

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 21/47

G01N 21/17



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510059637.9

[43] 公开日 2005年8月24日

[11] 公开号 CN 1657909A

[22] 申请日 2005.3.30

[21] 申请号 200510059637.9

[71] 申请人 中国农业大学

地址 100083 北京市海淀区清华东路17号
136信箱

[72] 发明人 劳彩莲 李保国 郭焱

[74] 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司

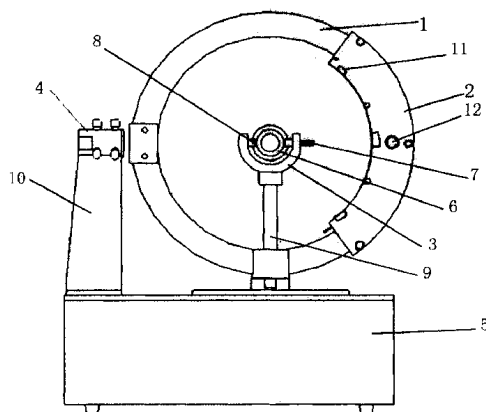
代理人 李光松

权利要求书2页 说明书7页 附图2页

[54] 发明名称 一种测量散射光空间分布的方法和装置

[57] 摘要

本发明公开了属于光学检测技术领域的一种测量散射光空间分布的方法和装置。在控制及传动柜的台面上中部由样品架支柱支持滑轨和检测阵列滑块，样品架固定在样品架支柱的顶端，样品架安装在整个测量装置的中心位置，样品环由样品架托住，台面左边的光源组件立柱上固定光源组件；其中样品环的中心位置与光源的光轴在同一条水平线上。整个测量系统由电脑控制界面进行控制，通过使用不同波长的激光二极管作为光源，改变入射光的波长。样品的散射光强由排列在1/4圆弧上的检测阵列滑块检测，系统可以在较短时间内，精确地测定植物叶片等样品在选择吸收波长下的BRDF/BTDF测定值。用于农业信息检测及用于计算机真实感图形显示的相关技术。



ISSN 1008-4274

1. 一种测量散射光空间分布的装置，所述散射光测量装置由光源组件、样品架、滑轨、检测阵列滑块、控制及传动柜组成，其特征在于：在控制及传动柜（5）的台面上中部由样品架支柱（9）支持滑轨（1）和检测阵列滑块（2），样品架的U型托架（3）固定在样品架支柱（9）的顶端，样品环（6）由样品环转动手柄（7）和样品环固定钮（8）支持在样品架的U型托架（3）的U字开口端；左边光源组件（4）由光源组件立柱（10）固定在台面上。

2. 根据权利要求1所述测量散射光空间分布的装置，其特征在于：所述滑轨（1）是一个圆形轨道，其上刻有相对于圆心的角度刻度，最小分辨为一度，检测阵列滑块（2）能在其上平稳无间隙滑动，并能读出滑动的角度。

3. 根据权利要求1所述测量散射光空间分布的装置，其特征在于：所述检测阵列滑块（2）上装有等间距的多个光电检测器（11），每个检测器的中心法线都指向样品环的中心；光电检测器（11）焊接在弧形线路板上，安装在检测阵列滑块（2）靠圆心的一侧；检测阵列滑块（2）与滑轨（1）的固定靠一个定位螺钉（12）固定。

4. 根据权利要求1所述测量散射光空间分布的装置，其特征在于：所述控制及传动柜（5）由轴承、传动齿轮、步进电机、电源、电控板组成，电源提供220V到低压直流电的转换，给整个系统供电；电控板主要完成与上位PC机的通讯、控制两个步进电机的运动、控制光源的开关、检测光源强度、采集检测阵列上的光电信号，两个步进电机分别控制样品架组件和滑轨的旋转。

5. 根据权利要求1所述测量散射光空间分布的装置，其特征在于：所述光源组件4由光源架（4.1）、光源（4.2）、分光镜（4.3）、光源检测器（4.4）、光阑组成（4.5），其分光镜用于将出射光的微小部分反射到光源检测器上，监测光源强度的变化；光阑用于调节出射光的光斑大小。

6. 根据权利要求1所述测量散射光空间分布的装置，其特征在于：所述光源为常见的圆柱形微功率半导体激光器，或者是光纤引入的其它光源，其光束为直径不大于2mm的平行光，出光方向可以通过光源架上的螺钉作微小调节。

7. 一种测量散射光空间分布的方法，其特征在于：所述测量散射光空间分布的方法是：1) 薄形样品放置在由铁材料加工的样品环上，以一片环形薄片磁铁夹住样品，样品环转动手柄用于改变样品的倾斜角度，其上刻有转动的度数指示；样品环调节样品到需要的倾斜角度后，拧紧样品环固定钮固定样品环，使其相对 U 形托架固定，样品架在可以进行水平和垂直两个方向独立旋转，通过样品架带动被测样品的二维正交方向的转动，使得系统不需要移动光源，而实现入射光方向 (θ_i, ϕ_i) 的调整；2) 对光源出发的光进行分束处理后分为两束光，其中由分光镜 (4.3) 分出的一束微弱的光由一个光电检测器检测其光强，另一束光作为被测样品的入射光射向样品表面；3) 散射光强由排列在 1/4 圆弧检测阵列滑块上的光电检测器检测，并可以在 1/2 圆弧的导轨上滑动，导轨带动检测阵列滑块可以绕被测样品旋转 360 度；通过检测阵列滑块上排列的多个光电检测器，可以并行检测多个方向的散射光强。通过滑块沿导轨的滑动，可以改变散射光检测角的极角 (θ_r 或 θ_i)，通过导轨带动检测阵列滑块绕被测样品的旋转，可以改变散射光检测角的方位角 (ϕ_r 或 ϕ_i)，测定物体反射光和透射光的空间分布。

一种测量散射光空间分布的方法和装置

技术领域

本发明属于光学检测技术领域，特别涉及用于农业信息检测及用于计算机真实感图形显示的相关技术的一种测量散射光空间分布的方法和装置。

背景技术

物体表面的散射光分布通常用双向反射分布函数(BRDF)和双向透射分布函数(BTDF)来分别描述反射光的散射分布和透射光的散射分布。BRDF(或BTDF)的值是由入射光波长(λ)、入射光的方向(极角 θ_i 、方位角 ϕ_i)，反射光方向(极角 θ_r 、方位角 ϕ_r) (或透射光方向(极角 θ_t 、方位角 ϕ_t))这五个变量来确定的。因此，BRDF(或BTDF)的测定是一项非常复杂的工作。直到20世纪80年代末，才出现完整的BRDF测量系统。

现有的物体表面散射光分布测量方法可以归纳为两大类主要有两类测定方法，它们的主要区别在于分布光强的检测方法不同。一类是直接测量方法，用独立的硅光电检测器检测光强，通过硅光电检测器与被测物体二维的相对运动，测定物体反射或透射光强的分布。另一类是间接的基于图像处理的测量方法，将物体的反射分布光强通过一个半球面镜反射成像，由CCD照相机采集，经过数据处理技术计算出反射分布。

Murry-Coleman 等设计的测量系统是一套典型的直接测量系统。该系统采用白炽灯作为光源，用光纤传送光源发出的光到特定的可进行一维旋转运动的光源发射管。样品台也可作一维旋转运动，它与光源发射管的旋转方向相互垂直。这两个方向的旋转用于实现入射光相对于被测物体的方向的调整。检测器采用硅光电二极管，系统使用了两个检测器分别测定反射和透射光强。检测器可以做正交的二维旋转运动，用于改变反射和透射光的检测方向。

Gregory J. Ward等设计的测量系统是一套典型的基于图像处理技术的间接测量系统。半球面反射镜、凸透镜和CCD摄像机是该系统检测反射分布光强的主要光学器件。从物体表面反射的各个方向光被半球面反射镜反射到安装在CCD摄

像机前面的凸透镜成像，由CCD摄像机采集后，送到计算机进行图像处理，计算出BRDF的值。该系统的最大特点是通过反射分布光的成像，可以同时得到各个角度分布的反射光强。该系统的入射光方向的调整 and 第一类系统一样是通过光源的一维旋转运动和样品在另一个正交方向的一维旋转运动实现的。

现有的这两类测定方法，只能测定散射光的强度，而不能同时测定入射光的强度。因此，它们需要测定一个BRDF已知的标准物体进行标定，并假定在标准物体和被测物体的测量过程中，入射光的强度始终保持稳定不变。

第一类方法，采用专用的光电传感器检测散射光强，检测器的响应波段区间宽，检测灵敏度高。因此，研究人员通常用这类测量系统测量叶片的BRDF和BTDF。但是，由于这类系统需要通过检测器在物体表面的反射半球和透射半球的二维角度扫描采集散射光的分布光强，扫描时间长，容易受光源强度波动的影响，重复性较差。

第二类方法，由于采用图像采集方式获得散射光强，不需要角度扫描的过程，测量时间短。光强的变化对其测量结果的影响小，测定结果比较稳定。但是，用于图像采集的CCD阵列的波长相应区间只在可见光范围内，感光灵敏度也较低。因此，只能用于反射光较强的可见光的散射分布。因此，这类系统主要用于金属、陶瓷等在可见光区几乎没有选择吸收的物体表面的BRDF,应用于计算机真实感图形的绘制。而对于一些对某些波段具有强选择性吸收的样品，如叶片在可见光的蓝光、红光波段吸收很强，则无法测出这些样品在这些波段的反射光强分布。

由以上所述本发明所要解决的问题主要是以下四个方面：1. 系统应达到足够高的测量灵敏度，以测定如叶片这类具有选择吸收物体的反射和透射光强分布。2. 系统的可测试的波段范围宽并且波长分辨率高。3. 系统的重复性误差应小于散射光分布标准差。4. 一次测量应该控制在较短的时间内完成。

发明内容

本发明的目的是提供用于农业信息检测及用于计算机真实感图形显示的相关技术的一种测量散射光空间分布的方法和装置，其特征在于：所述散射光测

量装置由光源组件、样品架、滑轨、检测阵列滑块、控制及传动柜组成。在控制及传动柜 5 的台面上中部由样品架支柱 9 支持滑轨 1 和检测阵列滑块 2, 样品架的 U 型托架 3 固定在样品架支柱 9 的顶端, 样品环 6 由样品环转动手柄 7 和样品环固定钮 8 支持在样品架的 U 型托架 3 的 U 字开口端; 左边光源组件 4 由光源组件立柱 10 固定在台面上。

所述滑轨 1 是一个圆形轨道, 其上刻有相对于圆心的角度刻度, 最小分辨为一度, 检测阵列滑块 2 能在其上平稳无间隙滑动, 并能读出滑动的角度。

所述检测阵列滑块 2 上装有等间距的多个光电检测器 11, 每个检测器的中心法线都指向样品环的中心; 光电检测器 11 焊接在弧形线路板上, 安装在检测阵列滑块 2 靠圆心的一侧。检测阵列滑块 2 与滑轨 1 的固定靠一个定位螺钉 12 固定。

所述控制及传动柜 5 由轴承、传动齿轮、步进电机、电源、电控板组成。电源提供 220V 到低压直流电的转换, 给整个系统供电。电控板主要完成与上位 PC 机的通讯、控制两个步进电机的运动、控制光源的开关、检测光源强度、采集检测阵列上的光电信号等功能。两个步进电机分别控制样品架组件和滑轨的旋转

所述光源组件 4 由光源架 4.1、光源 4.2、分光镜 4.3、光源检测器 4.4、光阑 4.5 组成, 其分光镜用于将出射光的微小部分反射到光源检测器 4.4 上, 监测光源强度的变化; 光阑 4.5 用于调节出射光的光斑大小。

所述光源为常见的圆柱形微功率半导体激光器, 或者是光纤引入的其它光源, 其光束为直径不大于 2mm 的平行光, 出光方向可以通过光源架上的螺钉作微小调节。

所述测量散射光空间分布的方法是: 1) 薄形样品放置在由铁材料加工的样品环上, 以一片环形薄片磁铁夹住样品, 样品环转动手柄用于改变样品的倾斜角度, 其上刻有转动的度数指示。样品环调节样品到需要的倾斜角度后, 拧紧样品环固定钮固定样品环, 使其相对 U 形托架固定。样品架在可以进行水平和垂直两个方向独立旋转。通过样品架带动被测样品的二维正交方向的转动, 使

得系统不需要移动光源，而实现入射光方向 (θ_i, ϕ_i) 的调整。由于不需要移动光源，系统的稳定性较好。2) 对光源发出的光由分光镜 4.3 进行分束处理后分为两束光，其中分出的一束微弱的光由光源检测器 4.4 检测其光强。另一束光作为被测样品的入射光射向样品表面。3) 散射光强由排列在 1/4 圆弧的检测阵列滑块上的光电检测器检测，整个滑块安装在一个圆弧形的导轨上，并可以在 1/2 圆弧的导轨上滑动。导轨带动检测阵列滑块可以绕被测样品旋转 360 度。通过检测阵列滑块上的排列的多个检测器，可以并行检测多个方向的散射光强。通过滑块沿导轨的滑动，可以改变散射光检测角的极角 (θ_r 或 θ_i)。通过导轨带动检测阵列滑块绕被测样品的旋转，可以改变散射光检测角的方位角 (ϕ_r 或 ϕ_i)。

本发明的有益效果是该测量方法用激光二极管作为光源，可以保证足够的光源强度和波长准确度。采用硅光电池作为检测器，可见光和短波近红外光波段具有较高的检测灵敏度。对光源发射光引出一路参考光进行检测，保证在检测散射光强的同时，能够实时检测入射光的强度，从而提高系统测定结果的稳定性。使用检测阵列滑块沿着弧形导轨的滑动和转动的方法检测散射光强，可以减少系统测量时间，提高系统的测量精度。

光源与发射光管的组件式结构，使得该系统的测定更加灵活，可以根据测定项目需要，方便地更换不同波长的激光二极管；发射光管采用双光束分光设计，实现了对光源强度和散射光强的同时测定，避免了光源强度的变化对于 BRDF/BTDF 测定值的影响。

通过样品台的旋转，改变入射角，避免了发射光管的旋转运动，增强系统的可靠性。

多个检测器排列在一个圆弧上，避免了检测器在垂直方向的旋转。既缩短 BRDF/BTDF 测定时间，又增加了系统的可靠性。

因此系统可以在较短时间内，精确地测定植物叶片等样品物体在选择吸收波长下的 BRDF/BTDF 测定值。

附图说明

图 1 为系统总体结构示意图。

图 2 为样品架组件结构示意图。

图 3 为光源组件结构示意图。

具体实施方式

本发明提供用于农业信息检测及用于计算机真实感图形显示的相关技术的一种测量散射光空间分布的方法和装置。在图 1 和图 2 所示的系统总体结构示意图中，其散射光测量装置由光源组件、样品架、滑轨、检测阵列滑块、控制及传动柜组成。在控制及传动柜 5 的台面上中部由样品架支柱 9 支持滑轨 1 和检测阵列滑块 2，样品架的 U 型托架 3 固定在样品架支柱 9 的顶端，样品环 6 由样品环转动手柄 7 和样品环固定钮 8 支持在样品架的 U 型托架 3 的 U 字开口端；左边光源组件 4 由光源组件立柱 10 固定在台面上。滑轨 1 是一个圆形轨道，其上刻有相对于圆心的角度刻度，最小分辨为一度。检测阵列滑块 2 能在其上平稳无间隙滑动，并能读出滑动的角度。检测阵列滑块 2 与滑轨 1 的固定靠一个定位螺钉 12 固定。在检测阵列滑块 2 上装有等间距的多个光电检测器 11，每个检测器的中心法线都指向样品环的中心。检测阵列滑块 2 焊接在弧形线路板上，安装在弧形的检测阵列滑块 2 靠圆心的一侧。

上述控制及传动柜 5 由轴承、传动齿轮、步进电机、电源、电控板组成。电源提供 220V 到低压直流电的转换，给整个系统供电。电控板主要完成与上位 PC 机的通讯、控制两个步进电机的运动、控制光源的开关、检测光源强度、采集检测阵列上的光电信号等功能。两个步进电机分别控制样品架组件和滑轨的旋转

图 3 所示的光源组件 4 由光源架 4.1、光源 4.2、分光镜 4.3、光源检测器 4.4、光阑 4.5 组成，其分光镜 4.3 用于将出射光的微小部分反射到光源检测器上，监测光源强度的变化；光阑用于调节出射光的光斑大小。

所述光源为常见的圆柱形微功率半导体激光器，或者是光纤引入的其它光源，其光束为直径不大于 2mm 的平行光，出光方向可以通过光源架上的螺钉作微小调节。

所述测量散射光空间分布的方法是：1) 薄形样品放置在由铁材料加工的样品环上，以一片环形薄片磁铁夹住样品，样品环转动手柄用于改变样品的倾斜角度，其上刻有转动的度数指示。样品环调节样品到需要的倾斜角度后，拧紧样品环固定钮固定样品环，使其相对 U 形托架固定。样品架在可以进行水平和垂直两个方向独立旋转。样品架安装在整个测量装置的中心位置，其中样品环的中心位置与光源的光轴在同一条水平线上，初始的检测器阵列正中间的那个检测器的中心位置也与光源的光轴在同一条水平线上。通过样品架带动被测样品的二维正交方向的转动，使得系统不需要移动光源，而实现入射光方向(θ_i, ϕ_i)的调整。由于不需要移动光源，系统的稳定性较好。2) 对光源发出的光进行分束处理后分为两束光，其中由分光镜 4.3 分出的一束微弱的光由一个光电检测器检测其光强的一束的光强占总光源强度的光强千分之一，并由一个光电检测器检测其光强。另一束光作为被测样品的入射光射向样品表面。3) 整个测量系统由电脑控制界面进行控制，通过使用不同波长的激光二极管作为光源，改变入射光的波长。植物叶片的散射光强由排列在 1/4 圆弧上的检测阵列滑块 2 检测，并可以在 1/2 圆弧的导轨 1 上滑动。导轨 1 带动检测阵列滑块 2 可以绕被测样品旋转 360 度。通过检测阵列滑块 2 上排列的多个光电检测器 11，可以并行检测多个方向的散射光强。通过滑块沿导轨的滑动，可以改变散射光检测角的极角(θ_r 或 θ_l)。导轨 1 带动检测阵列滑块 2 绕被测样品的旋转，可以改变散射光检测角的方位角(ϕ_r 或 ϕ_l)。

采用单色性好、发射功率高的激光二极管作为光源，光源固定。

采用硅光电池作为光电传感器检测光强。硅光电池的波段响应区间在 400-1100nm。

本发明采用半导体激光二极管作为光源，可以通过选用不同波长的发光二极管，改变入射光的波长。如选用 650nm 波长的激光二极管测量叶片在红光波段的散射光强分布，如选用 830nm 波长的激光二极管可测量叶片在近红光波段的散射光强分布。

本发明通过样品架的二维正交旋转，改变入射光的方向。转动样品环的手

柄，可以改变入射角的极角。旋转样品架，可以改变入射角的方位角。测量时，先将叶片样品夹在样品环上，然后再调整样品环的手柄改变入射角的极角，最后通过电脑控制样品架的旋转，改变入射角的方位角。

散射光的检测方向由检测阵列滑块沿着弧形导轨的滑动和转动的方法改变，检测阵列相对于导轨的滑动和导轨围绕样品架的旋转由微电脑控制步进电机转动来实现。只要在电脑控制界面输入检测角度间隔。系统就会进行散射光强分布的自动扫描。在扫描过程中，电脑的界面上会以表格和图形的方式显示出测定数据。显示数据包括散射角、入射光强、散射光强。

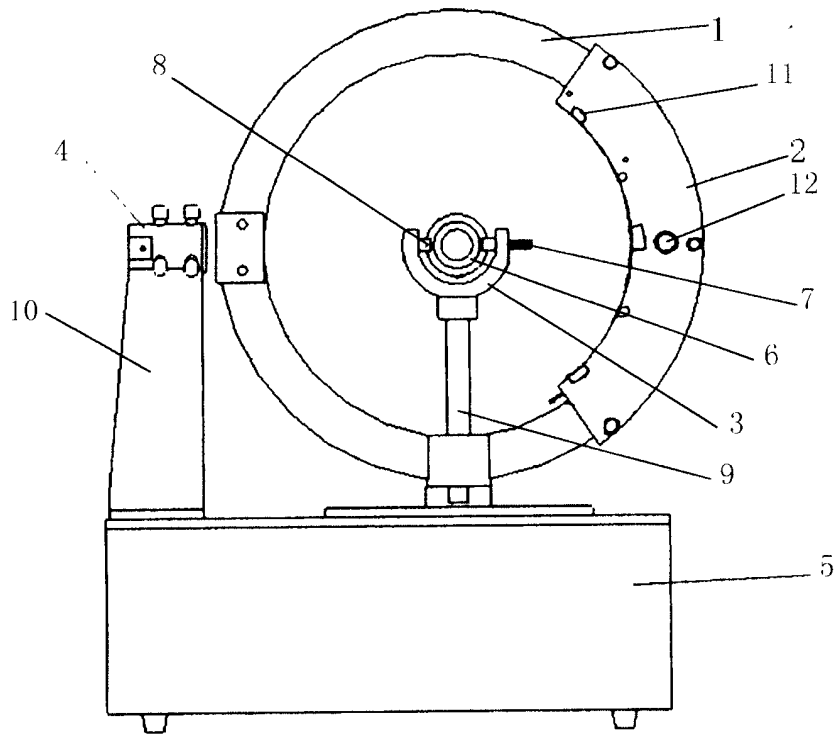


图 1

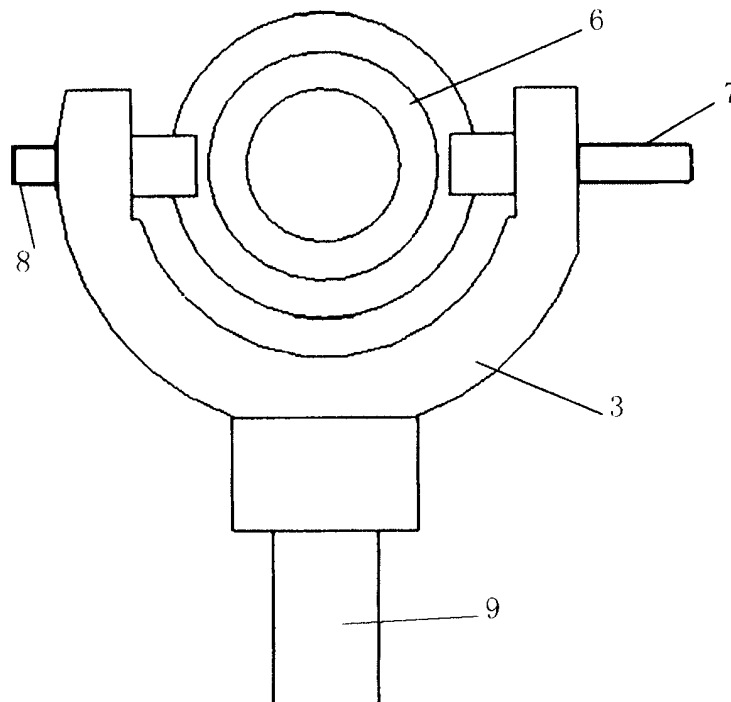


图 2

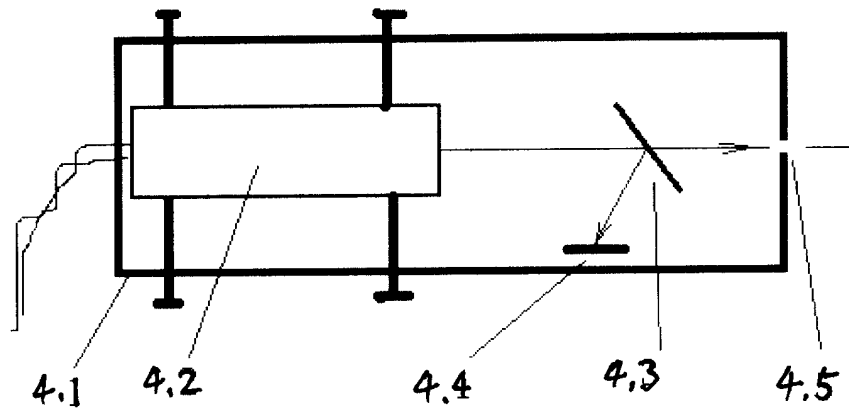


图 3