

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 15/02 (2006.01)

G01N 15/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910047316.5

[43] 公开日 2009年8月12日

[11] 公开号 CN 101504352A

[22] 申请日 2009.3.10

[21] 申请号 200910047316.5

[71] 申请人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

[72] 发明人 沈建琪 卢进灯

[74] 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司

代理人 吴宝根

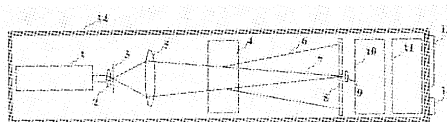
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

[54] 发明名称

厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置

[57] 摘要

本发明涉及一种厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，利用会聚的同心单色光照射下颗粒的光散射和吸收特征，同时探测散射光在前向分布信号和入射光透过率信号，由此得到颗粒的粒径分布和浓度信息。测量装置集成在一个探针内，使用嵌入式信号处理系统代替PC系统进行信号采集与数据处理，具有体积小、测量实时、工作状态稳定的优点，适合在线安装。可测量在0.3微米至1千微米之间的颗粒粒径分布和浓度。厚样品池允许测量对象顺畅流经测量区从而提高采样准确性和提高测量精度。缩小了测量装置体积，实现便携化，使得本装置可应用于野外作业和在线测量。



1、一种厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，其特征在于，包括光源模块、样品池、探测模块、嵌入式信号处理模块，所述模块集成在一个探针内，所述光源模块包括半导体激光器、扩束器、针孔滤光器和会聚透镜；探测模块包括环状多单元探测器和透射光探测器；嵌入式信号处理模块包括信号放大模块、信号采集与数据处理模块、显示与控制面板模块和数据传送接口；半导体激光器输出的光束经扩束器扩束、针孔滤光器过滤杂散光后经过会聚透镜形成张角为 2-20 度的单色会聚同心光束，单色汇聚光照射到位于测量区的样品池上，产生散射光和透射光，环状多单元光探测器位于会聚透镜的焦平面上，散射光被位于透镜焦平面上的环状多单元光探测器所探测，透射光被位于透镜焦点上的光探测器接收，探测器接收的散射光信号和透射光信号经信号放大模块放大处理后经信号采集与数据处理模块进行 A/D 转换和内部处理得到颗粒的粒度分布和浓度，测量结果可通过数据传送接口送计算机储存，同时被显示与控制面板模块调用和显示。

2、根据权利要求 1 所述厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，其特征在于，所述环状多单元探测器由数个单元构成，其形状可为半圆形或者扇形。

3、根据权利要求 1 所述厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，其特征在于，所述会聚透镜的焦距在 100—1000 毫米之间选取。

4、根据权利要求 1 所述厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，其特征在于，所述样品池为一长方体，厚度可达到 30 毫米。

厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置

技术领域

本发明涉及一种测量技术，特别涉及一种厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置。

背景技术

光散射颗粒测量方法中前向散射法可测量分散在气体中的固体粉尘和液滴，也可测量分散在液体中的固体粉末和气泡。反傅立叶变换技术是光散射测量技术中的一种，具有对光束宽度要求小、可测最小颗粒粒径小、无需接收透镜、测量装置简单等优点。其缺点是：传统的反傅立叶变换技术要求样品池厚度控制在 2 毫米左右或者更小。因此，基于该技术的测量装置要求所测颗粒样品满足一定的浓度范围，这限制了该技术还无法实现在线测量。目前主要发展为实验室仪器。

发明内容

本发明是针对现在反傅立叶变换技术中样品池有尺寸的限制，并且无法实现在线测试的问题，提出了一种厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，可同时测量颗粒的粒度分布和浓度信息，采用了集成探针结构，适合于在线和离线使用。

本发明的技术方案为：一种厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，包括光源模块、样品池、探测模块、嵌入式信号处理模块，所述模块集成在一个探针内，所述光源模块包括半导体激光、扩束器、针孔滤光器和会聚透镜；探测模块包括环状多单元探测器和透射光探测器；嵌入式信号处理模块包括信号放大模块、信号采集与数据处理模块、显示与控制面板模块和数据

传送接口；半导体激光器输出的光束经扩束器扩束、针孔滤光器过滤杂散光后经过会聚透镜形成张角为 2-20 度的单色会聚同心光束，单色汇聚光照射到位于测量区的样品池上，产生散射光和透射光，环状多单元光探测器位于会聚透镜的焦平面上，散射光被位于透镜焦平面上的环状多单元光探测器所探测，透射光被位于透镜焦点上的光探测器接收，探测器接受的散射光信号和透射光信号经信号放大模块放大处理后经信号采集与数据处理模块进行 A/D 转换和内部处理得到颗粒的粒度分布和浓度，测量结果可通过数据传送接口送计算机储存，同时被显示与控制面板模块调用和显示。

所述环状多单元探测器由数个单元构成，其形状可为半圆形或者扇形。

所述会聚透镜的焦距在 100—1000 毫米之间选取。所述样品池为一长方体，厚度可达到 30 毫米。

本发明的有益效果在于：本发明厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置，采用了集成探针形式、厚样品池和嵌入式信号处理系统，厚样品池允许测量对象顺畅流经测量区从而提高采样准确性和提高测量精度，集成探针结构缩小了测量装置的体积，实现便携化，使得本装置可应用于在线测量场合之外，还可进行野外作业。

附图说明

图 1 为本发明厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置结构示意图；

图 2 为本发明厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置环状多单元探测器示意图；

图 3 为本发明厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置信号采集与数据处理模块框图。

具体实施方式

本发明利用颗粒对入射光的散射和吸收作用，探测会聚同心光束照射下的前向散射光信号和透过率信号，由此得到颗粒的粒度分布和颗粒浓度信息。这种方法称为光散射反傅立叶变换颗粒测量法。可测量 0.3 微米到 1 千微米之间的颗粒粒径分布及其浓度。

如图 1 所示厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置结构示意图，包括光源模块、样品池 4、探测模块、嵌入式信号处理模块，这些模块集成在一个探针 14 内，构成稳定、紧凑、精密的系统结构，光源模块包括半导体激光器 1、扩束器 2、针孔滤光器 3 和会聚透镜 5，探测模块包括环状多单元探测器 8 和透射光探测器 9，嵌入式信号处理模块包括信号放大模块 10、信号采集与数据处理模块 11、显示与控制面板模块 12 和数据传送接口 13。

半导体激光器 1 输出的光束经扩束器 2 扩束、滤光器 3 过滤杂散光后经过会聚透镜 5 形成张角为 2-20 度的单色会聚同心光束，单色汇聚光照射到位于测量区的样品池 4 上，产生散射和吸收现象。在光束传播方向附近的散射光称作前向散射光 6，入射光经过颗粒测量区后的透射光 7 减弱，透射光与入射光的强度之比称作透过率。环状多单元光探测器 8 位于会聚透镜 5 的焦平面上，前向散射光被位于透镜焦平面上的环状多单元光探测器 8 所探测，透射光被位于透镜焦点上的光探测器 9 接收，探测器接受的散射光信号和透射光信号经信号放大模块 10 放大处理后经信号采集与数据处理模块 11 进行 A/D 转换和内部处理得到颗粒的粒度分布和浓度，测量结果可通过数据传送接口 13 送计算机储存，同时被显示与控制面板模块 12 调用和显示。

半导体激光器 1 输出的单色光的波长 λ ，如 635 纳米或 650 纳米，透镜

5 的焦距在 100—1000 毫米之间选取，环状多单元探测器由 M 个单元(如 31 或 60)构成，如图 2 所示，其形状可为半圆形或者扇形，其某个单元的径向尺寸范围为 $(r_{in,j}, r_{out,j})$ ，总体尺寸范围(最小半径 r_{min} 和最大半径 r_{max}) 在 0.05—35 毫米之间选取。

环状多单元探测器的第 j 个单元上的散射光能分布 E_j 由下式表示

$$E_j = \sum_{i=1}^N t_{j,i} W_i \quad (j=1,2,\dots,M)$$

其中， $W_i (i=1,2,\dots,N)$ 是颗粒按重量(或者体积)的粒度分布，序号 i 对应的颗粒粒度为 x_i 。 $t_{j,i}$ 是可理论计算得到的矩阵元。在测量时，只要测得环状多单元探测器上的散射光能信号 $E_j (j=1,2,\dots,M)$ ，结合理论计算矩阵元 $t_{j,i}$ ，即可通过数值运算计算得到颗粒粒度分布 $W_i (i=1,2,\dots,N)$ 。

通过测量入射光和透射光强度可得透过率 T ，再由以下公式计算可得颗粒的体积浓度 C_V 。

$$C_V = -\frac{4\pi}{\lambda^2 L} \ln T \frac{\sum_{i=1}^N W_i}{\sum_{i=1}^N x_i^{-1} k_{ext}(x_i) W_i} \cdot K$$

其中 L 为测量区光程、 k_{ext} 为消光系数由米氏理论计算、 K 为颗粒非球形校正因子根据待测颗粒设定数值。在颗粒密度已知情况下，还可由体积浓度计算重量浓度。

以上所述测量原理可编程由嵌入式信号处理系统执行，如图 3 所示厚样品池反傅立叶变换颗粒在线测量装置信号采集与数据处理模块框图。

本发明的可测颗粒的粒度范围覆盖 0.3 微米到 1 千微米；可测透过率信号 T 的范围为 0.3—0.98，根据颗粒粒径可确定颗粒浓度范围。

测量区为一个长方体样品池 4，其主要尺寸是光在样品池中传播长度，称作光程。在传统的反傅立叶变换技术中，该样品池的厚度是 2 毫米左右。在本发明中样品池厚度可达到 30 毫米，突破了测量区光程 2 毫米的限制。

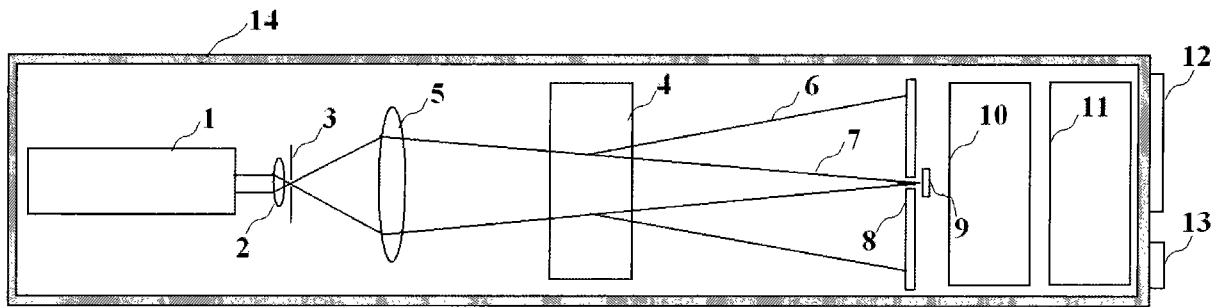


图 1

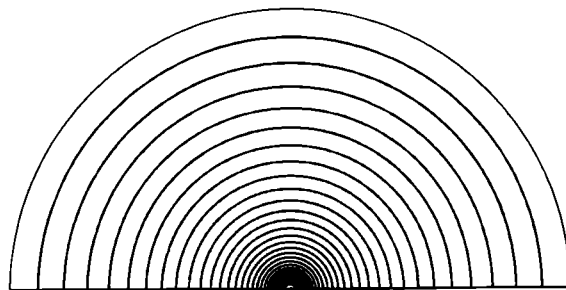


图 2

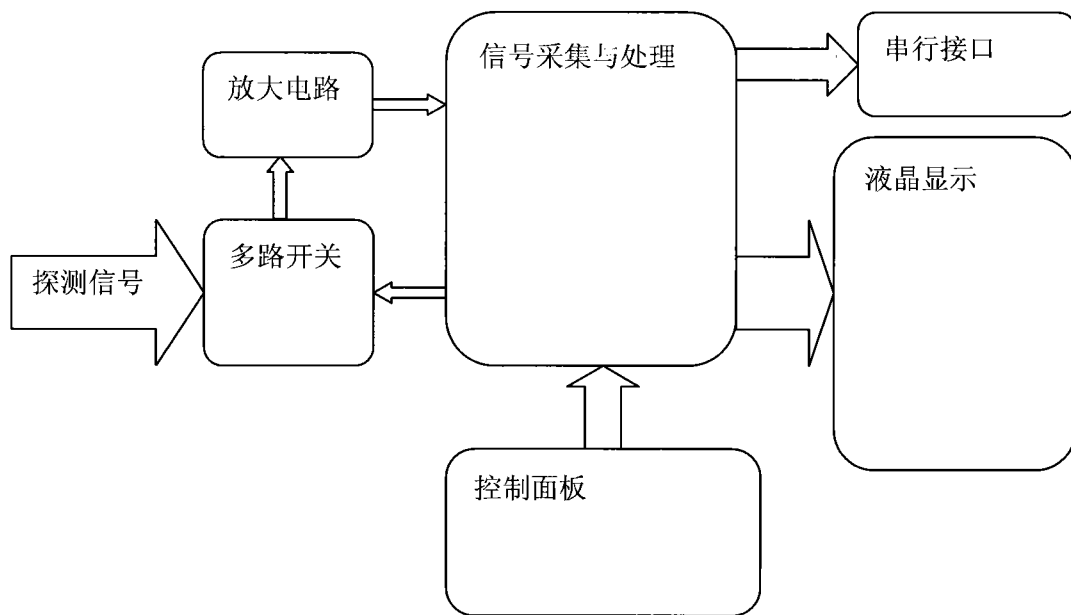


图 3