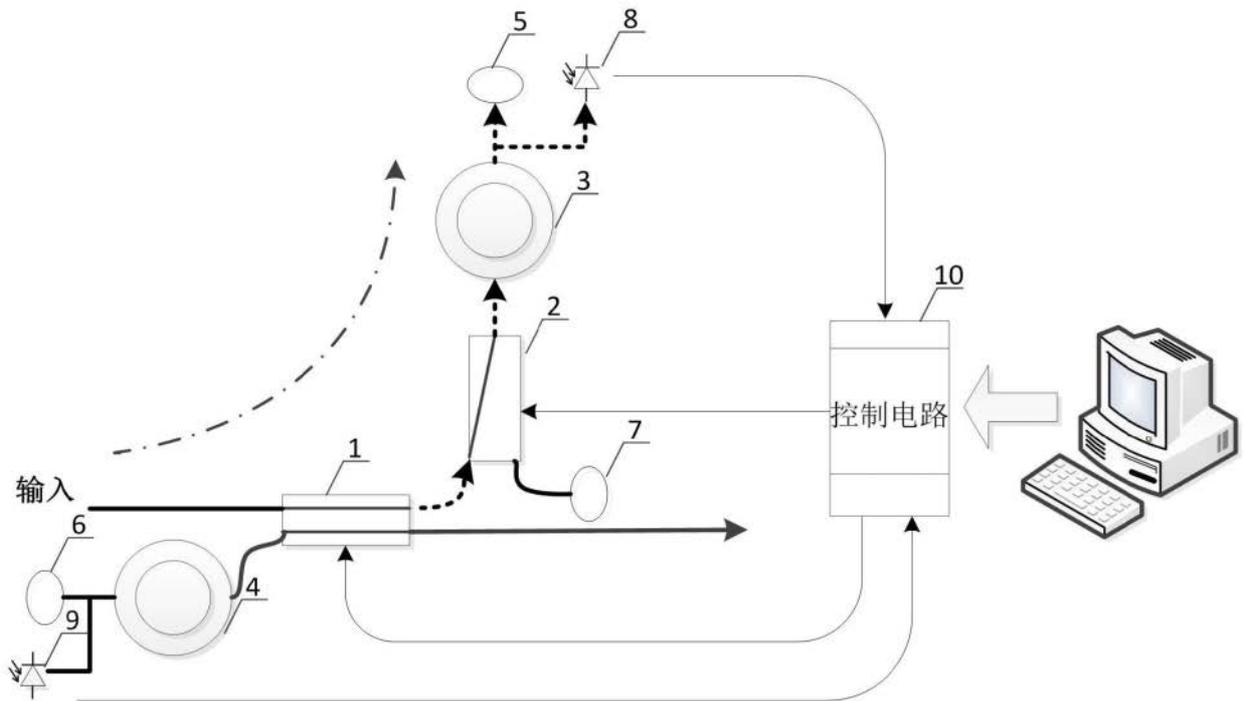


图2

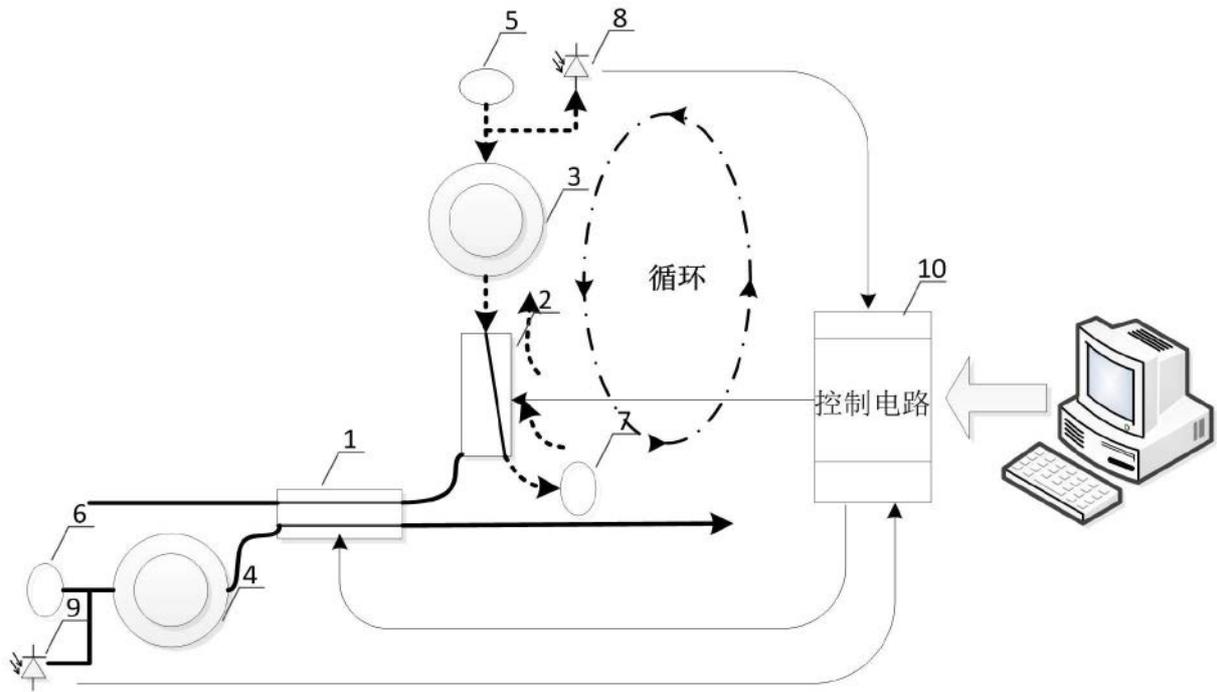


图3

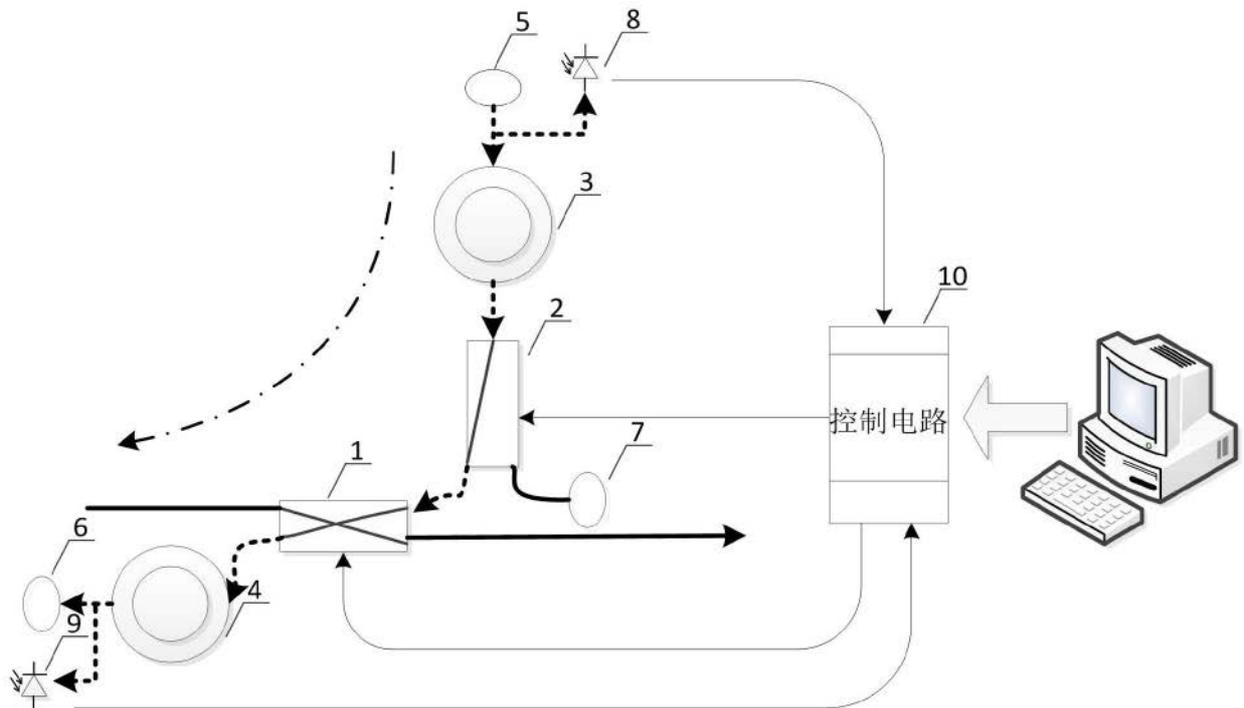


图4

