(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102252964 A
(43)申请公布日 2011.11.23

(21)申请号 201110182013.1

(22)申请日 2011.06.30

(71)申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
地址 130033 吉林省长春市东南湖大路3888号

(72)发明人 王彪 王立军 曹军胜 宁永强 刘云 秦莉

(74)专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210
代理人 陶尊新

(51)Int.Cl.
G01N 21/00(2006.01)

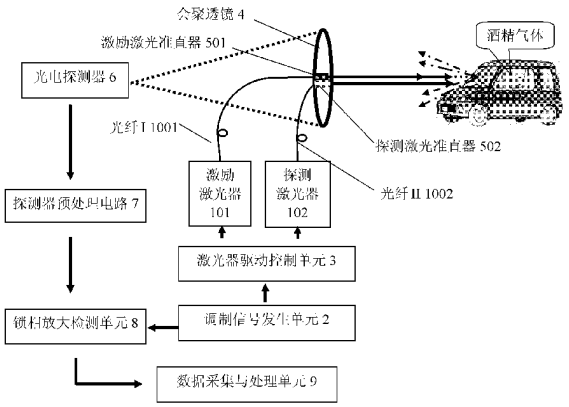
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54)发明名称

一种酒驾遥感快速激光自动预检装置

(57)摘要

一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，涉及一种乙醇气体浓度检测装置，它解决了现有预检装置在检测过程中产生的超噪声和调制中产生的能量漂移的抑制效果很差，从而影响激光能量的测量精度的问题，该装置包括激励激光器、探测激光器、调制信号发生单元、激光器驱动控制单元、会聚透镜、激励激光准直器、探测激光准直器、光电探测器、探测器预处理电路、锁相放大检测单元、数据采集与处理单元以及光纤；通过本发明装置可有效的对路面过往车辆内的乙醇浓度进行预检，交警可通过预检结果进行有针对性的排查，提高执法效率，节省警力资源。



CN 102252964 A

1. 一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征是：包括激励激光器（101）、探测激光器（102）、调制信号发生单元（2）、激光器驱动控制单元（3）、会聚透镜（4）、激励激光准直器（501）、探测激光准直器（502）、光电探测器（6）、探测器预处理电路（7）、锁相放大检测单元（8）、数据采集与处理单元（9）以及光纤 I（1001）和光纤 II（1002）；所述激励激光准直器（501）和探测激光准直器（502）安装在会聚透镜（4）中心位置；所述调制信号发生单元（2）通过信号传输线与激光器驱动控制单元（3）连接；激光器驱动控制单元（3）通过信号传输线分别与激励激光器（101）和探测激光器（102）连接；所述激励激光器（101）通过光纤 I（1001）与激励激光准直器（501）连接；所述探测激光器（102）通过光纤 II（1002）与探测激光器准直器（502）连接；所述光电探测器（6）设置在会聚透镜（4）的焦点位置；所述光电参测器（6）、探测器预处理电路（7）、锁相放大检测单元（8）、数据采集与处理单元（9）通过信号传输线依次连接；所述调制信号发生单元（2）还通过信号传输线与锁相放大检测单元（8）相连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述激励激光器（101）的核心光源处在乙醇气体吸收峰上，优选 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器；所述探测激光器（102）核心光源不处在乙醇气体吸收峰上，优选 1064nm 可调谐垂直腔面发射激光器。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述激光器驱动控制单元（3）根据调制信号发生单元（2）发出的调制信号对激励激光器（101）进行斩波调制；所述激励激光器（101）发出光强随调制信号周期变化的激励激光。

4. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述激光器驱动控制单元（3）包括 ARM 微控制器。

5. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述光电探测器（6）为红外锗探测器。

6. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述探测器预处理电路（7）包括运算放大器 LTC6244、电阻 R1、R2、R3、电容 C1、C2、C3，所述运算放大器 LTC6244 正极输入信号 IN 为光电探测器（6）转化的微弱电流信号，输出信号 OUT 为放大后所转换得到的电压信号，其正负电源 VCC+ 和 VCC- 分别通过电容 C1、C2 接地，其正负极分别串接电阻 R1、R2 后接地，所述输出信号 OUT 串接电阻 R3 后反馈到运算放大器 LTC6244 负极，所述电阻 R3 并联电容 C3。

7. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述锁相放大检测单元（8）包括锁相放大电路和锁相倍频电路。

8. 根据权利要求 7 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述锁相放大电路包括锁相放大器 AD630、电阻 R4 ～ R9，所述锁相放大器 AD630 的 16 脚和 17 脚的接入信号 Vin 是光电转换后的带有气体浓度信息的高频信号，12、13、14 脚的输出 Vout 是锁相后的输出信号，9 脚的接入信号 SIN_200K 为高频正弦二倍频信号，15、17、19 脚短接在一起，1 脚接地，VS+ 接 15V+，VS- 接 15V-，15V+ 经 R4、R5 串联分压后接入 10 脚，3 脚～ 6 脚分别串接 R6 ～ R9 后接 15V+。

9. 根据权利要求 7 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述锁相倍频电路包括锁相环 CD4046、D 触发器 74HC74、电阻 R10 ～ R12、电容 C4、C5，所述 D 触发

器 74HC74 构成二分频电路，其 5 脚输出 Q 接锁相环 CD4046 的 3 脚，时钟信号 CLK 接锁相环 CD4046 的 4 脚产生的正弦二倍频信号 SIN_200K，2 脚与 6 脚短接，1 脚、4 脚、14 脚接 5V+，7 脚接地，所述锁相环 CD4046 的 14 脚接入调制信号发生单元产生的正弦波，其 6 脚串接电容 C4 后接入 7 脚，11 脚串接 R10 后接地，5 脚、8 脚接地，16 脚接 5V+，13 脚的输出经 R11、R12 及 C5 滤波后输入到 9 脚。

10. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，其特征在于：所述数据采集与处理单元 (9) 为 DSP 微处理器。

一种酒驾遥感快速激光自动预检装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种乙醇气体浓度检测装置，具体涉及一种酒驾遥感快速激光自动预检装置。

背景技术

[0002] 近年来，我国酒后驾车所导致的惨烈车祸在屡屡曝光之后而又频频发生。传统排查方式和检验设备 --- “呼吸式酒精检测仪”无针对性、效率低，还影响路面车辆正常行使，同时也造成了大量一次性检验设备和警力资源的浪费。

[0003] 专利公开号为 CN101936896A 的专利文件公开了一种乙醇气体浓度激光遥测装置，由激光器控制和发射系统与信号接收、分析及显示系统组成。其实质是一种应用可调谐半导体二级管激光吸收光谱技术 (TDLAS) 对酒精浓度进行检测的装置。这种检测技术对于检测过程中所产生的超噪声和调制中所产生的能量漂移的抑制效果很差，这将影响激光能量的测量精度。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提出一种酒驾遥感快速激光自动预检装置。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明提出一种酒驾遥感快速激光自动预检装置，包括激励激光器、探测激光器、调制信号发生单元、激光器驱动控制单元、会聚透镜、激励激光准直器、探测激光准直器、光电探测器、探测器预处理电路、锁相放大检测单元、数据采集与处理单元以及光纤 I 和光纤 II ；所述激励激光准直器和探测激光准直器安装在会聚透镜中心位置 ；所述调制信号发生单元通过信号传输线与激光器驱动控制单元连接 ；激光器驱动控制单元通过信号传输线分别与激励激光器和探测激光器连接 ；所述激励激光器通过光纤 I 与激励激光准直器连接 ；所述探测激光器通过光纤 II 与探测激光器准直器连接 ；所述光电探测器设置在会聚透镜的焦点位置 ；所述光电参测器通过信号传输线依次与探测器预处理电路、锁相放大检测单元、数据采集与处理单元相连接 ；所述调制信号发生单元还通过信号传输线与锁相放大检测单元相连接。

[0006] 本发明工作原理 ：本发明所述的激光器驱动控制单元根据调制信号发声单元发出的调制信号对激励激光器进行斩波调制，激励激光器发出光强随调制信号周期变化的激励激光，该激励激光的波长处在乙醇的吸收峰，激励激光经过光纤 I 传输通过激励激光准直器对外发射 ；这束强度周期性变化的激光照射到乙醇气体分子上，由于乙醇气体分子吸收激励激光后通过无辐射驰豫将产生周期变化的热场分布。同时，激光器驱动控制单元驱动探测激光器发出的探测激光，该探测激光的波长不处在乙醇的吸收峰，探测激光通过光纤 II 后经探测激光准直器对外发射，通过热场区域后将会形成同频率周期变化的光热反射信号。此光热反射信号是交变温度场和乙醇气体浓度的加权和，通过对激励激光和光热反射信号的锁相放大检测，即可以得到由光热反射信号所表征的被测乙醇气体的浓度信息。光热反射信号通过会聚透镜会聚在光电探测器上，光电探测器将光信号转变成电信号，再依

次经过探测器预处理电路、锁相放大检测单元、数据采集与处理单元后输出最终被测乙醇气体的浓度数据。

[0007] 本发明的检测手段采用激光诱导光热反射光谱检测技术(Laser ReflexPhoto-Thermal Spectrometry)简称为LRPTS技术。是一种基于物质吸收特征波长激光后,通过无辐射弛豫所产生的热效应来进行检测的一类光谱分析方法,现已成为气态和凝聚态物质的高灵敏检测技术,多应用于材料、环境和生物等领域。光热反射光谱技术是一种探测“光激励热效应”的方法,可探测与温度有关的各种物理参数,如压力波、折射系数及吸收系数的变化等,还可监测同时发生的动态变化,是一种非接触性和非破坏性测量的检测方法,其所产生的各种效应如图2所示。

[0008] 光热反射法检测气体浓度的原理是,将一束波长处于被测气体吸收峰处的激光进行光强调制,以获得一束光强度随调制信号发生周期性变化的激光,称此光束为“诱导激光”,或“激励激光”。将这束强度周期变化的“激励激光”入射到被测气体上,由于此激光光束的波长处于被测气体的吸收峰处,所以将会被气体强烈吸收,由此将光能转化为热能,最终被测气体将通过无辐射弛豫产生一个周期变化的热场分布。此时再由另一束波长不处于被测气体吸收峰处的“探测激光”入射到这一区域,在其经过这一区域时将会形成同频率周期变化的光热反射信号。通过对光热反射信号和入射光信号进行锁相放大检测,就可以得到被测气体的浓度信息。

[0009] 乙醇气体吸收峰的确定在本发明中至关重要,一个合适的特征吸收峰位与其它干扰物质分子(主要是水,玻璃等)的吸收峰不重叠。这个峰位的选取在宏观上来讲有三个波段可供选择,分别是紫外、可见、红外这三个波段。紫外波段的激光对人体伤害太大,不可取。太阳光会对可见光波段的激光产生严重的不可避免的检测影响,因此亦不可取。作为红外波段的光线,小功率的红外光对人体是没有危害的,并且在我们进行酒驾检测的环境中,所存在的红外干扰光线很少,所以相比之下选择红外波段作为检测波段是不二之选。在实验中,对乙醇做红外850-1000nm波段吸收光谱扫描发现,乙醇存在3个明显的峰位,其分别位于905nm、935nm和960nm处,如图3所示。乙醇在905nm处出现甲基的C-H伸缩振动3倍频吸收带,在935nm处的肩峰是亚甲基的C-H伸缩振动3倍频吸收带,在960nm左右出现乙醇中O-H的3倍频吸收带。对于935nm处的肩峰来讲,其代表了被测乙醇中的杂质吸收,不适合用作对乙醇的特征检测;对于960nm处的O-H吸收带来讲,水的吸收峰也位于此处,其将会对被测乙醇形成严重的干扰,因此也不适合于选择此处对乙醇进行特征检测;最后对于905nm处的C-H吸收带来讲,其所代表的是甲基的C-H伸缩振动3倍频吸收带,在此位置处其吸收谱线比较单一,少有其它物质吸收谱线的干扰,因此本发明中激光器核心激励光源的波长为905nm。通过对乙醇吸收谱线的分析,可以看到其在1064nm处不存在特征吸收峰,因此本发明将1064nm确定为激光诱导光热反射光谱检测技术中乙醇气体的探测光源波长。

[0010] 进一步地,因为本发明的目标是对汽车内气体进行远程遥感探测,进而检测其内部是否含有酒精成分,从而实现激光酒驾预检。为了进行激光的远距离探测,所以需要激光器的发射功率要相对大一些(在对人体不产生任何伤害的最低限度下)、发散角相对要小一些;作为整个应用系统而言,其系统结构要相对简明一些,体积要相对小一些,以便于移动和安装调试,方便于实际应用。因此通过对比气体激光器、全固态激光器和半导体激光器

这几类常见的激光器，半导体激光器在系统结构和体积上独占优势，而作为半导体激光器家族成员的“垂直腔面发射激光器”更是在发射功率和发散角方面具备无可比拟的优点，因此本发明优选“垂直腔面发射激光器”。垂直腔面发射激光器是一种垂直表面出光的新型激光器，其光束是圆形对称的，不需要复杂的光束整形系统，光纤耦合效率远高于普通边发射激光器。同时由于是表面出光，很容易制成二维列阵，散热结构简单，易于获得高功率的输出。

[0011] 本发明所采用的激光诱导光热反射光谱检测技术 (LRPTS) 因其工作机理方面的特性，决定了其在去除噪声和提高测量精度方面具有独特的优势。超噪声是在光电探测器上产生的随机电流波动。本发明通过对激励激光和探测激光所产生的探测信号进行差分处理，在差分过程中去除了被测信号的直流部分和超噪声部分，准确地再现了被测信号的周期变化信息。

[0012] 本发明的有益效果 :本发明给出了具体的适合检验酒驾的激励激光器和探测激光器，并确定了核心光源，同时给出了其他部件的具体构造。通过本发明装置可有效的对路面过往车辆内的乙醇浓度进行预检，交警可通过预检结果进行有针对性的排查，提高执法效率，节省警力资源。

附图说明

[0013] 图 1 为本发明示意图 ;

[0014] 图 2 为光热反射光谱技术产生的各种效应示意图 ;

[0015] 图 3 为乙醇的红外吸收光谱 ;

[0016] 图 4 为探测器预处理电路 ;

[0017] 图 5 为锁相放大电路 ;

[0018] 图 6 为锁相倍频电路。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

[0020] 参见图 1 所示，本发明包括激励激光器 101、探测激光器 102、调制信号发生单元 2、激光器驱动控制单元 3、会聚透镜 4、激励激光准直器 501、探测激光准直器 502、光电探测器 6、探测器预处理电路 7、锁相放大检测单元 8、数据采集与处理单元 9 以及光纤 I 1001 和光纤 II 1002 ;所述激励激光准直器 501 和探测激光准直器 502 安装在会聚透镜 4 中心位置 ;所述调制信号发生单元 2 通过信号传输线与激光器驱动控制单元 3 连接 ;激光器驱动控制单元 3 通过信号传输线分别与激励激光器 101 和探测激光器 102 连接 ;所述激励激光器 101 通过光纤 I 1001 与激励激光准直器 501 连接 ;所述探测激光器 102 通过光纤 II1002 与探测激光器准直器 502 连接 ;所述光电探测器 6 设置在会聚透镜 4 的焦点位置 ;所述光电参测器 6 通过信号传输线依次与探测器预处理电路 7、锁相放大检测单元 8、数据采集与处理单元 9 相连接 ;所述调制信号发生单元 2 还通过信号传输线与锁相放大检测单元 8 相连接。

[0021] 本实施例中的激励激光器 101 和探测激光器 102 分别是核心光源为 905nm 和 1064nm 的垂直腔面发射激光器。激光器驱动控制单元 3 负责对两台激光器进行驱动，它将由调制信号发生单元 2 所产生的正弦波调制信号加载到激励激光器 101 上，使激励激光器

101 发射的 905nm 激励激光的强度随正弦调制信号发生周期性变化，同时驱动探测激光器 102 发射连续的 1064nm 检测激光。激励激光和探测激光分别通过光纤 I 1001 和光纤 II 1002 后经由激励激光准直器 501 和探测激光准直器 502 对外发射。激励激光照射到乙醇气体分子上后，由于乙醇气体分子吸收激励激光后通过无辐射驰豫将产生周期变化的热场分布，探测激光通过热场区域后将会形成同频率周期变化的光热反射信号。此光热反射信号是交变温度场和乙醇气体浓度的加权和。本实施例最前端的会聚透镜 1 将光热反射信号会聚到光电探测器 6 上，由光电探测器 6 将光信号转变成相应的电信号，之后依次通过探测器预处理电路 7 和锁相放大检测单元 8 ；锁相放大检测单元 8 将此检测信号与调制信号发生单元 2 送来的同频率参比信号进行锁相放大，最后经数据采集与处理单元 9 处理并最终输出被测乙醇气体的浓度数据。

[0022] 本实施例中，调制信号通过直接数字频率合成实现，由数模转换器转换为模拟电流信号输出。采用这种方式的最大优点在于，使用数字锁相放大器进行检测时，可以直接生成参考信号，不需要对调制信号进行采集，避免了 AD 的量化误差及采样时间波动对锁定检测的影响。

[0023] 本实施例中探测器预处理电路 7、锁相放大电路、锁相倍频电路，如图 4、图 5、图 6 所示，其中探测器预处理电路 7 中 R1 ＝ R2 ＝ 1K，R3 ＝ 2K，C1 ＝ C2 ＝ 0.1uF ；锁相放大电路中 R4 ＝ 51K，R6 ～ R9 ＝ 5.1K，R5 ＝ 10K ；锁相倍频电路中 R10 ＝ R12 ＝ 100K，R11 ＝ 1M，C4 ＝ 56pF，C5 ＝ 1uF。

[0024] 本实施方式所述的探测器预处理电路 7，主要为信号放大电路。一般系统中需要探测的光电流信号比较微弱，因此需要对光电探测器出来的光电流信号进行放大，并转化为相应的电压信号以便进行测量。其结构如图 4 所示，包括运算放大器 LTC6244、电阻 R1、R2、R3、电容 C1、C2、C3，运算放大器 LTC6244 的正极输入信号 IN 为光电探测器转化的微弱电流信号，输出信号 OUT 为放大后的电压信号，其正负电源 VCC+ 和 VCC- 分别通过电容 C1、C2 接地，其正负极分别串接电阻 R1、R2 后接地，输出信号 OUT 串接电阻 R3 后反馈到运算放大器 LTC6244 负极，电阻 R3 并联一个电容 C3。其中，LTC6244 是一个双路运算放大器，可对大型或小型光电二极管、精准积分器和滤波器等进行信号放大，并具有 50MHz 的增益带宽，它的最大失调电压仅为 300μV。采用了独特架构的 LTC6244，具有低噪声和仅为 2.1pF 的输入电容，极低的输入电容使其在高频率下具有高输入阻抗和低噪声的超群性能。同时还具有卓越的 DC 精度。在 25℃条件下，它具有 1pA 的偏置电流和低于 100μV 的输入失调电压。偏压漂移低于 2.5μV/℃，高达 120dB 的电压增益可使系统误差趋于最小化。LTC6244 的工作电源电压低可至 2.8V，高可达 12V，并且具有轨至轨输出摆幅

[0025] 本实施方式所述的锁相放大检测单元包括锁相放大电路和锁相倍频电路。锁相放大电路，如图 5 所示，主要采用的是 AD630 作为锁相放大器，Vin 是光电转换后的带有气体浓度信息的高频信号 ；SIN_200K 是高频正弦的二倍频信号，是锁相放大器的参考信号 ；Vout 是锁相后的输出信号。锁相倍频电路如图 6 所示，锁相倍频电路的作用是产生与光源驱动信号严格同步的二倍频信号，为锁相放大器 AD630 提供同步参考信号。我们采用 CD4046 锁相环做锁相倍频电路，其内部集成相位比较器、压控振荡器、线性放大器、源跟随器、整形电路等。锁相倍频电路用 D 触发器 74HC74 构成二分频电路，信号输出和 CLK 输入分别接 CD4046 的 3 脚和 4 脚。输入信号 Ui 从 14 脚输入后，经内部放大器进行放大、整形后加到内

部相位比较器的输入端，相位比较器将从 3 脚输入的比较信号 Uo 与输入信号 Ui 作相位比较，并输出可以反映出两者相位差的误差电压 Um，其经 R11、R12 及 C5 滤波后得到一控制电压 Ud，并加至压控振荡器的输入端 9 脚，调整压控振荡器的振荡频率 f2，使 f2 迅速逼近输入信号频率 f1。压控振荡器的输出又经除法器再进入相位比较器，继续与 Ui 进行相位比较，最后使得 f2 ＝ f1，即两者的相位差为一定值，从而实现了相位锁定倍频的功能。

[0026] 本实施方式中光电探测器 6 优选红外锗探测器。美国 Judson 公司的 J16 红外锗探测器是高质量的锗材料光电二极管探测器，波长探测范围在 800nm 到 1800nm，可以完全覆盖 905nm 和 1064nm 及其附近波段；并且其可在室温（25℃）下长期稳定工作；而且其响应度在 10^{10} 以上，具有很高的灵敏度。

[0027] 本实施方式中采用 ST 公司生产的 STM32 系列 ARM 微控制器，和 TI 公司生产的 TMS320 系列 DSP 微处理器来协同工作。

[0028] STM32 系列 ARM 微控制器具有突破性的 Cortex-M3 内核，该内核是专门设计于满足集高性能，低功耗于一体的嵌入式领域的要求。其所具备的 Thumb-2 指令集带来了更高的指令效率和更强的性能；通过紧耦合的嵌套矢量中断控制器，对中断事件的响应比以往更迅速，所有这些又都融入了业界领先的功耗水准。

[0029] TMS320 系列 DSP 微处理器是一种高性能 32 位的数字信号处理器，其具有哈佛结构，流水线操作，专用的硬件乘法器，特殊的 DSP 指令，快速的指令周期。这些特点使得 TMS320 系列 DSP 可以实现快速的 DSP 运算，并使大部分运算能够在一个指令周期完成。

[0030] 为了使本发明的各组成部分能够有机高效地工作，本发明将 ARM 和 DSP 两种处理器相结合，发挥其各自的优点来完成整个装置的电子及光信号的处理工作。利用 ARM 优异的控制特性，来完成本系统中激励激光器和探测激光器的驱动信号调制加载任务；利用 DSP 的快速运算性能，来完成本系统中被测光信号的二次谐波检测任务。

[0031] 显然，本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

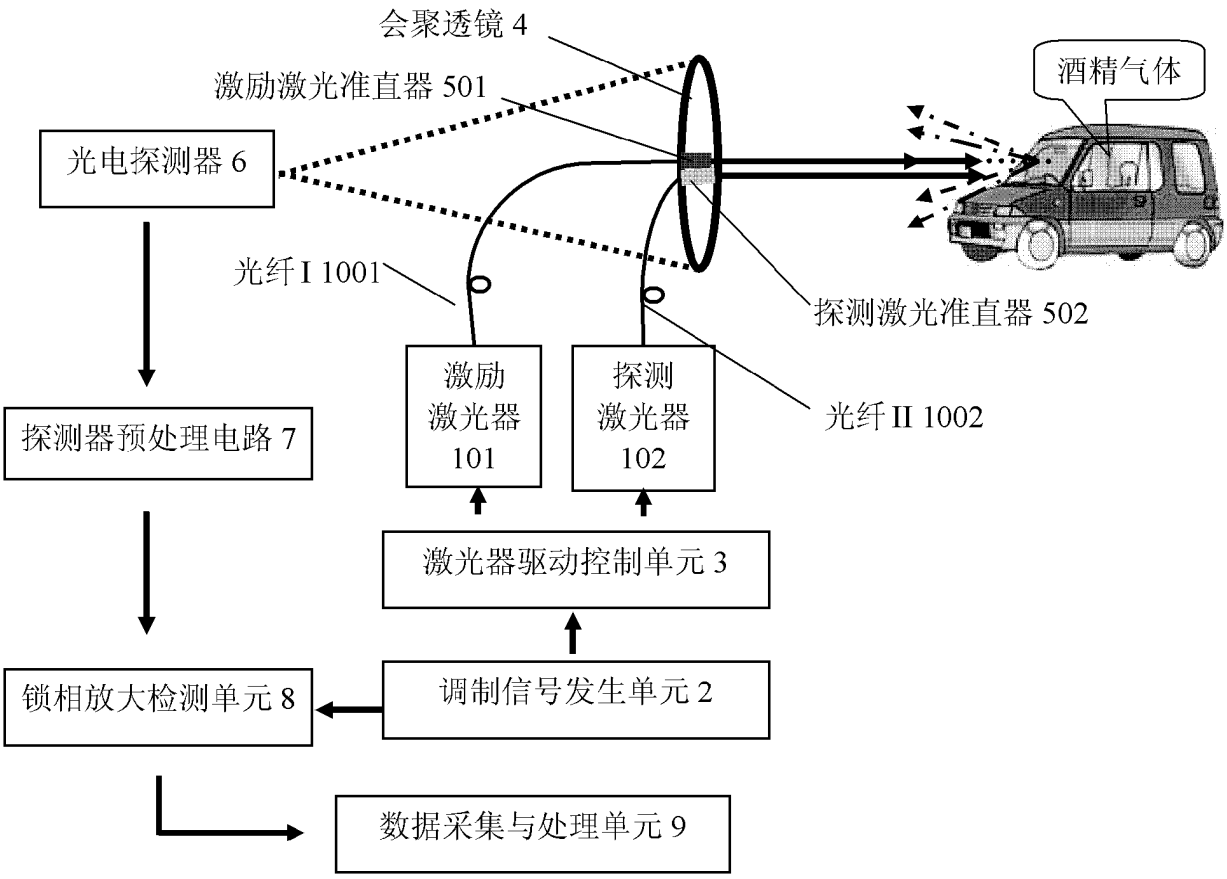

会聚透镜 4
激励激光准直器 501
光电探测器 6
酒精气体
光纤 I 1001
探测激光准直器 502
激励
激光器
101
探测
激光器
102
光纤 II 1002
探测器预处理电路 7
激光器驱动控制单元 3
锁相放大检测单元 8
调制信号发生单元 2
数据采集与处理单元 9

图 1

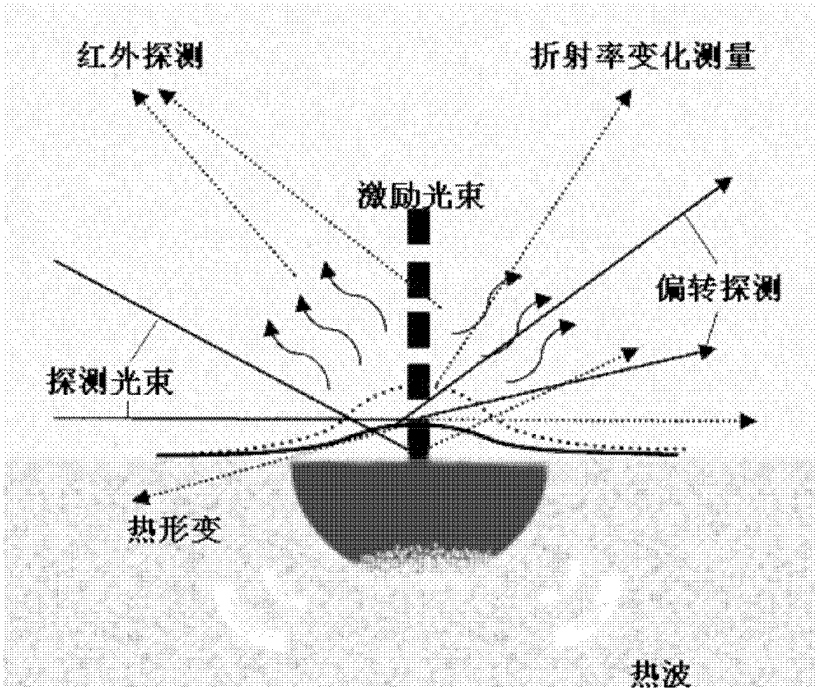

红外探测
折射率变化测量
激励光束
偏转探测
探测光束
热形变
热波

图 2

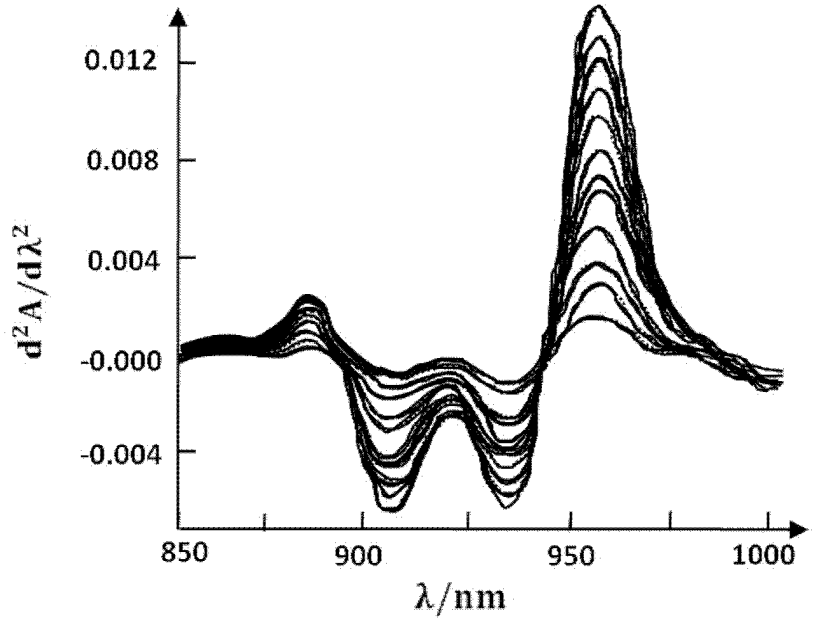

0.012
0.008
0.004
-0.000
-0.004
$d^2A/d\lambda^2$
850
900
950
1000
λ/nm

图 3

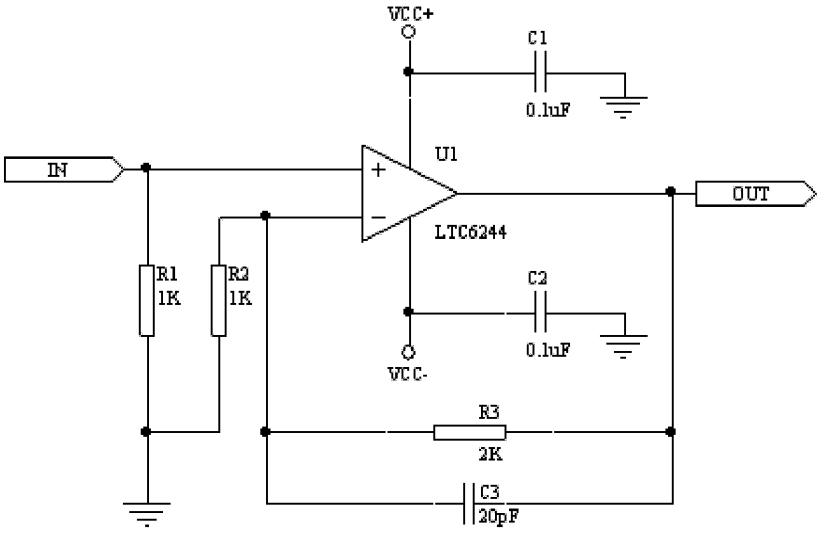

VCC+
C1
0.1uF
U1
IN
OUT
LTC6244
R1
1K
R2
1K
C2
0.1uF
VCC-
R3
2K
C3
20pF

图 4

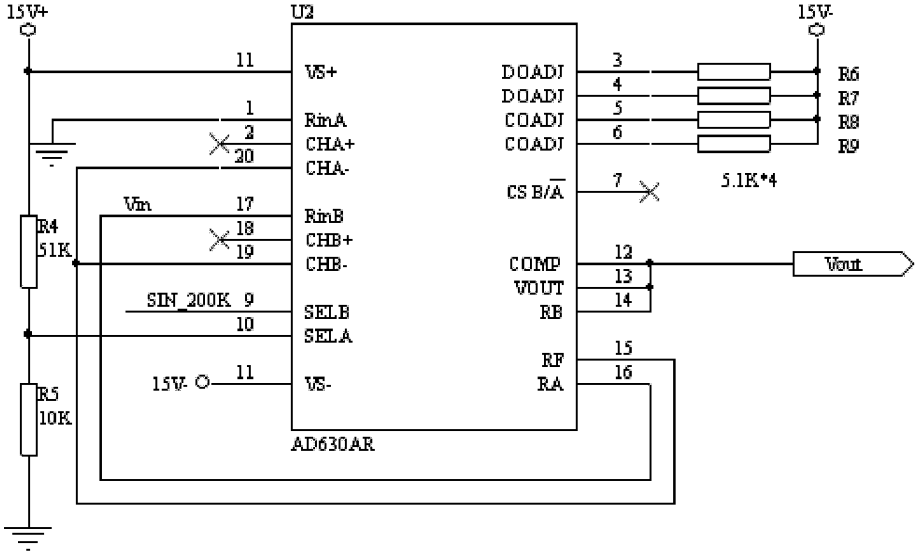

15V+
U2
15V-
VS+
RinA
CHA+
CHA-
RinB
CHB+
CHB-
SELB
SELA
VS-
DOADJ
DOADJ
COADJ
COADJ
CS B/A
COMP
VOUT
RB
RF
RA
AD630AR
R6
R7
R8
R9
5.1K*4
R4
51K
R5
10K
Vin
SIN_200K
Vout

图 5

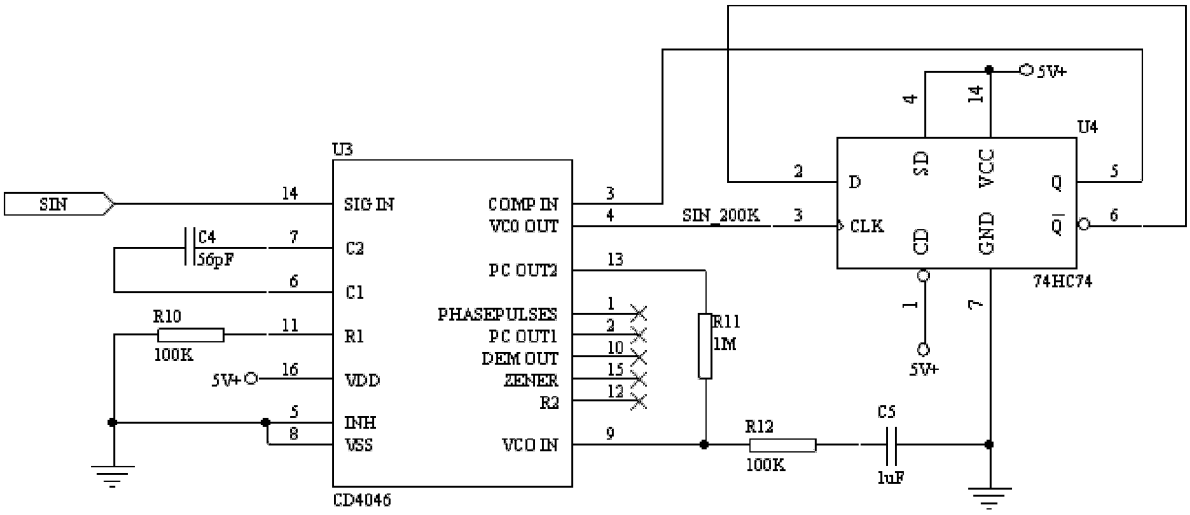

U3
SIN
SIG IN
C2
C1
R1
VDD
INH
VSS
COMP IN
VCO OUT
PC OUT2
PHASEPULSES
PC OUT1
DEM OUT
ZENER
R2
VCO IN
CD4046
C4
56pF
R10
100K
5V+
R11
1M
R12
100K
C5
1uF
U4
D
CLK
SD
CD
VCC
GND
Q
74HC74
SIN_200K

图 6