



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204832027 U

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201520320256. 0

(22) 申请日 2015. 05. 18

(73) 专利权人 南京邮电大学

地址 210023 江苏省南京市栖霞区文苑路9号

(72) 发明人 万静 杨俊强 沈亚婷 应紫薇
韦云亮 薛凤兰 吴凌寻 梁忠诚

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 汪旭东

(51) Int. Cl.
G01N 21/41(2006. 01)
G01N 21/01(2006. 01)

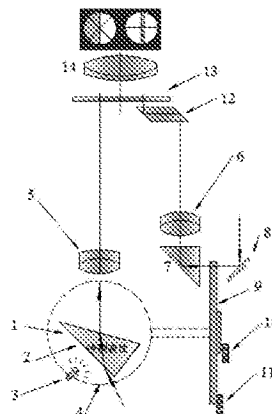
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种基于液体棱镜的折射仪

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于液体棱镜的折射仪,属于液体折射率测量器件的技术领域。该折射仪包括一个液体棱镜1、LED光源3、可旋转载物台4、成像物镜5、读数物镜6、反射棱镜7、反光镜8、折射率刻度盘9、粗调转动手轮10、微调转动手轮11、折转棱镜12、分划板13、目镜14,其中成像物镜5、分划板13与目镜14构成成像光学系统,读数物镜6、反射棱镜7、反光镜8、折射率刻度盘9、粗调转动手轮10、微调转动手轮11、折转棱镜12、分划板13、目镜14构成读数/测量系统。而构建液体棱镜1的中空三棱镜采用无折射率大小限制的透明材料,光入射面外侧打磨成毛面,且其光入射面和出射面夹角为30°,上底面带有一个活动盖,用于罐装和倾倒入液体。



1. 一种基于液体棱镜的折射仪,其特征在于,所述折射仪包括一个液体棱镜(1)、入射面(2)、LED光源(3)、可旋转载物台(4)、成像物镜(5)、读数物镜(6)、反射棱镜(7)、反光镜(8)、透明折射率刻度盘(9)、粗调转动手轮(10)、微调转动手轮(11)、折转棱镜(12)、分划板(13)、目镜(14);所述的成像物镜(5)、分划板(13)与目镜(14)组成成像光学系统;读数物镜(6)、反射棱镜(7)、反光镜(8)、折射率刻度盘(9)、粗调转动手轮(10)、微调转动手轮(11)、折转棱镜(12)、分划板(13)、目镜(14)组成读数/测量系统。

2. 根据权利要求1所述的一种基于液体棱镜的折射仪,其特征在于,所述的粗调转动手轮(10)和微调转动手轮(11)的连动装置将液体棱镜(1)与透明折射率刻度盘(9)同时转动;利用成像光学系统和读数/测量系统直接测出液体折射率的值。

一种基于液体棱镜的折射仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于液体棱镜的新型测量液体折射率的折射仪结构及其工作原理,属于液体折射率及液体浓度、密度测量器件的技术领域。

背景技术

[0002] 折射仪是测量固体、液体折射率的工具,广泛应用于石油工业、日用化工、制药工业、制漆工业、制糖工业和地质勘察,以及科研实验等。各种液体的密度、浓度、温度等物理量的变化均会引起折射率的变化,所以通过测量折射率还可分析物质的成分或性质。目前国内外最常用的是阿贝折射仪。阿贝折射仪和常见的折射仪特点如下:

[0003] (1) 刻度式手持折射仪:体积小,测量方便,目视读数,价格稍贵;

[0004] (2) 手持数字式折射仪:体积小,测量方便,数显读数,价格稍贵;

[0005] (3) 阿贝折射仪:精度高,操作简单,测量快速,不消耗化学试剂,无化学污染,价格较便宜;

[0006] (4) 台式数显折光仪:简单易操作,准确度高,价格较贵;

[0007] (5) 在线折射仪:可在线实时监测样品折射率,各种自定义浓度以及温度等,价格较贵。阿贝折射仪相对比较便宜,精度较高,但是其折射率测量范围为 1.3000 ~ 1.7000,比较窄。

[0008] 随着诸如离子液体、液态聚合物等液体的新型品种不断涌现,液体材料的折射率范围不断扩大,约为 1.4 ~ 2.5,例如 [BMIM][I₃]⁻ 的折射率为 2.4, [HMIM][I₃]⁻ 的折射率为 1.88 等。阿贝折射仪已不能满足这些新型液体材料的测量需要。国外有的微棱镜折射仪虽然测量范围可达到 1.8 ~ 2.5,但是价位却要几十万,成本高。因而设计成本低、测量范围大的折射仪成为市场需要。

[0009] 液体棱镜是一种以液体为主体构成的棱镜。通过在中空棱镜中填充液体与否或通过调节液体浓度、改变液体种类等来灵活改变液体棱镜的光学性质,构建一个光学性质可调的系统。

[0010] 目前阿贝折射仪等棱镜式折射率测量仪器通常选用几个固体棱镜加成像、读数光学系统及附件构成,采用的测量方法有:偏折角测量法、最小偏向角测量法、临界角全反射法、全息干涉法以及表面等离子体共振 (SPR) 法等。缺点是要使用几个固体棱镜,要么将几个固体棱镜浸入待测液体,要么几个固体棱镜间隙间填充液体(如阿贝折射仪),结构较复杂;而且由于折射率测量受固体棱镜材料折射率的限制,一般折射率测量范围为 1.3000 ~ 1.7000。国外虽然有可测 2.0000 ~ 3.0000 的折射仪,但价格高,要几十万。而本实用新型能够很好地解决上面的问题,提供了结构简单、测量范围大、其成本比阿贝折射仪还低的折射仪。

发明内容

[0011] 本实用新型旨在提出一种基于液体棱镜的折射仪,该折射仪能解决上述阿贝折射

仪等棱镜式测量仪器中折射率测量范围不大、结构较复杂的问题,并且降低了成本。

[0012] 本实用新型解决其技术问题所采取的技术方案是:本实用新型提供了一种基于液体棱镜的折射仪,如附图 1,该折射仪包括一个液体棱镜 1、入射面 2、LED 光源 3、可旋转载物台 4、成像物镜 5、读数物镜 6、反射棱镜 7、反光镜 8、透明折射率刻度盘 9、粗调转动手轮 10、微调转动手轮 11、折转棱镜 12、分划板 13、目镜 14。所述的成像物镜 5、分划板 13 与目镜 14 构成成像光学系统,读数物镜 6、反射棱镜 7、反光镜 8、透明折射率刻度盘 9、粗调转动手轮 10、微调转动手轮 11、折转棱镜 12、分划板 13、目镜 14 组成读数 / 测量系统。

[0013] 本实用新型所述的构建液体棱镜 1 所需的中空三棱镜的入射面和出射面夹角等于 30° ,且中空三棱镜的光入射面外侧打磨成毛面,其上部的底面带有一个活动盖,用于罐装和倾倒液体,充入待测液体构成一个液体棱镜。

[0014] 本实用新型所述的粗调转动手轮 10 和微调转动手轮 11 的连动装置将液体棱镜 1 与透明折射率刻度盘 9 同时转动;利用成像光学系统和读数 / 测量系统直接测出液体折射率的值。

[0015] 有益效果:

[0016] 1、本实用新型利用待测液体本身作为光学棱镜,仅使用一个液体棱镜代替常用阿贝折射仪中的几个固体棱镜,简化了结构,减轻了重量,使之成本比阿贝折射仪还低。

[0017] 2、本实用新型的液体棱镜折射仪比阿贝这类一般棱镜折射仪具有更广的折射率测量范围,同时又比国外可测量大折射率的折射仪成本低许多。

[0018] 3、可以避免阿贝折射仪等固体棱镜折射仪中由于液体非均匀涂抹漏光导致的测量误差,准确性更高。

[0019] 4、本实用新型折射率测量范围不受固体棱镜材料的折射率大小限制,突破了阿贝阿贝这类一般棱镜折射仪的局限性。

[0020] 5、本实用新型液体棱镜折射仪易于制作,且易于转化为生产推广到市场。

附图说明

[0021] 图 1 为本实用新型的结构示意图:

[0022] 标识说明:1- 液体棱镜;2- 入射面;3-LED 光源;4- 可旋转载物台;5- 成像物镜;6- 读数物镜,7- 反射棱镜;8- 反光镜;9- 透明折射率刻度盘;10- 粗调转动手轮;11- 微调转动手轮;12- 折转棱镜;13- 分划板;14- 目镜。

[0023] 图 2 为液体棱镜示意图。

[0024] 标识说明:15- 棱镜光入射面;16- 棱镜光出射面;17- 中空的三棱镜活动盖。

[0025] 图 3 为利用液体棱镜基于掠入射法测量液体折射率的原理示意图。

[0026] 标识说明:15- 棱镜光入射面;16- 棱镜光出射面;虚线为填充的液体; $\theta_0 \sim \theta_5$ 为光在各个界面的入、折射角;后方“明”“暗”圈图表示探测器接收到的两个明暗视场及交界线。

具体实施方式

[0027] 下面结合说明书附图对本发明创造作进一步的详细说明。

[0028] 如附图 1,本实用新型包括一个液体棱镜 1、LED 光源 3、可旋转载物台 4、成像物镜

5、读数物镜 6、反射棱镜 7、反光镜 8、透明折射率刻度盘 9、粗调转动手轮 10、微调转动手轮 11、折转棱镜 12、分划板 13、目镜 14。其中成像物镜 5、分划板 13 与目镜 14 组成成像光学系统。读数物镜 6、反射棱镜 7、反光镜 8、透明折射率刻度盘 9、粗调转动手轮 10、微调转动手轮 11、折转棱镜 12、分划板 13、目镜 14 组成读数 / 测量系统。

[0029] 本实用新型具体实施过程包括：首先将待测液体注入到中空三棱镜中形成液体棱镜 1，来自单色 LED 光源 3 的光入射液体棱镜表面 2，由于棱镜的入射面 2 已打磨成毛面，使得入射光线为全漫射光，经液体棱镜 1 折射，再经后方成像物镜 5 和目镜 14 成像，在目镜后方可观察到像方视场分为明暗两个区。然后通过粗调转动手轮 10 与微调转动手轮 11 旋转载物台 4，带动液体棱镜 1 转动，使像方视场中的明暗分界线位于分划板 13 左侧的中心位置，此时，透明折射率刻度盘 9 随载物台 4 同时连体转动，对应折射率数字通过读数物镜 6 和目镜 14 也成像于分划板右侧，最后在目镜 14 后方直接读出液体折射率值。反光镜 8 的作用是采集外部光照亮折射率刻度盘 9。反射棱镜 7 起光路折转作用。利用折射率与液体浓度、密度关系可进一步得到相应液体浓度、密度值。

[0030] 如附图 2，本实用新型液体棱镜由中空三棱镜内填充液体构成，中空三棱镜采用无折射率大小限制的透明材料，光入射面 2 外侧打磨成毛面，且其光入射面 2 和出射面 3 夹角等于 30° ，上底面 1 带有一个活动盖，用于罐装和倾倒液体，当液体充入时，即构成一个液体棱镜。使用时，将液体棱镜置于载物台上，使棱镜的一边与圆形载物台的直径重合，载物台可以旋转。

[0031] 测量原理如附图 3 所示：本实用新型使用的液体棱镜顶角是 α 。LED 单色光入射，在液体棱镜入射面 2 形成全方向漫射光。假设液体折射率为 n_1 ，棱镜壁折射率为 n_g ，根据 Snell 定律：

$$[0032] \quad \sin \theta_0 = n_g \sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_2$$

$$[0033] \quad n_1 \sin \theta_3 = n_g \sin \theta_4 = \sin \theta_5$$

$$[0034] \quad \text{又 } \theta_3 = \alpha - \theta_2$$

[0035] 假设当光掠入射，即入射角 $\theta_0 = 90^\circ$ 时，位于空心棱镜面 2 内侧的液体介质中和棱镜出射面 3 后方空气中的折射角为 θ_c 和 φ ，有：

$$[0036] \quad \sin \theta_c = \frac{1}{n_1}$$

[0037] 并可由上述几个公式推导出液体折射率测量公式如下：

[0038]

$$n_1 = \sqrt{1 + (\cot \alpha + \sin \varphi / \sin \alpha)^2}$$

[0039] 由上述公式可知 n_1 与空心棱镜壁折射率无关，所以折射率测量范围不受空心棱镜壁材料折射率的限制。液体相当于一个独立的棱镜，这一点突破了阿贝折射仪的局限性。

[0040] 任何一条入射角小于 90° 的光线在棱镜出射面 3 后方的折射角 θ_5 大于 φ ，光线位于掠入射光线外侧。后方像视场出现明暗两个区，明暗交界线即为掠入射光线在棱镜后方出射的位置。若通过光接收器件测得折射角 φ 的值，即明暗交界线位置，则可由液体折射率测量公式得出待测液体的折射率。进一步可由折射率与浓度、密度的关系推导出待测液体的浓度、密度。

[0041] 综上所述,液体棱镜顶角 α 决定了折射率测量范围,顶角 α 不同,测量范围不同。当棱镜顶角 $\alpha = 30^\circ$ 时,液体折射率测量范围为:1.0000 ~ 3.8600。

[0042] 本实用新型用一个液体棱镜代替前述阿贝等棱镜折射仪中的几个固体棱镜,基于掠入射原理测量液体折射率。相比阿贝折射仪,具有更广的测量范围,在液体棱镜顶角为 30° 时,可测折射率范围达 1.0000-3.8600。而且用一个液体棱镜代替多个固体棱镜后,结构变简单,重量变轻,成本更低,同时可以避免阿贝折射仪等固体棱镜折射仪中由于液体非均匀涂抹漏光导致的测量误差,准确性更高,且易于转化成产品。

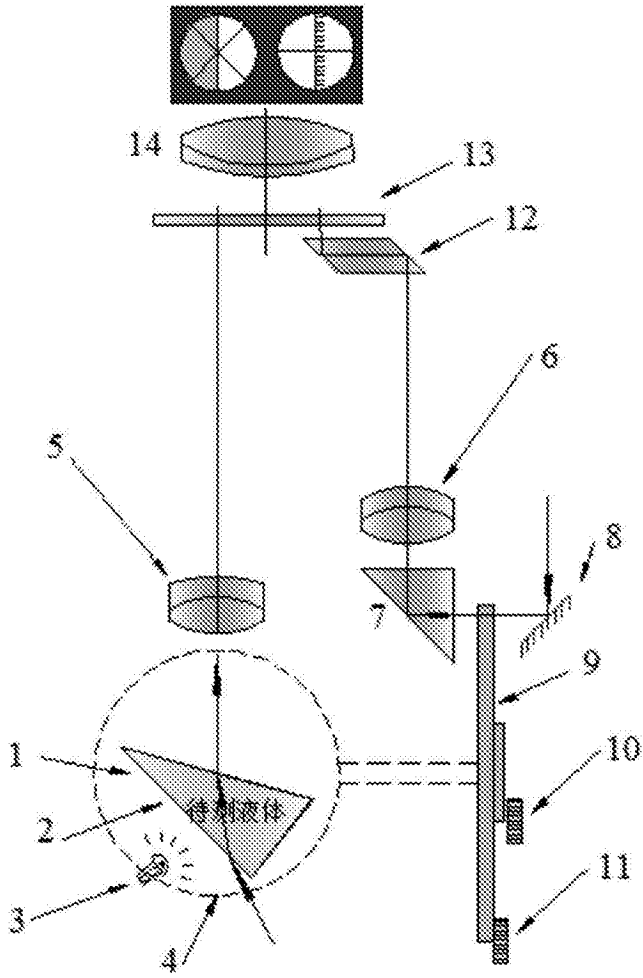


图 1

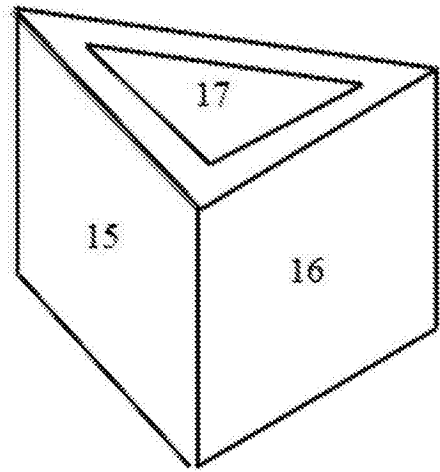


图 2

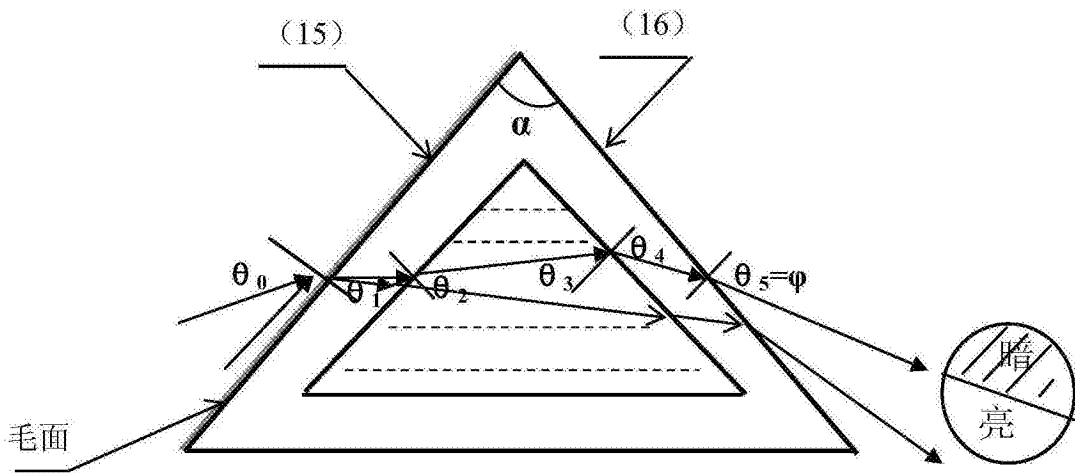


图 3