

# 基于相位微扰测量大气吸收系数的装置及方法

申请号: [201010586668.0](#)

申请日: 2010-12-14

申请(专利权)人 [中国科学院安徽光学精密机械研究所](#)  
地址 [230031 安徽省合肥市蜀山湖路350号](#)  
发明(设计)人 [邵士勇 梅海平 肖树妹 饶瑞中](#)  
主分类号 [G01N21/17\(2006.01\)I](#)  
分类号 [G01N21/17\(2006.01\)I](#)  
公开(公告)号 [102128792A](#)  
公开(公告)日 [2011-07-20](#)  
专利代理机构 [安徽合肥华信知识产权代理有限公司](#) [34112](#)  
代理人 [余成俊](#)



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102128792 A

(43) 申请公布日 2011.07.20

(21) 申请号 201010586668.0

(22) 申请日 2010.12.14

(71) 申请人 中国科学院安徽光学精密机械研究所

地址 230031 安徽省合肥市蜀山湖路 350 号

(72) 发明人 邵士勇 梅海平 肖树妹 饶瑞中

(74) 专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理有限公司 34112

代理人 余成俊

(51) Int. Cl.

G01N 21/17(2006.01)

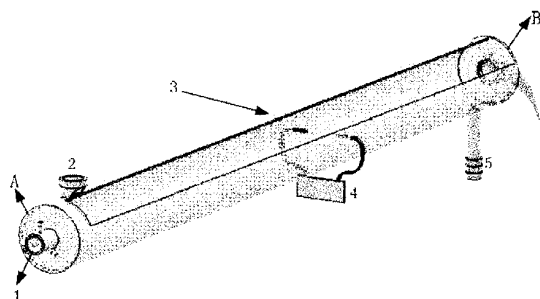
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

### (54) 发明名称

基于相位微扰测量大气吸收系数的装置及方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种基于相位微扰测量大气吸收系数的装置及方法,含有机械补偿变焦距系统、储样管、光纤干涉仪和消光管,其中储样管还包括样品入口和样品出口。本发明建立了相位微扰和大气吸收系数之间的关系,将散射和吸收对大气的作用有效分离开来,能够在保持大气原有性质的基础上非接触测量不同波长的平行激光束对应的大气吸收系数,能够检测大气吸收系数随时间的演变规律,具有检测速度快、灵敏度高、操作简单的特点。



1. 一种基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,包括有储样管,其特征在于:所述储样管的前、后端分别设有样品入、出口,所述的样品入口与储样管的接合处设有滤网,根据所测样品所含粒子的大小更换不同目数的滤网,所述的样品出口处安装有抽气泵;所述储样管的前端设有入光口并安装有机补偿变焦距系统,所述的机械补偿变焦距系统将波长在  $400\sim 1000\text{nm}$  内的激光束转变为直径  $30\text{mm}$  的平行光束,所述入光口的外侧设有激光光源,所述储样管的后端设有出光口并安装有消光管;包括有光纤干涉仪,所述光纤干涉仪具有测量臂和参考臂,测量臂的两个端口伸入到所述储样管内且其间隔略大于光束直径。

2. 一种基于相位微扰测量大气吸收系数的方法,其特征在于:其具体包括以下步骤:

(1)、校正光纤干涉仪的测量臂端口位置,使其能够接收能量达到极大值,从而实现测量臂端口的严格对准;

(2)、在储样管的样品出入口封闭的情况下,储样管内部大气可视为静止大气,通过调节光纤干涉仪处于 Q 点;

(3)、选定能量已知的激光光源,反复调节机械补偿变焦距系统,直至获得符合要求的最佳平行光束,然后将光束直径约束为  $30\text{mm}$ ,并使得光束轴心线与储样管的轴心线重合,光束在通过储样管后全部通过出光孔进入消光管;

(4)、关闭激光光源,打开样品出入口,根据待测大气选择合适目数的滤网并保证其干净,开启样品出口处的抽气泵;抽气泵的抽速为  $3,2$  分钟内即可置换储样管内的所有大气为环境大气;

(5)、关闭抽气泵,密封样品入口,再次微调光纤干涉仪 Q 点至最佳;

(6)、开启激光光源,大气吸收系数会在短暂的时间内迅速上升,选择曲率降为初始曲率的  $\frac{1}{e}$  点作为吸收系数的测量值,

此时吸收的热量已开始扩散,不可再等效为等压过程;

(7)、关闭激光光源,等待光纤干涉仪回到初始值且平稳后,重复 4 次步骤 6,总的测量时间实验估算值在 1 分钟以内;

(8)、如果在上述测量过程中,某一次的测量数据出现明显偏离,则再次重复测量,最少有 5 次测量值较为接近为止;

(9)、求得上述 5 次测量的平均值,作为待测大气的吸收系数;

(10)、更换其他波长的激光束,按照上述步骤操作,总结不同波长之间的规律;

(11)、上述 10 个步骤构成大气吸收系数的静态测量,开启样品入口,重新启动抽气泵并一直运行,重复步骤 6,所测值形成与测量时间的谱图,此过程为大气吸收系数的动态测量。

3. 根据权利要求 1 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:所述储样管的内径为  $80\text{mm}$ ,长度为  $1000\text{mm}$ ;所述样品入口的内径为  $30\text{mm}$ ,它的中轴线距 A 端面  $30\text{mm}$ ,所述样品出口的的内径为  $15\text{mm}$ ,它的中轴线距 B 端面  $15\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:在非实验条件下,所述的样品入口和样品出口均处于封闭状态。

5. 根据权利要求 1 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:所述的机械补偿变焦距系统为两个移动组元的正组补偿变焦系统,包括补偿组、后固定组、变倍

组和前固定组。

6. 根据权利要求 1 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:所述的储样管采用铸铝制成,保持储样管内表面的粗糙并做发黑处理,单位时间内储样管的进样量小于储样管体积,所述的储样管可近似视为缓冲池,即新进样品的流动对储样管内已有待测样品的影响较小。

7. 根据权利要求 2 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的方法,其特征在于:对大气吸收系数可以静态检测,也可以动态检测,静态检测为误差范围内 5 次测量结果的平均,更换不同波长的激光束,考察吸收系数和波长之间的关系,动态检测为考察大气吸收系数随时间的变化规律。

## 基于相位微扰测量大气吸收系数的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种实时测定大气吸收系数的新方法,它可以有效测量不同波长对应光束的大气吸收系数,可以观察大气吸收系数随时间的变化规律。

### 背景技术

[0002] 大气的存在直接影响了光的传播,造成光在大气中的衰减。大气对光的衰减由散射和吸收两个部分组成,散射改变光的空间分布,其效果是改变到达地表的辐射从而增加了辐射能量空间分布的复杂性,吸收则一方面减少了到达地表的辐射能量,另一方面被吸收的辐射能量随即释放,对大气进行加热,直接导致气温变化乃至改变正常的大气层结,影响了地区和全球的辐射平衡,是全球气候变化的重要原因之一。到目前为止,世界范围内仍十分缺乏大气折射率虚部的资料,而折射率虚部的精确测定依赖于吸收系数的可靠测量。当强激光在大气中传输时,大气因吸收激光而被加热膨胀,密度降低,导致局部折射率减小,对于初始光强分布为高斯或类高斯分布的激光束,光束中心区域的光向周围折射率较大的区域折射而发散,产生激光束的波前畸变和光束扩展,形成热晕现象。因此,测量大气的光吸收系数对气溶胶辐射气候效应及全球气候变化研究将起到重要作用,对研究光在大气中的传输也有着重大的实际意义。

[0003] 已有大气吸收系数的测量方法,无论是基于光传输还是基于能量收支,出发点大都是围绕两个方面:一、解决吸收系数小的问题,二、解决吸收总是和散射一起出现的问题。

[0004] 解决吸收系数小的问题通常采用富集气溶胶样品的方法。把较大体积中的粒子通过抽气泵以速度  $v$  收集到滤膜上,通过测量透射光的电压获得总的吸收。测量时将一束光通过分光镜分为两路平行光,一路作为参考光,直接通过大气传输,另一路作为信号光,通过半径为  $r$  的光管传输。用真空泵抽气使气溶胶粒子聚集在过滤膜上,过滤膜相当于一个漫反射基片,过滤膜后面的光管镀高反射膜以收集前向散射光,这样散射对光吸收测量的影响可忽略。测出参考光路和信号光路进样前后的电压  $U_{10}$ 、 $u_{10}$ 、 $U_{20}$ 、 $u_{20}$ ,即可得到所测气溶胶的吸收系数

$$E_a = \frac{\pi \cdot r^2}{vt} \cdot \ln \frac{U_{20} u_{10}}{U_{10} u_{20}}。$$

[0005] 解决吸收总是和散射一起出现的问题通常采用积分方法。Hagon 提出的“滤膜反射法”就是如此:设有三个面积为  $A$  的不透明滤膜——白色滤膜(空白)、富集有气溶胶粒子的灰色样品滤膜和黑色滤膜,以一光源照射并在光源一侧某点用光电元件分别测量来自三个滤膜表面的反射光强  $I_w$ 、 $I_s$  和  $I_b$ 。在光源光强一定情况下,  $I_w$  和  $I_b$  的值是一定的,而  $I_s$

随粒子富集量多少而定。来自样品灰色表面的反射部分为  $R = \frac{I_s - I_w}{I_w - I_b}$ ,气溶胶的吸收系数

$$\text{为 } E = \frac{1 - R}{v \cdot t / A}。$$

[0006] 毫无疑问,上述方法不存在实时性方面的考虑,处于沉缩状态的待测粒子和它在大气中的状态不同;粒子中有些是吸湿性的盐类,它随环境温度和湿度会发生变化,粒子中

也有可能含有一些易挥发性物质,在采集过程中可能挥发,甚至收集起来的粒子相互还会发生一些化学变化等等,另外多重粒子的重叠,其作用目前尚无法估计。

[0007] 粒子吸收的热效应会造成空气温度的微小变化,温度变化可转换为声信号加以检测和处理,通过光-声信号和粒子吸收的联系可以测量大气的吸收系数,这种方法一般不需要样品浓集,消除了散射光对吸收系数测量的影响,也比较接近实际大气的情况,但不同粒径范围的大气气溶胶粒子用光声法测量吸收系数时对声谱仪的选择性,限制了该方法的测量精度。

[0008] 总之,测量大气吸收系数对光在大气中的传输研究意义重大,对气溶胶辐射气候效应及全球气候变化研究也有重要作用,但现有测量方法远远不能满足应用上的需要,毋庸置疑,大气吸收系数快速简便的测量方法探讨已经成为一个急需深入研究的课题。

## 发明内容

[0009] 本发明的目的在于针对现有大气吸收系数测量手段的不足,提供一种实时测量大气吸收系数的新方法,通过简单采样,该方法可以有效测量多种天气条件下的大气吸收系数。

[0010] 本发明的技术方案如下:

[0011] 一种基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,包括有储样管,其特征在于:所述储样管的前、后端分别设有样品入、出口,所述的样品入口与储样管的接合处设有滤网,根据所测样品所含粒子的大小更换不同目数的滤网,所述的样品出口处安装有抽气泵;所述储样管的前端设有入光口并安装有机补偿变焦距系统,所述的机械补偿变焦距系统将波长在 400 ~ 1000nm 内的激光束转变为直径 30mm 的平行光束,所述入光口的外侧设有激光光源,所述储样管的后端设有出光口并安装有消光管;包括有光纤干涉仪,所述光纤干涉仪具有测量臂和参考臂,所述测量臂的两个端口伸入到所述的储样管内且其间隔略大于光束直径。

[0012] 一种基于相位微扰测量大气吸收系数的方法,其特征在于:其具体包括以下步骤:

[0013] (1)、校正光纤干涉仪的测量臂端口位置,使其能够接收能量达到极大值,从而实现测量臂端口的严格对准;

[0014] (2)、在储样管的样品出入口封闭的情况下,储样管内部大气可视为静止大气,通过调节光纤干涉仪处于 Q 点;

[0015] (3)、选定能量已知的激光光源,反复调节机械补偿变焦距系统,直至获得符合要求的最佳平行光束,然后将光束直径约束为 30mm,并使得光束轴心线与储样管的轴心线重合,光束在通过储样管后全部通过出光孔进入消光管;

[0016] (4)、关闭激光光源,打开样品出入口,根据待测大气选择合适目数的滤网并保证其干净,开启样品出口处的抽气泵;抽气泵的抽速为 3l/min,2 分钟内即可置换储样管内的所有大气为环境大气;

[0017] (5)、关闭抽气泵,密封样品入口,再次微调光纤干涉仪 Q 点至最佳;

[0018] (6)、开启激光光源,大气吸收系数会在短暂的时间内迅速上升,选择曲率降为初

始曲率的  $\frac{1}{e}$  点作为吸收系数的测量值,此时吸收的热量已开始扩散,不可再等效为等压过程;

[0019] (7)、关闭激光光源,等待光纤干涉仪回到初始值且平稳后,重复 4 次步骤 6,总的测量时间实验估算值在 1 分钟以内;

[0020] (8)、如果在上述测量过程中,某一次的测量数据出现明显偏离,则再次重复测量,最少有 5 次测量值较为接近为止;

[0021] (9)、求得上述 5 次测量的平均值,作为待测大气的吸收系数;

[0022] (10)、更换其他波长的激光束,按照上述步骤操作,总结不同波长之间的规律;

[0023] (11)、上述 10 个步骤构成大气吸收系数的静态测量,开启样品入口,重新启动抽气泵并一直运行,重复步骤 6,所测值形成与测量时间的谱图,此过程为大气吸收系数的动态测量。

[0024] 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:所述储样管的内径为 80mm,长度为 1000mm;所述样品入口的内径为 30mm,它的中轴线距 A 端面 30mm,所述样品出口的内径为 15mm,它的中轴线距 B 端面 15mm。

[0025] 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:在非实验条件下,所述的样品入口和样品出口均处于封闭状态。

[0026] 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:所述的机械补偿变焦距系统为两个移动组元的正组补偿变焦系统,包括补偿组、后固定组、变倍组和前固定组。

[0027] 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,其特征在于:所述的储样管采用铸铝制成,保持储样管内表面的粗糙并做发黑处理,单位时间内储样管的进样量小于储样管体积,所述的储样管可近似视为缓冲池,即新进样品的流动对储样管内已有待测样品的影响较小。

[0028] 所述的基于相位微扰测量大气吸收系数的方法,其特征在于:对大气吸收系数可以静态检测,也可以动态检测,静态检测为误差范围内 5 次测量结果的平均,更换不同波长的激光束,考察吸收系数和波长之间的关系,动态检测为考察大气吸收系数随时间的变化规律。

[0029] 本发明的理论依据是:当激光在大气中传输时,大气因吸收激光能量将导致光路上的大气折射率产生极小量的下降,该微扰过程可以近似为等压过程。在保证入射光为平行光的前提下,取光路中部的代表点作为测量基准点,通过测量该点折射率的减小量可以反推温度的增加值,如公式(1)所示:

$$[0030] \quad \Delta n = -\frac{7.86 \times 10^{-4} P}{T^2} \Delta T \quad (1)$$

[0031] 式(1)中  $n$  为大气折射率,气压  $P$  的单位为 kPa,温度  $T$  的单位为 K。由上式可知,大气折射率的改变只与温度因素有关。空气所吸收热量可以表示为温度升高量的函数:

$$[0032] \quad \Delta Q = C_m \Delta T \quad (2)$$

[0033] 式(2)中  $\Delta Q$  为空气吸收的热量, $C$  为空气的比热容 ( $1006 \text{ J} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ), $m$  为光束内的空气质量(空气的平均密度为  $1.29 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )。将空气质量换算成空气体积  $V$ ,大气吸收

系数可以表示为：

$$[0034] \quad a = \frac{Cm\Delta T}{Q} = -\frac{1.65 \times 10^6 T^2 V}{PQ} \Delta n \quad (3)$$

[0035] 式 (3) 中入射光能量  $Q$  的单位为 J, 空气体积  $V$  的单位为  $m^3$ 。依据上述理论, 设计出大气吸收系数的测量方法。

[0036] 折射率变化量的测量是通过光纤干涉仪实现的。

[0037] 光纤干涉仪通过分振幅干涉法将两个光路上的相位差  $\Delta\phi$  转化成输出光强。通常称通往待测环境下的光路为测量臂, 用于工作点控制的光路为参考臂。如果测量臂未受扰动, 则测量臂与参考臂之间的光程差稳定不变, 因此光波在光纤耦合器上相干叠加后, 其输出光强也保持稳定。如果测量臂上的相位受环境的扰动发生变化, 则测量臂与参考臂之间的光程差也发生相应的改变, 最终导致干涉仪的输出光强也发生变化。光纤干涉仪的输出光强是相位差的函数, 即

[0038]

$$I_0 = I_1 + I_2 \pm 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\phi) \quad (4)$$

[0039] 选择输出光强的变化量与相位差的变化量为线性关系的区间, 光强变化对相位变化最为敏感, 对数据处理也是最好的, 当  $\Delta\phi = \left(m + \frac{1}{2}\right)\pi$  ( $m$  为整数) 时, 附近小角度内就满足上述要求, 通常称  $\Delta\phi = \left(m + \frac{1}{2}\right)\pi$  ( $m$  为整数) 所处的位置为 Q 点。通过数据采集卡的 D/A

A 输出给定一个基准电压  $V_{ref}$ , 然后从光探测器上直接截取平均电压  $V_{dc}$ , 再将  $\Delta V = V_{dc} - V_{ref}$  按一定的比例放大后, 经过低通滤波器后加载到压电陶瓷上。调节放大倍率使得  $\Delta V$  在相位调制器上产生的相位变化正好与漂移相位相抵消, 便可将光纤干涉仪控制在 Q 点。

[0040] 在某些晶体材料上施加一定的压力, 会产生有效的电荷积累, 这种现象称为“压电效应”。反之, 在这些晶体上施加一定的电压后, 其形状也会发生改变, 此即“逆压电效应”。很多单晶材料如石英和人工合成的多晶体压电陶瓷复合材料, 如钛酸钡和钛酸锆 (PZT) 等都具有压电性质。压电陶瓷利用“逆压电效应”来改变光纤的长度, 从而达到改变光相位的目的。

[0041] 当光纤被拉伸  $\Delta l$  后, 其中光相位的改变量为：

[0042]

$$\Delta\phi = \frac{4\pi n N \Delta l}{\lambda} \quad (5)$$

[0043] 其中  $\lambda$  为激光波长,  $n$  为纤芯折射率,  $N$  为光纤缠绕的圈数。

[0044] 位移  $\Delta l$  与系数  $d_{33}$  及施加的电压  $\Delta V$  成正比, 且有：

$$[0045] \quad \Delta l = d_{33} \Delta V \quad (6)$$

[0046] 设光探测器的功率转换系数为  $\beta$ , 则光纤干涉仪的两路输出电压  $V_1$  和  $V_2$  分别为：

[0047]

$$V_1 = a - b \cos(\Delta\phi) \quad (7)$$

[0048] 和



[0049]

$$V_2 = a + b \cos(\Delta\varphi) \quad (8)$$

[0050] 式中  $a = \beta (I_1 + I_2)$ ,  $b = 2\beta\sqrt{I_1 I_2}$ , 采用如下算法进行定标和相位的获取: 首先根据光纤干涉仪输出电压与相位差之间的关系, 采集得到输出电压时间序列, 再搜索得到  $V_{\max} = a + b$  和  $V_{\min} = a - b$ , 算出  $a = (V_{\max} + V_{\min})/2$  和  $b = |V_{\max} - V_{\min}|/2$ 。将标定好的  $a$  和  $b$  带入公式  $\Delta\varphi = \arccos[(a - V_1)/b]$  即可获取瞬时相位差  $\Delta\varphi$  及其在  $Q$  点附近的起伏量  $\Delta\varphi' = \Delta\varphi - \frac{\pi}{2}$ 。令光纤出口间的空气间距为  $l$ , 则可得到空间距离  $l$  上的平均折射率起伏量  $\Delta n$ :

[0051]

$$\Delta n = \frac{\lambda}{2\pi l} \Delta\varphi' \quad (9)$$

[0052] 将上式代入公式 (3), 得:

[0053]

$$a = -\frac{1.65 \times 10^6 T^2 V}{PQ} \Delta n = -\frac{1.65 \times 10^6 T^2 V \lambda}{2\pi l PQ} \Delta\varphi' \quad (10)$$

[0054] 光束覆盖的待测大气体积  $V = \pi r^2 \cdot L$ , 在本专利中, 光纤干涉仪两测量臂光纤端口的距离为  $l = 0.04\text{m}$ , 光束半径  $r = 0.015\text{m}$ , 光束长度  $L = 1\text{m}$ , 因此, 吸收系数最终可以表示为:

[0055]

$$a = -\frac{4.64 \times 10^3 T^2 \lambda}{PQ} \Delta\varphi' \quad (11)$$

[0056] 本发明的有益效果:

[0057] 本发明建立了相位微扰和大气吸收系数之间的关系, 基于相位微扰进行数据测量, 检测速度快, 灵敏度高, 测量过程中大气状态保持不变, 将散射和吸收对大气的作用有效的分离开来; 另外, 本发明的大气吸收系数的测量为非接触测量, 测量数据真实的反映了大气状况。

## 附图说明

[0058] 图 1 为本发明结构示意图。

[0059] 图 2 压电陶瓷的位移电压关系曲线。

[0060] 图 3 为本发明正组补偿光学系统原理图。

[0061] 图 4 为本发明正组补偿光学系统 zemax 优化图

[0062] 图 5 为本发明光纤干涉仪的结构示意图, 其中 1 表示光纤干涉仪, 2 表示嵌测量臂, 3 表示光纤调整旋钮。

[0063] 图 6 为本发明光纤干涉仪工作原理图, 其中 1 表示光源, 2 表示单模光纤, 3 表示光纤耦合器, 4 表示测量臂, 5 表示参考臂, 6 表示光纤校准头, 7 表示待测大气, 8 表示光电转换器, 9 表示附光纤的压电陶瓷, 10 表示压电陶瓷控制电压信号。

[0064] 图 7 为本发明消光管工作原理。

## 具体实施方式

[0065] 参见图 1、2、3、4、5、6、7,一种基于相位微扰测量大气吸收系数的装置,包括有储样管 3,储样管 3 的前、后端分别设有样品入、出口 2、5,样品入口 2 与储样管 3 的接合处设有滤网,根据所测样品所含粒子的大小更换不同目数的滤网,以防止沙尘暴等极端天气下过大粒子对实验结果带来的不利影响,样品出口 5 处安装有抽气泵;储样管 3 的前端设有入光口并安装有机补偿变焦距系统,机械补偿变焦距系统将波长在 400 ~ 1000nm 内的激光束转变为直径 30mm 的平行光束,入光口的外侧设有激光光源,储样管 3 的后端设有出光口并安装有消光管 6;储样管 3 的中部外安装有光纤干涉仪 4,光纤干涉仪 4 具有测量臂和参考臂,测量臂的两个端口伸入到储样管 3 内且其间隔略大于光束直径。

[0066] 一种基于相位微扰测量大气吸收系数的方法,具体包括以下步骤:

[0067] (1)、利用示波器或自行编写的光纤干涉仪程序,通过调整测量臂端口的光纤调整旋钮,校正光纤干涉仪的测量臂端口位置,使其能够接收能量达到极大值,从而实现测量臂端口的严格对准;

[0068] (2)、在储样管的样品出入口封闭的情况下,储样管内部大气可视为静止大气,通过调节压电陶瓷产生的控制信号,使得光纤干涉仪处于 Q 点;

[0069] (3)、选定能量已知的激光光源,反复调节机械补偿变焦距系统,直至获得符合要求的最佳平行光束,然后将光束直径约束为 30mm,并使得光束轴心线与储样管的轴心线重合,光束在通过储样管后全部通过出光孔进入消光管;

[0070] (4)、关闭激光光源,打开样品出入口,根据待测大气选择合适目数的滤网并保证其干净,开启样品出口处的抽气泵;抽气泵的抽速为 31/min,2 分钟内即可置换储样管内的所有大气为环境大气;

[0071] (5)、关闭抽气泵,密封样品入口,再次通过压电陶瓷产生的控制信号微调光纤干涉仪严格至 Q 点;

[0072] (6)、开启激光光源,大气吸收系数会在短暂的时间内迅速上升,选择曲率降为初始曲率的  $\frac{1}{e}$  点作为吸收系数的测量值,此时吸收的热量已开始扩散,不可再等效为等压过程;

[0073] (7)、关闭激光光源,等待光纤干涉仪回到初始值且平稳后,重复 4 次步骤 6,总的测量时间实验估算值在 1 分钟以内;

[0074] (8)、如果在上述测量过程中,某一次的测量数据出现明显偏离,则再次重复测量,最少有 5 次测量值较为接近为止;

[0075] (9)、求得上述 5 次测量的平均值,作为待测大气的吸收系数;

[0076] (10)、更换其他波长的激光束,按照上述步骤操作,总结不同波长之间的规律;

[0077] (11)、上述 10 个步骤构成大气吸收系数的静态测量,开启样品入口,重新启动抽气泵并一直运行,重复步骤 6,所测值形成与测量时间的谱图,此过程为大气吸收系数的动态测量。

[0078] 储样管的内径为 80mm,长度为 1000mm;样品入口的内径为 30mm,它的中轴线距 A 端面 30mm,样品出口的的内径为 15mm,它的中轴线距 B 端面 15mm。

[0079] 在非实验条件下,样品入口和样品出口均处于封闭状态。

[0080] 机械补偿变焦距系统为两个移动组元的正组补偿变焦系统,包括补偿组、后固定

组、变倍组和前固定组。

[0081] 储样管采用铸铝制成,保持储样管内表面的粗糙并做发黑处理,单位时间内储样管的进样量小于储样管体积,储样管可近似视为缓冲池,即新进样品的流动对储样管内已有待测样品的影响较小。

[0082] 对大气吸收系数可以静态检测,也可以动态检测,静态检测为误差范围内 5 次测量结果的平均,更换不同波长的激光束,考察吸收系数和波长之间的关系,动态检测为考察大气吸收系数随时间的变化规律。

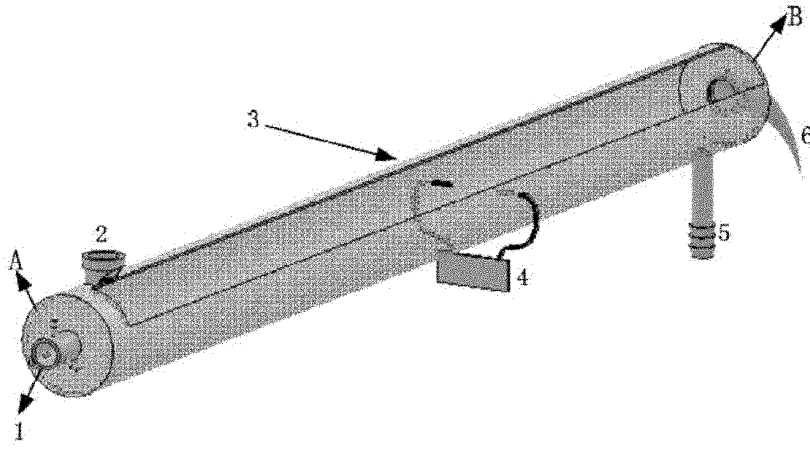


图 1

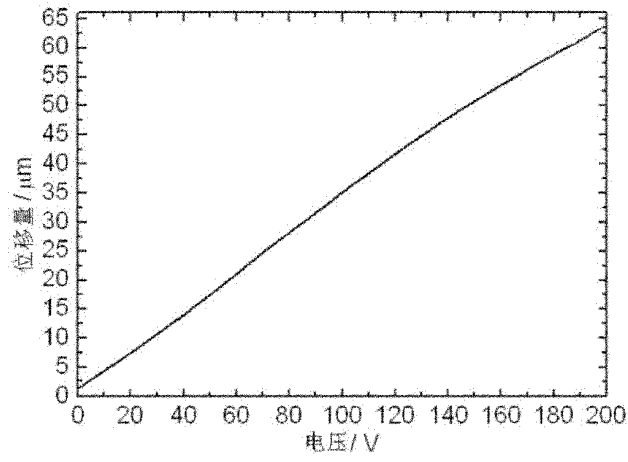


图 2

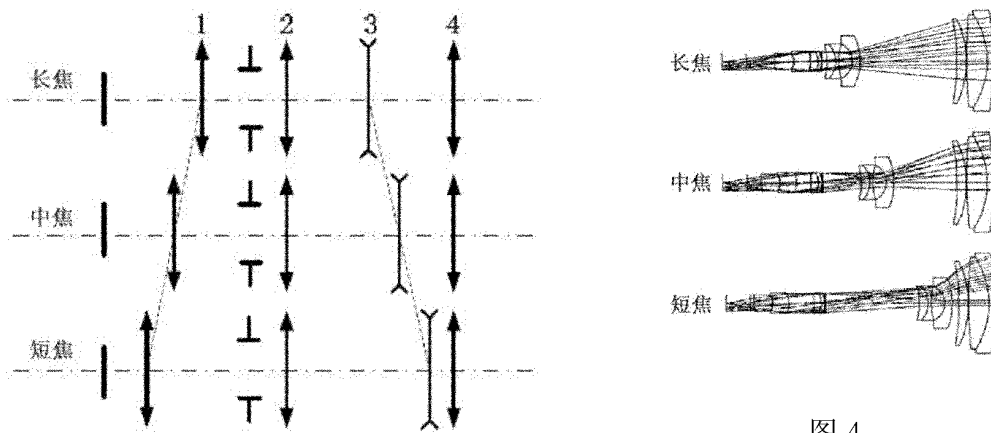


图 4

图 3

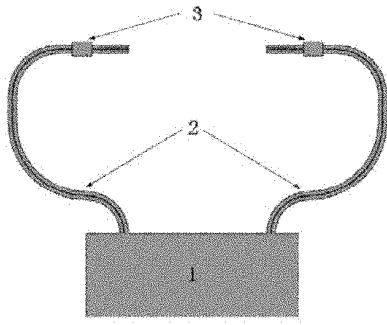


图 5

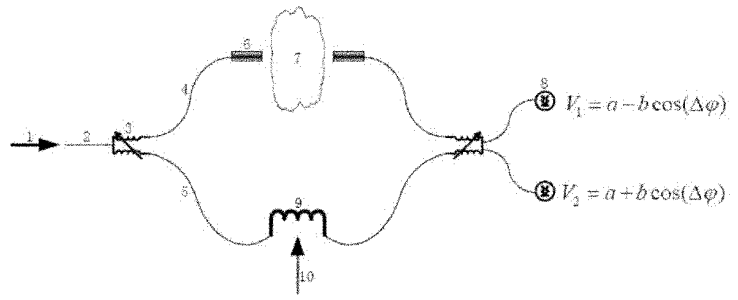


图 6

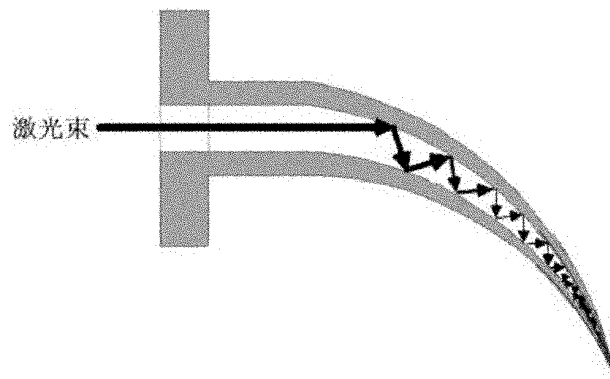


图 7