



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104535199 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201510012835. 3

(22) 申请日 2015. 01. 09

(71) 申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)西
源大道 2006 号

(72) 发明人 吴振华 张雅鑫 胡旻 丁德成
杨梓强

(74) 专利代理机构 电子科技大学专利中心
51203

代理人 张杨

(51) Int. Cl.

G01J 9/02(2006. 01)

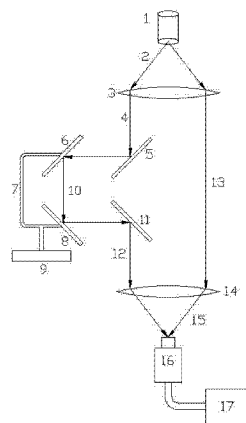
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种相干测量太赫兹波频率的方法

(57) 摘要

该发明公开了一种相干测量太赫兹波频率的方法,属于太赫兹检测技术领域,涉及太赫兹波频率的检测与计算。该方法类似于光学相干测量频率的设计,通过相应的光学元件将一路太赫兹波转变为两路,然后通过移动设备改变其中一路的待测太赫兹波的光程,使之与另一路产生周期的干涉现象,再利用太赫兹波段的功率测量设备热释电探测器检测输出功率,热释电探测器检测的输出功率振幅随相干的变化会有相应的变化,通过该变化的信息和移动设备的移动距离计算出待测太赫兹波的频率。本发明中涉及的测量元件结构简单,光路容易搭建,操作方便,测量效率及测量精度很高。



1. 一种相干测量太赫兹波频率的方法,该方法首先将太赫兹入射波转变为两束平行的太赫兹波,改变其中一束太赫兹波的传播路程,最终的传播方向和起初的传播方向一致;再将两束平行的太赫兹波通过会聚镜汇聚到一处,然后用热释电探测器检测该处太赫兹波的能量,并实时记录;通过改变其中一束太赫兹波的传播路程,从而使到达热释电探测器的两束波发生相干作用;热释电探测器检测到的能量随着其中一束太赫兹波的路程改变而变化,因而有热释电探测器检测到的相邻能量最大值之间对应的其中一束太赫兹波的路程的改变量的两倍为该太赫兹波的波长,进而计算出其频率。

2. 如权利要求 1 所述的一种相干测量太赫兹波频率的方法,其特征在于首先将太赫兹入射波转变为两束平行的太赫兹波,其中一束太赫兹波以 45° 的入射角分别经过全反射镜 a、b、c、d 的反射,最终返回其最初的传播路径上,全反射镜 b、c 固定在同一镜架上,通过移动该镜架实现该束太赫兹波的传播路程的变化。

一种相干测量太赫兹波频率的方法

技术领域

[0001] 本发明属于太赫兹检测技术领域,涉及太赫兹波频率的检测与计算,具体是一种测量太赫兹波段频率的一种测量方法。

背景技术

[0002] 太赫兹波是频率 $0.1 \sim 10\text{THz}$ ($1\text{THz} = 10^{12}\text{Hz}$) 范围内的电磁波,它对应的波长范围为 $3\text{mm} \sim 30 \mu\text{m}$, 位于毫米波(亚毫米波)与红外波之间。太赫兹光子对应能量范围为 $0.414 \sim 41.4\text{meV}$, 与分子和材料的低频振动和转动能量范围相匹配。这些决定了太赫兹波在电磁频谱中的特殊位置以及在传播、散射、反射、吸收、穿透等方面与毫米波、红外线显著不同的特点和应用。而太赫兹技术也将为人们对物质的表征和操控提供很大的自由空间。例如,太赫兹辐射具有良好的时空相干特性,这为实现量子相干和量子控制提供了新的手段。而在高分辨率连续测量和时域测量两个方面的能力也极大地扩展了太赫兹光谱在天体物理和大气科学中的作用。

[0003] 太赫兹波段处于微波波段与光波波段之间,这种特殊性给它的信号测量带来了很多困难,尤其是频率测量更为困难。太赫兹波相对传统微波信号频率太高,无法使用频谱仪或者示波器直接测量;而它相对于光波信号频率又太低,无法采用干涉的方法来测量频率。目前太赫兹长波段频率测量普遍应用的是外差法,它是将被测信号与频率相当的本地振荡信号差频,通过分析输出的中频信号来获得被测太赫兹波的频率,但是外差法需要提供一个频率相当的本振源,此本振源在太赫兹低频段容易实现,在高频段将很难实现,况且提供一个宽频带的本振源是相当困难的,这将大大增加了太赫兹频率测量的成本。目前由于市面上几乎没有宽频带的太赫兹功率源,这就极大地制约了太赫兹频率测量技术的发展。由于太赫兹波段介于微波与光波之间,所以太赫兹波频率的测量可以仿照光学相干的原理实现频率测量。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于使用简单的元件设计一种结构简单、操作方便、效率较高、性能显著的太赫兹频率测量方法。该设计主要包括待测的太赫兹信号源、太赫兹会聚镜、太赫兹全反射镜、步进电机、热释电探测器以及数据采集处理设备。

[0005] 本发明是一种相干测量太赫兹波频率的方法,该方法首先将太赫兹入射波转变为两束平行的太赫兹波,改变其中一束太赫兹波的传播路程,最终的传播方向和起初的传播方向一致;再将两束平行的太赫兹波通过会聚镜汇聚到一处,然后用热释电探测器检测该处太赫兹波的能量,并实时记录;通过改变其中一束太赫兹波的传播路程,从而使到达热释电探测器的两束波发生相干作用;热释电探测器检测到的能量随着其中一束太赫兹波的路程改变而变化,因而有热释电探测器检测到的相邻能量最大值之间对应的其中一束太赫兹波的路程的改变量的两倍为该太赫兹波的波长,进而计算出其频率。

[0006] 进一步的,首先将太赫兹入射波转变为两束平行的太赫兹波,其中一束太赫兹波

以 45° 的入射角分别经过全反射镜 a、b、c、d 的反射,最终返回其最初的传播路径上,全反射镜 b、c 固定在同一镜架上,通过移动该镜架实现该束太赫兹波的传播路程的变化。

[0007] 本发明设计是一种测量太赫兹波频率的方法,该方法类似于光学相干测量频率的设计,通过相应的光学元件将一路太赫兹波转变为两路,然后通过移动设备改变其中一路的待测太赫兹波的光程,使之与另一路产生周期的干涉现象,再利用太赫兹波段的功率测量设备热释电探测器检测输出功率,热释电探测器检测的输出功率振幅随相干的变化会有相应的变化,通过该变化的信息和移动设备的移动距离计算出待测太赫兹波的频率。本发明中涉及的测量元件结构简单,光路容易搭建,操作方便,测量效率及测量精度很高。

附图说明

[0008] 图 1 是本发明的原理示意图。

[0009] 图 2 是信号采集处理器描点绘制的数据图。

[0010] 图中:1. 太赫兹辐射源,2. 太赫兹入射波,3. 太赫兹会聚镜 a,4. 太赫兹相干入射波,5. 全反射镜 a,6. 全反射镜 b,7. 光学全反射镜支架,8. 全反射镜 c,9. 一维步进电机,10. 太赫兹相干波,11. 全反射镜 d,12. 太赫兹相干出射波,13. 太赫兹入射波对照组,14. 太赫兹会聚镜 b,15. 太赫兹输出波,16. 热释电探测器,17. 信号采集处理器。

具体实施方式

[0011] 下面结合说明书附图和附图标记说明对本发明的具体实施方式进行进一步详细说明。

[0012] 各元件的作用介绍:

[0013] 1. 太赫兹辐射源,待测太赫兹信号源,放置在 3 太赫兹会聚镜 a 的一个焦点处;

[0014] 2. 太赫兹入射波,待测太赫兹信号源投射到 3 太赫兹会聚镜 a 的部分;

[0015] 3. 太赫兹会聚镜 a,用于发散 2 太赫兹入射波,获得两路平行波;

[0016] 4. 太赫兹相干入射波,用于产生太赫兹相干波的一束平行波;

[0017] 5. 全反射镜 a,用于改变 2 太赫兹入射波的光路,以形成太赫兹相干波;

[0018] 6. 全反射镜 b,用于改变 2 太赫兹入射波的光路,以形成太赫兹相干波;

[0019] 7. 光学全反射镜支架,安装在 9 一维步进电机上,用于固定支撑 5 全反射镜 a 和 6 全反射镜 b;

[0020] 8. 全反射镜 c,用于改变 10 太赫兹相干波的光路,以形成 12 太赫兹相干出射波;

[0021] 9. 一维步进电机,固定 7 光学全反射镜支架,可以精确控制其水平方向的移动,以改变 4 太赫兹相干入射波的光程;

[0022] 10. 太赫兹相干波,该波的频率、振幅和 13 太赫兹入射波对照组相同,相位和 13 太赫兹入射波对照组不同,是 13 太赫兹入射波对照组的相干波;

[0023] 11. 全反射镜 d,用于改变 10 太赫兹相干波的光路,以形成 12 太赫兹相干出射波;

[0024] 12. 太赫兹相干出射波,该波的频率、振幅和 13 太赫兹入射波对照组相同,相位和 13 太赫兹入射波对照组不同,其相位的改变是由 9 一维步进电机水平方向的移动引起的,是 13 太赫兹入射波对照组的相干波;

[0025] 13. 太赫兹入射波对照组,2 太赫兹入射波经 3 太赫兹会聚镜 a 分束形成的另一束

平行波；

[0026] 14. 太赫兹会聚镜 b, 用于会聚 12 太赫兹相干出射波和 13 太赫兹入射波对照组；

[0027] 15. 太赫兹输出波, 待测太赫兹波信号, 其中包含有相位信息不同的 12 太赫兹相干出射波和 13 太赫兹入射波对照组；

[0028] 16. 热释电探测器, 用于检测 15 太赫兹输出波的输出功率, 将太赫兹波信号转换成电信号以便于数据采集处理；

[0029] 17 信号采集处理器, 将 16 热释电探测器接收到的太赫兹波信号进行数据采集和数据处理, 并根据分析计算得到 2 太赫兹入射波的频率。

[0030] 将各个元件按照图 1 所示的设计搭建光路。太赫兹辐射源放在太赫兹会聚镜 a 的一个焦点上, 它用于产生待测的太赫兹波, 其中的一部分成为太赫兹入射波进入太赫兹会聚镜 a, 经过太赫兹会聚镜 a 的分束作用, 将太赫兹入射波分解成两路平行波, 其中一路为太赫兹相干入射波, 另一路为太赫兹入射波对照组, 太赫兹相干入射波经全反射镜 a 和全反射镜 b 反射后形成太赫兹相干波, 太赫兹相干波经全反射镜 c 和全反射镜 d 反射后形成太赫兹相干出射波, 太赫兹相干出射波与太赫兹入射波对照组经太赫兹会聚镜 b 会聚后形成太赫兹输出波, 在太赫兹会聚镜 b 另一侧的焦点处放置一个热释电探测器接收太赫兹波信号并将其转换为电信号, 热释电探测器后接一个信号采集处理器对收集到的太赫兹信号做数据采集和数据处理工作。

[0031] 正式测量太赫兹波频率时, 先将一维步进电机至于初始位置“0”, 此时热释电探测器会检测到一个功率值, 信号采集处理器记录一维步进电机的位置数据和热释电探测器检测到的功率值, 一维步进电机选取适当的步进精度进行同一方向的多次移动, 一维步进电机每移动一次, 信号采集处理器就记录一组一维步进电机的位置数据以及热释电探测器检测到的功率值, 一维步进电机的多次移动下信号采集处理器会得到一个二维数组, 此二维数组中一维步进电机的位置数据作为横坐标, 热释电探测器检测到的功率值作为纵坐标绘图, 就得到如图 2 所示的离散正弦曲线, 并标出第一次出现峰值的位置 x_1 以及第 n 次出现峰值的位置 x_2 。有了这些数据就可以按照公式计算出太赫兹辐射源的频率值, 其计算公式

$$\text{为 } f = \frac{c \cdot n}{4 \cdot (x_2 - x_1)}。$$

[0032] 实际上, 一维步进电机的移动改变的是太赫兹相干出射波与太赫兹入射波对照组之间的光程差, 且一维步进电机每移动 Δx 的距离, 光程差就改变 $2 \Delta x$, 根据光学相干原理

$$2\Delta x = \frac{n\lambda}{2} \text{ 以及频率和波长的关系 } f = c/\lambda \text{ 可以得出上述的频率计算公式 } f = \frac{c \cdot n}{4 \cdot (x_2 - x_1)}。$$

[0033] 本发明用于测量太赫兹波频率的方法应用了光学相干的原理, 所采用的各元件均为市面上较常用的成品, 成本相对较低, 光路的搭建比较容易实现, 实际测量的操作过程简单, 测量效率和准确度都较高。

[0034] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征以及本发明的优点。本行业的技术人员应该了解, 本发明不受上述实施例的限制, 上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理, 在不脱离本发明的精神和范围的前提下, 本发明还会有各种变化和改进, 这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

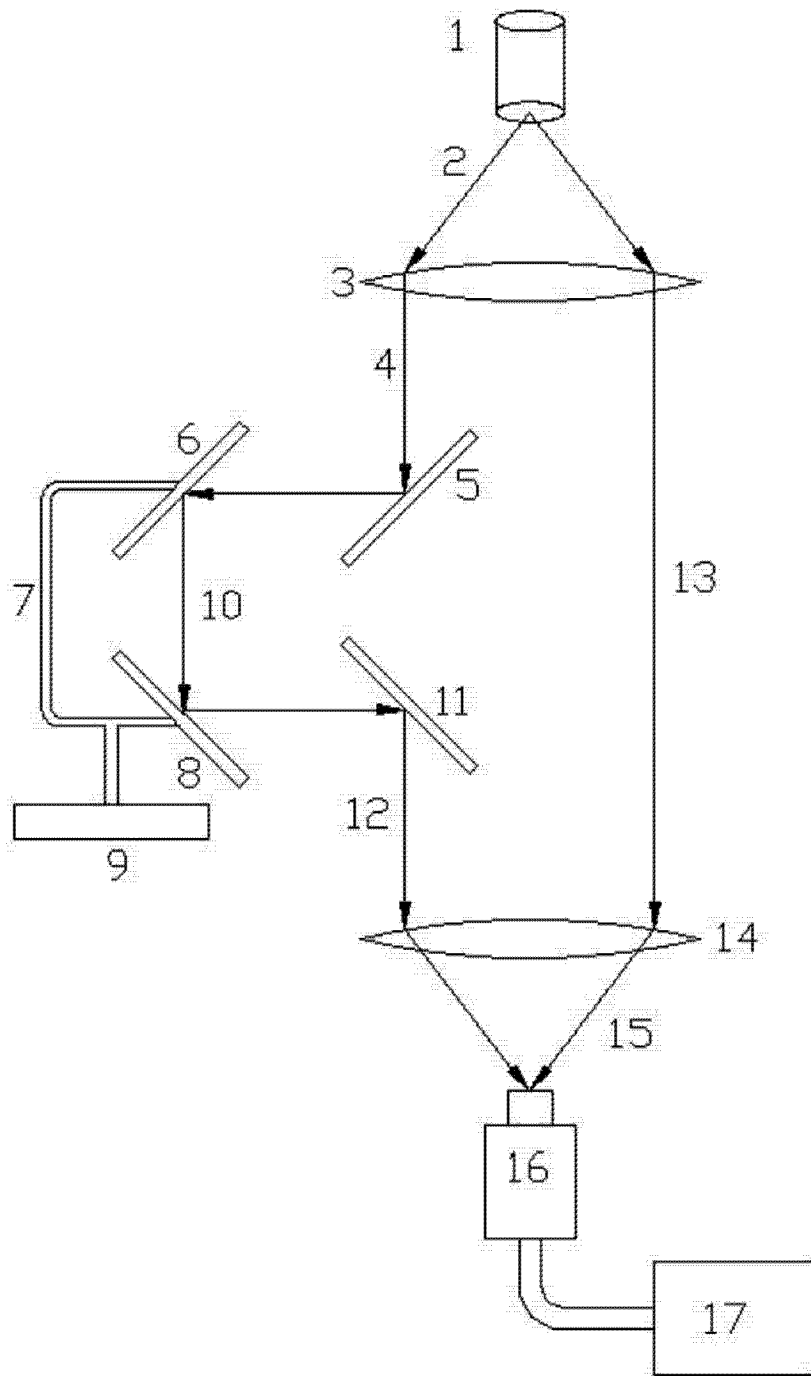


图 1

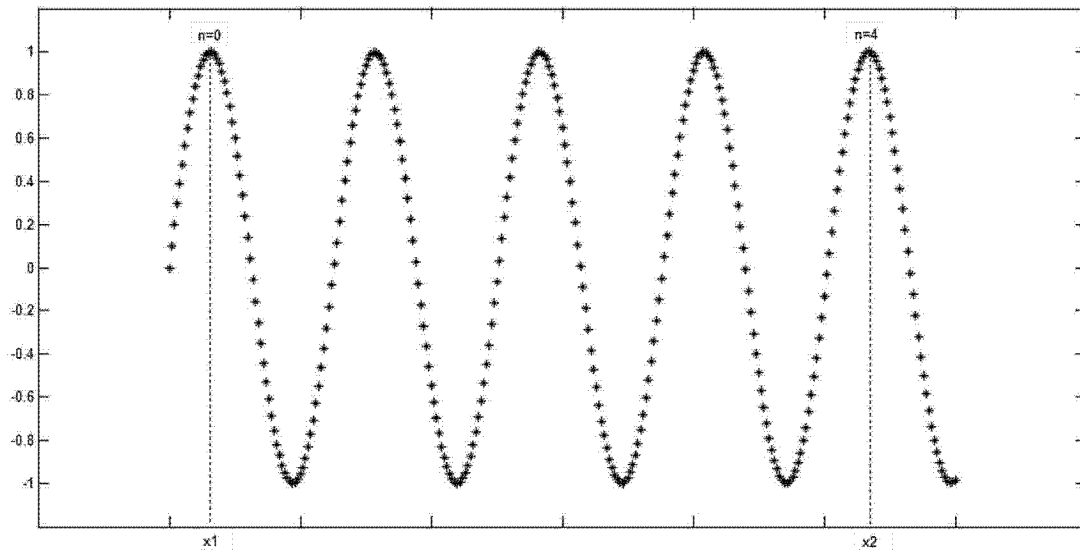


图 2