



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111551951 A

(43)申请公布日 2020.08.18

(21)申请号 202010557189.X

(22)申请日 2020.06.18

(71)申请人 北京微厘光电技术有限公司

地址 100020 北京市朝阳区汤立路201号院
4号楼11层1单元1202

(72)发明人 李彦强

(74) 专利代理机构 北京盛凡智荣知识产权代理有限公司 11616

代理人 李洪波

(51) Int.Cl.

G01S 17/58(2006.01)

G01S 7/481(2006.01)

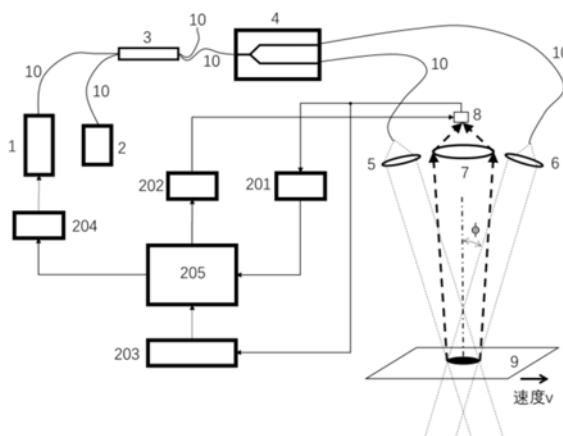
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略

(57)摘要

本发明公开了一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,包括红外半导体激光器,红光指示半导体激光器,耦合器,铌酸锂相位调制器,第一准直透镜,第二准直透镜,接收透镜,红外光探测器,红外保偏光纤,直流信号放大及采集模块,多普勒信号放大及采集模块,探测器工作电压输出模块,激光器电流输出模块,多普勒信号解算及控制模块。通过实时调整输出光功率和探测器电压,并采用适当的控制策略,从而实现对不同反射率的物体均可以得到稳定的激光多普勒信号。



1. 一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,包括红外半导体激光器(1),红光指示半导体激光器(2),耦合器(3),铌酸锂相位调制器(4),第一准直透镜(5),第二准直透镜(6),接收透镜(7),红外光探测器(8),红外保偏光纤(8),直流信号放大及采集模块(201),多普勒信号放大及采集模块(203),探测器工作电压输出模块(202),激光器电流输出模块(204),多普勒信号解算及控制模块(205),其特征在于:所述红外半导体激光器(1)输出的红外激光与所述红光指示半导体激光器(2)输出红色可见光经由所述耦合器(3)汇聚进同一根红外保偏光纤,所述红外激光经过所述铌酸锂相位调制器(4)时,光波被均匀的分为相等的两部分,同时其相位被施加在所述铌酸锂相位调制器(4)上的锯齿波调制信号调制,被所述铌酸锂相位调制器(4)分成两等份的光分别被红外保偏光纤导光至所述第一准直透镜(5)和所述第二准直透镜(6),经移动物体反射的光由所述接收透镜(7)聚焦至所述红外光探测器(8),光强信号经由所述红外光探测器(8)转换为电信号,所述电信号的直流部分经由所述直流信号放大及采集模块(201)后,输入所述多普勒信号解算及控制模块(205),所述电信号的交流部分经由所述多普勒信号放大及采集模块(203)后,输入所述多普勒信号解算及控制模块(205),所述多普勒信号解算及控制模块(205)的输出用于所述控制探测器工作电压输出模块(202)和所述激光器电流输出模块(204),所述探测器工作电压输出模块(202)连接所述红外光探测器(8),用于控制所述红外光探测器(8)的工作电压,所述激光器电流输出模块(204)连接所述红外半导体激光器(1),用于控制所述红外半导体激光器(2)的工作电流。

2. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述红外半导体激光器(2)的输出尾纤采用红外保偏光纤封装,所述激光器电流输出模块(204)为电流大小可调的恒流源电路。

3. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述耦合器(3)的输入输出尾纤均采用红外保偏光纤封装。

4. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述铌酸锂相位调制器(4)为Y型铌酸锂相位调制器。

5. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述第一准直透镜(5)、第二准直透镜(6)和接收透镜(7)可以是通用的双凸透镜、平凸透镜、凹凸透镜、消色差透镜或消球差透镜。

6. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述红外探测器(8)为雪崩式光电二极管型红外半导体光探测器(APD)。

7. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述锯齿波调制信号为占空比为0或者1的锯齿波,且锯齿波的调制深度为 0.5π 。

8. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述直流信号放大及采集模块(201)是由放大电路和模数转换芯片(AD芯片)以及必要的电阻电容组成的。

9. 根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述多普勒信号放大及采集模块(203)是由隔直电路、信号放大电路

和模数转换芯片及必要的电阻电容组成的,所述多普勒信号解算及控制模块(205)为通用的数字信号处理芯片,可以是现场可编程逻辑门阵列芯片(FPGA)、单片机芯片(MCU)或数字信号处理器芯片(DSP)。

10.根据权利要求1所述的一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,其特征在于:所述探测器工作电压输出模块(202)为DC-DC变换芯片构成的高压输出电路。

一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略

技术领域

[0001] 本发明涉及光学测量领域,具体是一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,使得激光多普勒测速仪在测量物体移动速度时能够自动适应具有不同表面反射率的物体。

背景技术

[0002] 激光多普勒频移是激光入射到移动物体的表面,被移动的物体散射时,散射光的光波频率与入射光光波频率存在差值,且该差值与物体的移动速度成正比,因此,通过探测激光频率的偏移即可探测物体的移动速度。

[0003] 双光束双散射的光路结构是目前激光测速仪中普遍采用的光路结构,其光路结构简单,接收光强信号大,能适应绝大部分情况下的速度检测。

[0004] 由于激光多普勒测速仪依赖被测物体表面反射的激光进行测量,因此获得稳定的反射激光对于实现高质量的激光多普勒速度测量至关重要。在实际使用中,由于无法事先得知被测物体表面的反射率,同时被测物体在移动过程中先后与激光接触的部分的反射率也有可能发生较大的变化,因此要获得稳定的反射激光,就需要实施调整接收到的光强大小,从而获得稳定的多普勒信号。

[0005] 通过调整发射光功率或者光探测器接受到的光功率,可以调整多普勒信号的大小。调节光强通常需要增加额外的光强控制器件,如何不增加额外的光功率控制器件并且保证多普勒信号的稳定是一个难题。同时光强控制器件的调节范围也有限,实际使用中存在当光强控制器件调节到最大或者最小输出时仍然无法获得满意的信号的情况,因此需要增加额外的调节手段,使得激光测速仪能够尽可能多的适应具有不同反射率的物体。

[0006] 现有的激光多普勒测速不能实时调整输出功率和探测器电压,由于没有使用适当的控制方法,所以无法实现对不同反射率的物体均可以得到稳定的激光多普勒信号。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题就是克服以上的技术缺陷,提供一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略。

[0008] 为了解决上述问题,本发明的技术方案为:一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略,包括红外半导体激光器,红光指示半导体激光器,耦合器,铌酸锂相位调制器,第一准直透镜,第二准直透镜,接收透镜,红外光探测器,红外保偏光纤,直流信号放大及采集模块,多普勒信号放大及采集模块,探测器工作电压输出模块,激光器电流输出模块,多普勒信号解算及控制模块,其特征在于:所述红外半导体激光器输出的红外激光与所述红光指示半导体激光器输出红色可见光经由所述耦合器汇聚进同一根红外保偏光纤,所述红外激光经过所述铌酸锂相位调制器时,光波被均匀的分为相等的两部分,同时其相位被施加在所述铌酸锂相位调制器上的锯齿波调制信号调制,被所述铌酸

锂相位调制器分成两等份的光分别被红外保偏光纤导光至所述第一准直透镜和所述第二准直透镜,经移动物体反射的光由所述接收透镜聚焦至所述红外光探测器,光强信号经由所述红外光探测器转换为电信号,所述电信号的直流部分经由所述直流信号放大及采集模块后,输入所述多普勒信号解算及控制模块,所述电信号的交流部分经由所述多普勒信号放大及采集模块后,输入所述多普勒信号解算及控制模块,所述多普勒信号解算及控制模块的输出用于所述控制探测器工作电压输出模块和所述激光器电流输出模块,所述探测器工作电压输出模块连接所述红外光探测器,用于控制所述红外光探测器的工作电压,所述激光器电流输出模块连接所述红外半导体激光器,用于控制所述红外半导体激光器的工作电流。

[0009] 作为改进,所述红外半导体激光器的输出尾纤采用红外保偏光纤封装,所述激光器电流输出模块为电流大小可调的恒流源电路。

[0010] 作为改进,所述耦合器的输入输出尾纤均采用红外保偏光纤封装。

[0011] 作为改进,所述铌酸锂相位调制器为Y型铌酸锂相位调制器。

[0012] 作为改进,所述第一准直透镜、第二准直透镜和接收透镜可以是通用的双凸透镜、平凸透镜、凹凸透镜、消色差透镜或消球差透镜。

[0013] 作为改进,所述红外探测器为雪崩式光电二极管型红外半导体光探测器(APD)。

[0014] 作为改进,所述锯齿波调制信号为占空比为0或者1的锯齿波,且锯齿波的调制深度为 0.5π 。

[0015] 作为改进,所述直流信号放大及采集模块是由放大电路和模数转换芯片(AD芯片)以及必要的电阻电容组成的。

[0016] 作为改进,所述多普勒信号放大及采集模块是由隔直电路、信号放大电路和模数转换芯片及必要的电阻电容组成的,所述多普勒信号解算及控制模块为通用的数字信号处理芯片,可以是现场可编程逻辑门阵列芯片(FPGA)、单片机芯片(MCU)或数字信号处理器芯片(DSP)。

[0017] 作为改进,所述探测器工作电压输出模块为DC-DC变换芯片构成的高压输出电路。

[0018] 本发明与现有的技术相比的优点在于:通过实时调整输出光功率和探测器电压,并采用适当的控制策略,从而实现对不同反射率的物体均可以得到稳定的激光多普勒信号。

附图说明

[0019] 图1是一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪的示意图。

[0020] 图2是实时调整多普勒信号大小的决策流程图一。

[0021] 图3是实时调整多普勒信号大小的决策流程图二。

[0022] 如图所示:1、红外半导体激光器,2、红光指示半导体激光器,3、耦合器,4、铌酸锂相位调制器,5、第一准直透镜,6、第二准直透镜,7、接收透镜,8、红外光探测器,9、被测物体,10、红外保偏光纤,201、直流信号放大及采集模块、202、探测器工作电压输出模块、203、多普勒信号放大及采集模块,204、激光器电流输出模块,205、多普勒信号解算及控制模块, I、红外半导体激光器1的驱动电流大小, V、红外光探测器8的工作电压大小, IL、红外半导体激光器1的驱动电流下限, IH、红外半导体激光器1的驱动电流上限, VL、红外光探测器8的工

作电压下限, V_H 、红外光探测器8的工作电压上限, F 、使用FFT算法解算多普勒频率信号得到的信号幅值, FL 、信号幅值下限, FH 、信号幅值上限, ΔI 、每次调整电流 I 的增量值, ΔV 、每次调整电压 V 的增量值, A 、直流信号大小, AH 、直流信号上限。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图来进一步说明本发明的具体实施方式。其中相同的零部件用相同的附图标记表示。

[0024] 需要说明的是, 下面描述中使用的词语“前”、“后”、“左”、“右”、“上”和“下”指的是附图中的方向, 词语“内”和“外”分别指的是朝向或远离特定部件几何中心的方向。

[0025] 为了使本发明的内容更容易被清楚地理解, 下面将结合本发明实施例中的附图, 对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0026] 如图1至图3所示, 一种自动调节信号大小的激光多普勒测速仪及其信号大小控制策略, 可自动调节信号的激光多普勒测速仪由红外半导体激光器1, 红光指示半导体激光器2, 耦合器3, 铌酸锂相位调制器4, 第一准直透镜5, 第二准直透镜6, 接收透镜7, 红外光探测器8, 红外保偏光纤10, 直流信号放大及采集模块201, 多普勒信号放大及采集模块203, 探测器工作电压输出模块202, 激光器电流输出模块204, 多普勒信号解算及控制模块205组成。其结构图如图1所示。

[0027] 红光指示半导体激光器2发出的红光经耦合器3耦合进入铌酸锂相位调制器4, 随后被分成两束光, 分别经第一准直透镜5和第二准直透镜6准直为空间光束, 两个光束在空间重合的区域即为测速仪的探测区域。红光指示半导体激光器2发出的光不用做激光多普勒信号的解算, 只是单纯的用于测速仪探测区域的指示, 方便实际操作。

[0028] 半导体激光器1发出的光经过耦合器3后进入铌酸锂相位调制器4, 光被施加在铌酸锂相位调制器上的调制信号所调制的同时被分成功率相等的两等份, 被调制的光波经过红外保偏光纤10后分别到达第一准直透镜5和第二准直透镜6, 光波进过第一准直透镜5和第二准直透镜6后变成两束具有一定光斑大小的空间光束。第一准直透镜5和第二准直透镜6在安装时形成一定的角度, 使得两束空间光束在测速仪前方的一定距离处相交。两束空间光束相交的区域即为测速仪的探测区域。当被测物体9在探测区域内时, 两束空间光束均在被测物体9表面产生具有多普勒频移的散射光。散射光经过接收透镜7后聚焦在红外光探测器8上。红外光探测器8将带有多普勒频移的散射光的拍频信号以及接受到的光强信号转换为电信号。电信号中的直流分量表示平均接受到的平均光强大小, 电信号中的交流分量表示拍频信号的大小。

[0029] 直流信号放大及采集模块201采集电信号中的直流分量, 记直流分量的大小为 A 。多普勒信号放大及采集模块203采集电信号中的交流分量, 多普勒信号解算及控制模块205对采集到的交流信号进行FFT(快速傅里叶变换)运算, 得到交流信号的幅值, 记交流信号的幅值大小为 F 。

[0030] 基于 A 和 F 的值, 多普勒信号解算及控制模块205按照图2和图3描述的决策流程来调节红外半导体激光器1的驱动电流 I 和红外光探测器8的工作电压 V , 从而实现测量过程中多普勒信号大小的实时调节。

[0031] 下面结合图2和图3对本发明自动调节信号大小的决策流程做进一步的说明。

[0032] 开机后系统进入第一步S101,进行必要的初始化。随后进入S102,将红外半导体激光器1的驱动电流I设置为最小值IL。之后进入S103,将红外光探测器8的工作电压V的工作电压设置为最大值VH。随后系统进入S104,以固定的间隔实时采集多普勒信号并进行FFT运算,实时计算出多普勒信号的幅值F;同时采集电信号中的直流信号大小A。

[0033] 基于实时得到的多普勒信号幅值F和直流信号大小A,系统进入决策流程S201。S201判断直流信号A是否大于直流信号上限AH,若 $A > AH$,则表示直流信号太大,探测器接近饱和,系统进入决策流程S202。S202判断激光器电流I是否大于电流下限IL,若 $I > IL$,则系统进入决策流程S204。S204中系统将当前的激光器电流值减去一个固定值 ΔI ,即 $I_{i+1} = I_i - \Delta I$,随后系统进入决策流程S205,将新的激光器电流值输出给激光器,结束当前决策流程,等待S104输出新的信号幅值F和直流信号大小A。

[0034] 在决策流程S202中,若激光器电流I小于电流下限IL,表明激光器电流已经调节到了最小值,无法继续减小,若要进一步降低直流电压A,就需要减小APD工作电压,因此进入决策流程S203。S203判断当前的APD工作电压V是否大于电压下限VL,若 $V > VL$,则系统进入决策流程S206。S206中系统将当前的APD工作电压V减去一个固定值 ΔV ,即 $V_{i+1} = V_i - \Delta V$,随后系统进入决策流程S207,将新的APD工作电压输出给APD,结束当前决策流程,等待S104输出新的信号幅值F和直流信号大小A。

[0035] 在S201中,若直流信号A小于直流信号上限AH,即 $A < AH$,表明探测器没有饱和,系统进入决策流程S301。在S301中,判断多普勒信号幅值F是否小于幅值下限FL,若 $F < FL$,表明当前多普勒信号幅值太小,需要提升多普勒信号幅值,因此系统进入决策流程S302。在S302中,判断激光器电流I是否小于电流上限IH,若 $I < IH$,表明当前激光器电流还可以继续增加,因此系统进入决策流程S304。在S304中,将激光器电流I加上一个固定值 ΔI ,即 $I_{i+1} = I_i + \Delta I$,随后系统进入决策流程S307,将新的激光器电流值输出给激光器,结束当前决策流程,等待S104输出新的信号幅值F和直流信号大小A。

[0036] 在S302中,若激光器电流I大于电流上限IH,即 $I > IH$,表明激光器电流已经增加到了最大值,无法继续通过增加激光器电流的方法提高多普勒信号幅值F,需要通过调节APD工作电压V来提高多普勒信号幅值F,因此系统进入决策流程S303。在S303中,判断APD工作电压V是否小于电压上限VH,若 $V < VH$,则系统进入决策流程S305。在S305中,将APD工作电压加上一个固定值 ΔV ,即 $V_{i+1} = V_i + \Delta V$,随后系统进入决策流程S306,将新的激光器电流值输出给激光器,结束当前决策流程,等待S104输出新的信号幅值F和直流信号大小A。

[0037] 在S301中,若多普勒信号幅值F大于幅值下限FL,即 $F > FL$,则系统进入决策流程S308。在S308中,系统判断多普勒信号幅值F是否大于幅值上限FH,若 $F > FH$,则系统进入决策流程S309。在S309中,系统判断激光器电流I是否大于电流下限IL,若 $I > IL$,则表明激光器电流可以减小,系统进入决策流程S311。在S311中系统将当前的激光器电流值减去一个固定值 ΔI ,即 $I_{i+1} = I_i - \Delta I$,随后系统进入决策流程S312,将新的激光器电流值输出给激光器,结束当前决策流程,等待S104输出新的信号幅值F和直流信号大小A。

[0038] 在S309中,若激光器电流I小于电流下限IL,即 $I < IL$,则激光器电流无法进一步减小,系统进入决策流程S310。在S310中,系统判断APD工作电压V是否大于电压下限VL,若 $V > VL$,则系统进入决策流程S313。S313中系统将当前的APD工作电压V减去一个固定值 ΔV ,即 $V_{i+1} = V_i - \Delta V$,随后系统进入决策流程S314,将新的APD工作电压输出给APD,结束当前决策

流程,等待S104输出新的信号幅值F和直流信号大小A。

[0039] 以上对本发明及其实施方式进行了描述,这种描述没有限制性,附图中所示的也只是本发明的实施方式之一,实际的结构并不局限于此。总而言之如果本领域的普通技术人员受其启示,在不脱离本发明创造宗旨的情况下,不经创造性的设计出与该技术方案相似的结构方式及实施例,均应属于本发明的保护范围。

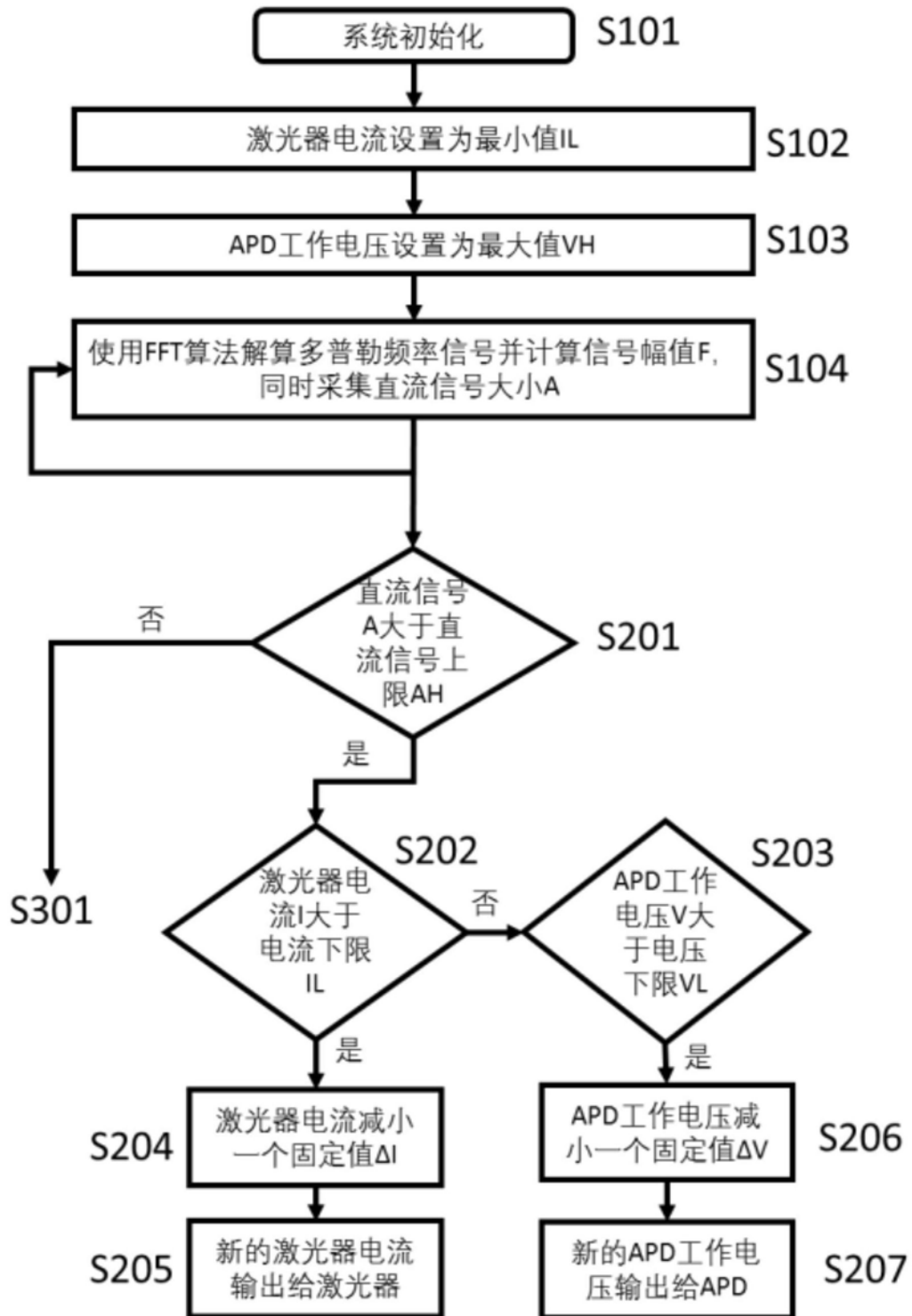


图2

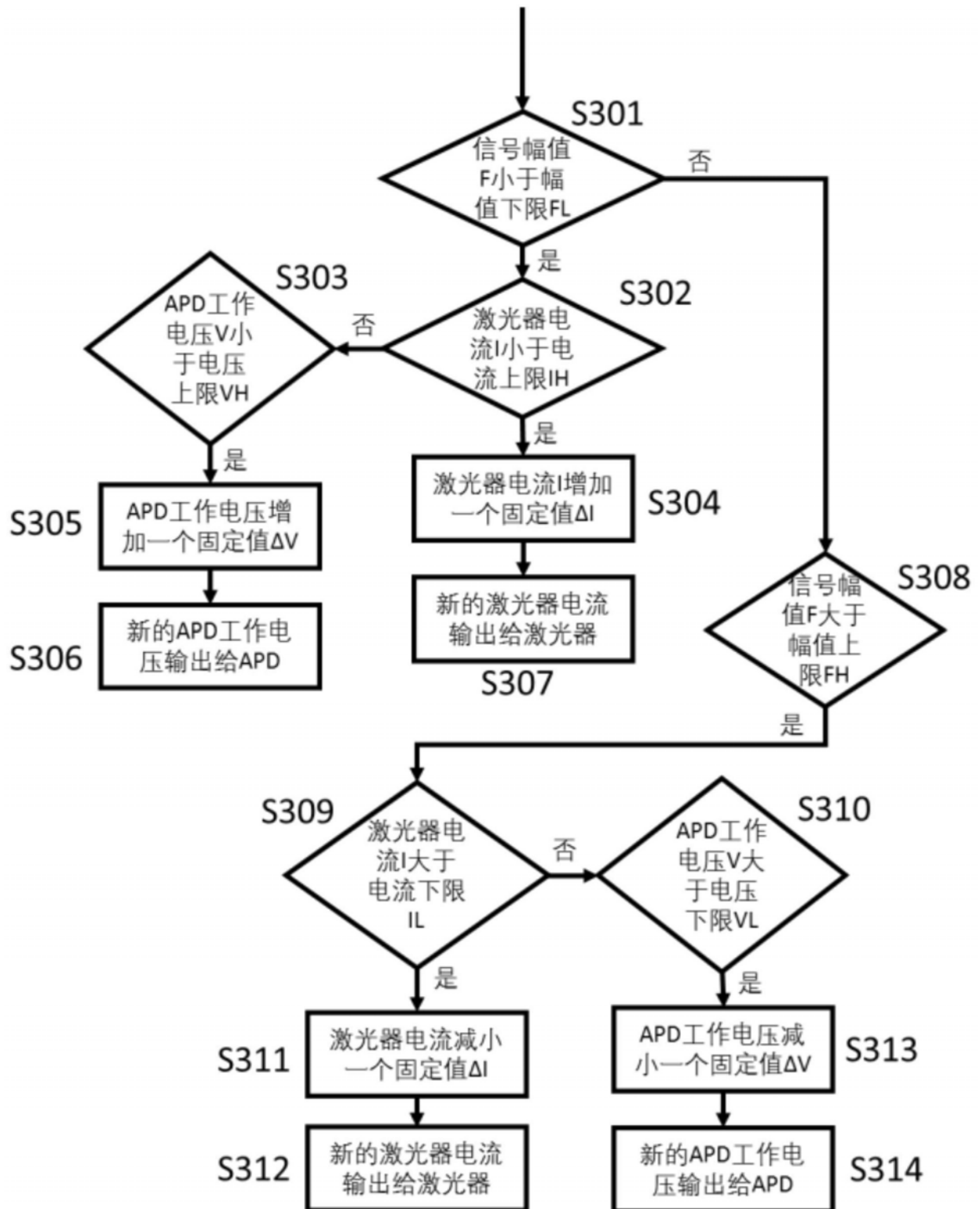


图3