



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106289725 A

(43) 申请公布日 2017. 01. 04

(21) 申请号 201510313510. 9

(22) 申请日 2015. 06. 09

(71) 申请人 中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

地址 215123 江苏省苏州市苏州工业园区若水路 398 号

(72) 发明人 熊敏 董旭 周桃飞 时文华

(74) 专利代理机构 深圳市铭粤知识产权代理有限公司 44304

代理人 孙伟峰 武岑飞

(51) Int. Cl.

G01M 11/00(2006. 01)

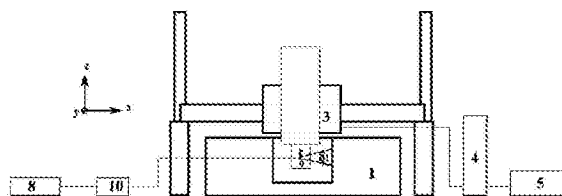
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

红外探测器的光谱响应度的测量系统和测量方法

(57) 摘要

本发明公开一种红外探测器的光谱响应度的测量系统,其包括:红外光谱仪,用于提供宽谱红外光并对宽谱红外光进行聚焦;频谱仪,用于测量设置于宽谱红外光焦点位置处的待测红外探测器随频率 f 变化的电压信号 S_{DUT}(f);其中,基于所述电压信号 S_{DUT}(f) 获取所述待测红外探测器随波数 w 变化的响应信号 S_{DUT}(w);根据响应信号 S_{DUT}(w) 获得所述待测红外探测器的光谱响应度。本发明还公开一种红外探测器的光谱响应度的测量方法。本发明采用微纳加工技术制备的微台面探测器具有微米级的台面尺寸,空间分辨率高,结合三维平台的面扫描方法能更准确、直观的测量红外光源在焦点位置处的光强分布。



1. 一种红外探测器的光谱响应度的测量系统,其特征在于,包括:
红外光谱仪,用于提供宽谱红外光并对宽谱红外光进行聚焦;
频谱仪,用于测量设置于宽谱红外光焦点位置处的待测红外探测器随频率 f 变化的电压信号 $S_{\text{DUT}}(f)$;

其中,基于所述电压信号 $S_{\text{DUT}}(f)$ 获取所述待测红外探测器随波数 w 变化的响应信号 $S_{\text{DUT}}(w)$;

根据响应信号 $S_{\text{DUT}}(w)$ 获得所述待测红外探测器的光谱响应度。

2. 根据权利要求 1 所述的测量系统,其特征在于,根据电压信号 $S_{\text{DUT}}(f)$ 和响应信号 $S_{\text{DUT}}(w)$ 利用下面的式子 1 计算出所述待测红外探测器的光谱响应度 $R_{\text{DUT}}(w)$,

[式子 1]

$$R_{\text{DUT}}(w) = S_{\text{DUT}}(w) / (S \times PS(w))$$

其中, S 表示所述待测红外探测器的光敏面积, $PS(w)$ 表示宽谱红外光在其焦点位置处的单位面积的光功率。

3. 根据权利要求 1 所述的测量系统,其特征在于,所述测量装置还包括:扫描探测器,用于获取宽谱红外光的焦点位置以及宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积;其中,所述扫描探测器的光敏面积小于宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积。

4. 根据权利要求 3 所述的测量系统,其特征在于,所述测量装置还包括:参考探测器,用于获取宽谱红外光在其焦点位置处的单位面积的光功率 $PS(w)$;其中,所述参考探测器的光敏面积大于宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积。

5. 根据权利要求 1 所述的测量系统,其特征在于,所述测量装置还包括:前置放大器,设置于所述频谱仪与所述待测红外探测器之间对所述电压信号 $S_{\text{DUT}}(f)$ 进行放大。

6. 根据权利要求 3 所述的测量系统,其特征在于,所述测量装置还包括:源表,用于向所述扫描探测器施加偏压并随着所述扫描探测器的移动测量回路中的电流值;其中,当所述源表测量的回路中的电流值最大时,所述扫描探测器位于宽谱红外光的焦点位置处。

7. 根据权利要求 4 所述的测量系统,其特征在于,所述测量装置还包括:三维平台,用于挂载各探测器且带动各探测器在宽谱红外光的焦点位置处做三维移动。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的测量系统,其特征在于,所述测量装置还包括:电控系统,用于控制所述三维平台。

9. 一种红外探测器的光谱响应度的测量方法,其特征在于,包括:
红外光谱仪产生宽谱红外光并对宽谱红外光进行聚焦;
利用扫描探测器获取宽谱红外光的焦点位置以及宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积;

将参考探测器放置于宽谱红外光的焦点位置处;

利用频谱仪测量所述参考探测器随频率 f 变化的电压信号 $S(f)$;

根据所述电压信号 $S(f)$ 获取所述参考探测器随波数 w 变化的响应信号 $S(w)$;

根据所述响应信号 $S(w)$ 以及宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积获取宽谱红外光其焦点位置处的单位面积的光功率 $PS(w)$;

将待测红外探测器放置于宽谱红外光的焦点位置处;

利用所述频谱仪测量所述待测红外探测器随频率 f 变化的电压信号 $S_{\text{DUT}}(f)$;

根据所述电压信号 $S_{\text{DUT}}(f)$ 获取所述待测红外探测器随波数 w 变化的响应信号 $S_{\text{DUT}}(w)$;
根据响应信号 $S_{\text{DUT}}(w)$ 获得所述待测红外探测器的光谱响应度。

10. 根据权利要求9所述的测量方法,其特征在于,根据响应信号 $S_{\text{DUT}}(w)$ 利用下面的式子 1 计算出所述待测红外探测器的光谱响应度 $R_{\text{DUT}}(w)$,

[式子 1]

$$R_{\text{DUT}}(w) = S_{\text{DUT}}(w) / (S \times \text{PS}(w))$$

其中, S 表示所述待测红外探测器的光敏面积。

红外探测器的光谱响应度的测量系统和测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种红外探测器的光谱响应度的测量系统和测量方法。

背景技术

[0002] 红外探测器的光谱响应,即响应度随红外辐射波长的变化是红外探测器的一个重要指标。相对光谱响应度只需要测量不同波长下响应度强弱的比例系数,而绝对光谱响应度的获得需要精确测量探测器光敏面上的光功率随波长的变化,即测量光源的光功率谱。目前商用傅里叶红外光谱仪内置红外光源的功率谱大多为厂家非公开数据,限制了客户进行光功率的相关测试。

[0003] 另外,光谱仪内置红外光源通过离轴非球面镜聚焦以后的焦点尺寸通常在毫米量级,对于光敏面积尺寸在几十到几百微米甚至更小的红外探测器器件,器件在测试中的光学对准以及功率估算都是常规测试方法难以解决的问题。

发明内容

[0004] 为了解决上述现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种红外探测器的光谱响应度的测量系统,其包括:红外光谱仪,用于提供宽谱红外光并对宽谱红外光进行聚焦;频谱仪,用于测量设置于宽谱红外光焦点位置处的待测红外探测器随频率 f 变化的电压信号 $S_{DUT}(f)$;其中,基于所述电压信号 $S_{DUT}(f)$ 获取所述待测红外探测器随波数 w 变化的响应信号 $S_{DUT}(w)$;根据响应信号 $S_{DUT}(w)$ 获得所述待测红外探测器的光谱响应度。

[0005] 进一步地,根据电压信号 $S_{DUT}(f)$ 和响应信号 $S_{DUT}(w)$ 利用下面的式子 1 计算出所述待测红外探测器的光谱响应度 $R_{DUT}(w)$,

[0006] [式子 1]

[0007] $R_{DUT}(w) = S_{DUT}(w) / (S \times PS(w))$

[0008] 其中, S 表示所述待测红外探测器的光敏面积, $PS(w)$ 表示宽谱红外光在其焦点位置处的单位面积的光功率。

[0009] 进一步地,所述测量装置还包括:扫描探测器,用于获取宽谱红外光的焦点位置以及宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积;其中,所述扫描探测器的光敏面积小于宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积。

[0010] 进一步地,所述测量装置还包括:参考探测器,用于获取宽谱红外光在其焦点位置处的单位面积的光功率 $PS(w)$;其中,所述参考探测器的光敏面积大于宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积。

[0011] 进一步地,所述测量装置还包括:前置放大器,设置于所述频谱仪与所述待测红外探测器之间对所述电压信号 $S_{DUT}(f)$ 进行放大。

[0012] 进一步地,所述测量装置还包括:源表,用于向所述扫描探测器施加偏压并随着所述扫描探测器的移动测量回路中的电流值;其中,当所述源表测量的回路中的电流值最大时,所述扫描探测器位于宽谱红外光的焦点位置处。

[0013] 进一步地,所述测量装置还包括:三维平台,用于挂载各探测器且带动各探测器在宽谱红外光的焦点位置处做三维移动。

[0014] 进一步地,所述测量装置还包括:电控系统,用于控制所述三维平台。

[0015] 本发明的另一目的还在于提供一种红外探测器的光谱响应度的测量方法,其包括:红外光谱仪产生宽谱红外光并对宽谱红外光进行聚焦;利用扫描探测器获取宽谱红外光的焦点位置以及宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积;将参考探测器放置于宽谱红外光的焦点位置处;利用频谱仪测量所述参考探测器随频率 f 变化的电压信号 $S(f)$;根据所述电压信号 $S(f)$ 获取所述参考探测器随波数 w 变化的响应信号 $S(w)$;根据所述响应信号 $S(w)$ 以及宽谱红外光在其焦点位置处的光斑面积获取宽谱红外光其焦点位置处的单位面积的光功率 $PS(w)$;将待测红外探测器放置于宽谱红外光的焦点位置处;利用所述频谱仪测量所述待测红外探测器随频率 f 变化的电压信号 $S_{DUT}(f)$;根据所述电压信号 $S_{DUT}(f)$ 获取所述待测红外探测器随波数 w 变化的响应信号 $S_{DUT}(w)$;根据响应信号 $S_{DUT}(w)$ 获得所述待测红外探测器的光谱响应度。

[0016] 进一步地,根据响应信号 $S_{DUT}(w)$ 利用下面的式子 1 计算出所述待测红外探测器的光谱响应度 $R_{DUT}(w)$,

[0017] [式子 1]

[0018] $R_{DUT}(w) = S_{DUT}(w) / (S \times PS(w))$

[0019] 其中, S 表示所述待测红外探测器的光敏面积。

[0020] 本发明的红外探测器的光谱响应度的测量系统和测量方法,红外探测器通过挂载的方式固定于三维平台下方,该三维平台可以固定大型的制冷机装置,提供更低的探测器制冷温度,悬挂固定的方式可使制冷装置的光学窗口更容易进入光谱仪样品仓,更方便进行光学对准与样品拆装。此外,采用微纳加工技术制备的微台面探测器具有微米级的台面尺寸,空间分辨率高,结合三维平台的面扫描方法能更准确、直观的测量红外光源在焦点位置处的光强分布。

附图说明

[0021] 通过结合附图进行的以下描述,本发明的实施例的上述和其它方面、特点和优点将变得更加清楚,附图中:

[0022] 图 1 是根据本发明的实施例的红外探测器的光谱响应度的测量系统的对焦示意图;

[0023] 图 2 是根据本发明的实施例的通过扫描探测器确定被调制的宽谱红外光在其焦点位置处的光斑区域的示意图;

[0024] 图 3 是根据本发明的实施例的通过参考探测器获取宽谱红外光在其焦点位置处的单位面积的光功率的示意图;

[0025] 图 4 是根据本发明的实施例的测量待测红外探测器的光谱响应度的示意图。

具体实施方式

[0026] 以下,将参照附图来详细描述本发明的实施例。然而,可以以许多不同的形式来实施本发明,并且本发明不应该被解释为限于这里阐述的具体实施例。相反,提供这些实施

例是为了解释本发明的原理及其实际应用,从而使本领域的其他技术人员能够理解本发明的各种实施例和适合于特定预期应用的各种修改。在附图中,相同的标号将始终被用于表示相同的元件。

[0027] 图 1 是根据本发明的实施例的红外探测器的光谱响应度的测量系统的对焦示意图。

[0028] 参照图 1,根据本发明的实施例的红外探测器的光谱响应度的测量系统包括:红外光谱仪 1、扫描探测器 2、三维平台 3、PLC 电控柜 4、计算机 5 及源表 6。

[0029] 红外光谱仪 1 产生被调制的宽谱红外光 B1 沿 $-x$ 方向出射,宽谱红外光 B1 聚焦于红外光谱仪 1 的样品仓的中央位置。固定有扫描探测器 2 的低温装置挂载于三维平台 3 上,其中,三维平台 3 在 x 方向、 y 方向与 z 方向上各有两根导轨(未示出),每根导轨上安装至少两个滑块(未示出),扫描探测器 2 的移动可通过滑块在导轨上的直线运动而实现。三维平台在 y 方向的移动可手动粗调,运行间距可为 500-1000mm;底座在 x 方向、 y 方向与 z 方向可自动精调,在每个方向上的调节范围可为 100-500mm,伺服电机驱动丝杆旋转实现滑块精确移动,由电机减速器调节的最小移动量可为 100-200nm。三维平台 3 的移动通过由 PLC 电控柜 4 与计算机 5 组成的电控系统控制,其中,计算机 5 记录三维平台 3 上挂载点的位置。

[0030] 源表 6 向扫描探测器 2 施加偏压并测量回路中的总电流。例如,三维平台 3 带动扫描探测器 2 在红外光谱仪 1 样品仓内沿 x 方向移动,源表 6 测量扫描探测器 2 移动过程中回路电流的变化,回路电流值最大时扫描探测器 2 位于宽谱红外光 B1 的焦点位置处。在本发明的实施例中,扫描探测器 2 可例如为光子型探测器,其具有微台面结构,其中,微台面的尺寸小于 $100\ \mu\text{m}$,但本发明并不局限于此。

[0031] 图 2 是根据本发明的实施例的通过扫描探测器确定被调制的宽谱红外光在其焦点位置处的光斑区域的示意图。

[0032] 参照图 1 和图 2,三维平台 3 带动扫描探测器 2 在宽谱红外光 B1 的焦点位置处沿 y 方向与 z 方向移动,源表 6 测量到的回路电流值最大时扫描探测器 2 位于宽谱红外光 B1 的焦点位置处,记录该点的坐标 (y_{00}, z_{00}) 。以该点为中心,三维平台 3 带动扫描探测器 2 在焦点平面内作步长小于 $100\ \mu\text{m}$ 的点阵扫描。在焦点平面内保持 z_{00} 不变,扫描探测器 2 沿 y 方向作步进扫描,当回路电流值下降到设定值 I_0 时记录此时的二维坐标 (y_{10}, z_{00}) 。扫描探测器 2 沿 $-y$ 方向继续作步进扫描,当回路电流值下降到设定值 I_0 时记录此时的二维坐标 (y_{01}, z_{00}) 。

[0033] 扫描探测器 2 复位至焦点 (y_{00}, z_{00}) ,在焦点平面内保持 y_{00} 不变,沿 z 方向作步进扫描,当回路电流值下降到设定值 I_0 时记录此时的二维坐标 (y_{00}, z_{10}) 。扫描探测器 2 沿 $-z$ 方向继续作步进扫描,当回路电流值下降到设定值 I_0 时记录此时的二维坐标 (y_{00}, z_{01}) 。扫描探测器 2 在点 (y_{10}, z_{10}) 与点 (y_{01}, z_{01}) 确定的矩形区域内作等步长的点阵扫描。记录扫描过程中所有电流值为 I_0 的阵点,这些阵点所围成的区域即为宽谱红外光 B1 在其焦点位置处的光斑区域(即宽谱红外光 B1 在其焦点位置处的光斑面积)。

[0034] 图 3 是根据本发明的实施例的通过参考探测器获取宽谱红外光在其焦点位置处的单位面积的光功率的示意图。

[0035] 参照图 3,根据本发明的实施例的红外探测器的光谱响应度的测量系统包括:参

考探测器 7。将扫描探测器 2 取下,将光敏面积大于宽谱红外光 B1 在其焦点位置处的光斑面积的参考探测器 7 挂载于三维平台 3 上,且参考探测器 7 连接到频谱仪 8,三维平台 3 带动参考探测器 7 移动到宽谱红外光 B1 的焦点位置处,频谱仪 8 测量到参考探测器 7 随频率变化的电压信号 $S(f)$,利用傅里叶频率 f 与红外光谱仪 1 的动镜扫描速度 V 的关系 $f = V \times w$,以计算得到参考探测器 7 随波数变化的电压信号 $S(w)$,根据参考探测器 7 的响应度、响应度的频率响应曲线以及宽谱红外光 B1 在其焦点位置处的光斑面积计算得到宽谱红外光 B1 在其焦点位置处的单位面积的光功率 $PS(w)$ 。

[0036] 图 4 是根据本发明的实施例的测量待测红外探测器的光谱响应度的示意图。

[0037] 参照图 4,根据本发明的实施例的红外探测器的光谱响应度的测量系统包括:待测红外探测器 9。将参考探测器 7 取下,将固定有待测红外探测器 9 的低温装置挂载于三维平台 3 上,待测红外探测器 9 连接到前置放大器 10,三维平台 3 带动待测红外探测器 9 移动到宽谱红外光 B1 的焦点位置处的最大光强处,即 (y_{00}, z_{00}) ,待测红外探测器 9 的电信号通过前置放大器 10 放大后输出到频谱仪 8,频谱仪 8 测量到待测红外探测器 9 随频率变化的电压信号 $S_{DUT}(f)$,利用傅里叶频率 f 与红外光谱仪 1 的动镜扫描速度 V 的关系 $f = V \times w$,计算得到待测红外探测器 9 随波数变化的电压信号 $S_{DUT}(w)$,通过前置放大器 10 设置的放大倍率计算待测红外探测器 9 的响应信号 $S_{DUT}(w)$ 。

[0038] 进一步地,根据响应信号 $S_{DUT}(w)$ 利用下面的式子 1 计算出待测红外探测器 9 的光谱响应度 $R_{DUT}(w)$ 。

[0039] [式子 1]

$$[0040] R_{DUT}(w) = S_{DUT}(w) / (S \times PS(w))$$

[0041] 其中, S 表示所述待测红外探测器的光敏面积。

[0042] 综上,根据本发明的实施例的红外探测器的光谱响应度的测量系统和测量方法,红外探测器通过挂载的方式固定于三维平台下方,该三维平台可以固定大型的制冷机装置,提供更低的探测器制冷温度,悬挂固定的方式可使制冷装置的光学窗口更容易进入光谱仪样品仓,更方便进行光学对准与样品拆装。此外,采用微纳加工技术制备的微台面探测器具有微米级的台面尺寸,空间分辨率高,结合三维平台的面扫描方法能更准确、直观的测量红外光源在焦点处的光强分布。

[0043] 虽然已经参照特定实施例示出并描述了本发明,但是本领域的技术人员将理解:在不脱离由权利要求及其等同物限定的本发明的精神和范围的情况下,可在此进行形式和细节上的各种变化。

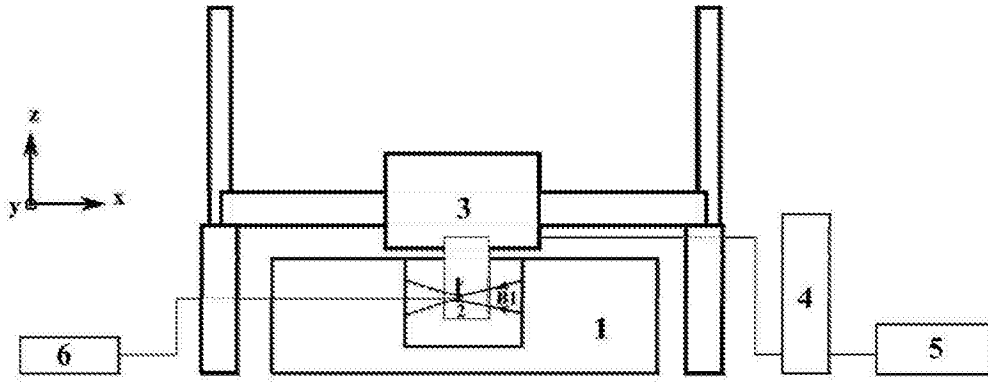


图 1

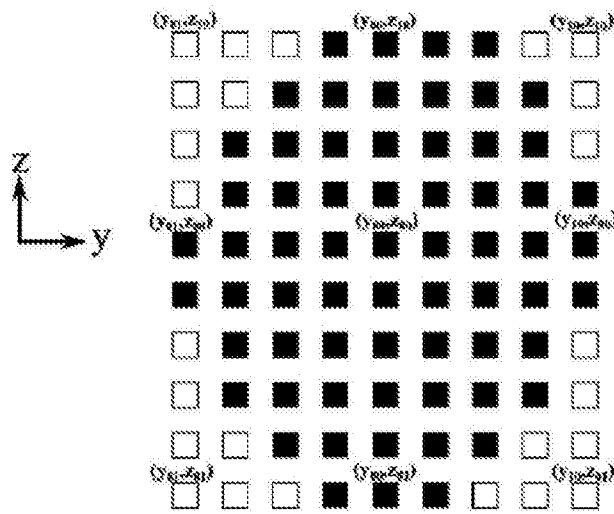


图 2

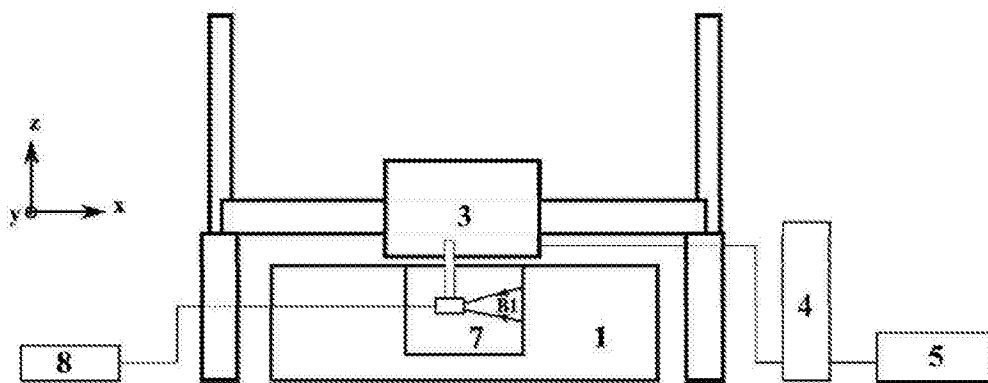


图 3

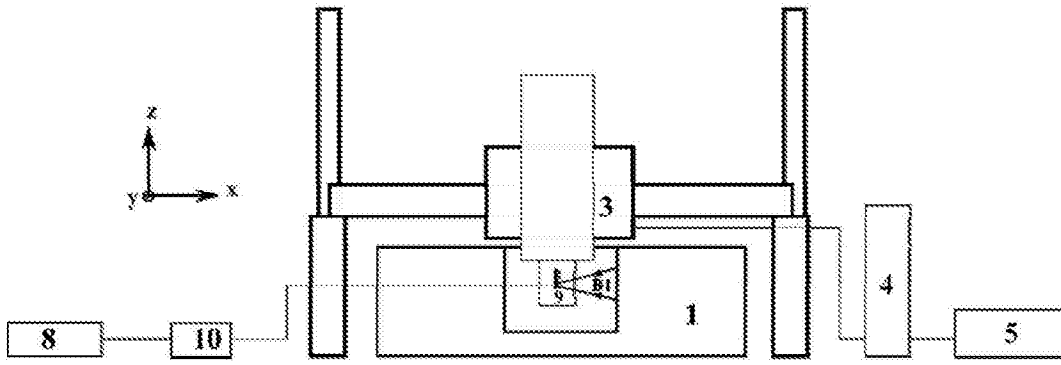


图 4