

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102200670 A

(43) 申请公布日 2011.09.28

(21) 申请号 201110128320.1

(22) 申请日 2011.05.18

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 张来明 谢冀江 姜可 李殿军 杨贵龙 郭劲

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

G02F 1/35 (2006.01)

H01S 1/00 (2006.01)

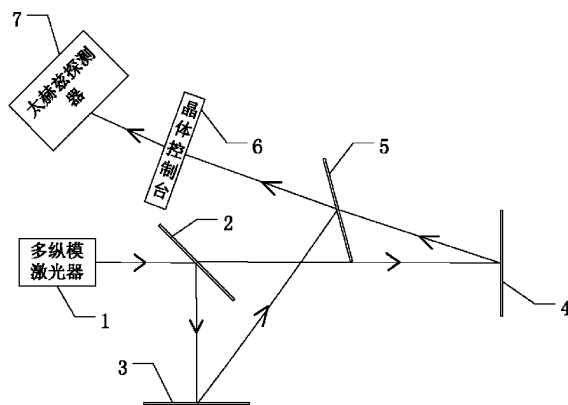
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置

(57) 摘要

本发明使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置涉及产生太赫兹波的技术领域,该装置包括多纵模激光器、分束镜、第一光栅、第二光栅、双色镜、晶体控制台、太赫兹波探测器和非线性晶体,多纵模激光器发出的光束经过分束镜分成两束,一束入射到第一光栅,第一光栅将所需波长的光反射到双色镜,另一束入射到第二光栅,第二光栅将所需波长的光反射到双色镜,两束不同波长的光经过双色镜合成后耦合到晶体控制台上的非线性晶体,经非线性晶体输出的光束入射到太赫兹波探测器。本发明的有益效果是:利用本发明的装置,可以获得不同波长的太赫兹波,能量损失小;该装置适用于大多数的多纵模激光器。



1. 一种使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置,其特征在于,该装置包括多纵模激光器(1)、分束镜(2)、第一光栅(3)、第二光栅(4)、双色镜(5)、晶体控制台(6)、太赫兹波探测器(7)和非线性晶体(12),晶体控制台(6)用于调节非线性晶体(12)的角度,太赫兹波探测器(7)用于探测太赫兹波的频率;多纵模激光器(1)发出的光束经过分束镜(2)分成两束,一束入射到第一光栅(3),第一光栅(3)将所需波长的光反射到双色镜(5),另一束入射到第二光栅(4),第二光栅(4)将所需波长的光反射到双色镜(5),两束不同波长的光经过双色镜(5)合成后耦合到晶体控制台(6)上的非线性晶体(12),经非线性晶体(12)输出的光束入射到太赫兹波探测器(7)。

2. 如权利要求1所述的一种使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置,其特征在于,所述晶体控制台(6)包括镜架(8)、水平旋转台(9)、基座(10)和垂直旋转台(11),镜架(8)活动连接在垂直旋转台(11)上,垂直旋转台(11)固定在水平旋转台(9)上,水平旋转台(9)位于基座(10)上,非线性晶体(12)位于镜架(8)内。

3. 如权利要求1所述的一种使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置,其特征在于,所述多纵模激光器(1)为CO₂激光器。

一种使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及产生太赫兹波的技术领域,具体涉及一种利用双波长差频技术产生太赫兹波的装置。

背景技术

[0002] 太赫兹波 (THz) 波段的频率范围为 0.1 ~ 10THz,它位于电子学电磁辐射和光学电磁辐射之间,是一种具有独特性质的电磁波。在低频区它和电子学电磁波重合,在光学区又和红外波段相重合,具有电子和光学辐射的双重性质,在物质成分分析、生物探测和器件探伤等方面都有重要应用。

[0003] 虽然太赫兹波的应用十分广泛,但是由于太赫兹波段的特殊性,太赫兹源的研制一直都十分困难。目前常用的产生太赫兹辐射的方法有电子学方法和光学方法。其中,电子学方法通常得到的太赫兹辐射频率较低,都在 1THz 左右,使用光学方法得到的太赫兹源可覆盖整个太赫兹波段。使用光学方法得到太赫兹源的方法有:量子级联激光器法、光导开关法和光整流法。其中量子级联法和光导开关法对器件的要求较高,价格昂贵,不适合推广应用,而光整流法对器件要求不高,只需使用普通的激光器和相应的晶体即可在满足相位匹配时产生太赫兹辐射。

[0004] 目前,已有一些方法实现了光整流法的太赫兹输出。例如 2007 年 7 月 4 日公告的公告号为 CN2919616 的中国专利公开一种“半导体激光器的双波长输出光子混频产生太赫兹波装置”,使用法布里-珀罗标准具腔外选模实现了激光器的双波长输出,同时辐射至晶体产生太赫兹波。此方法解决了两束不同波长的激光的耦合问题,使其同时入射非线性晶体,获得了太赫兹输出。而且通过改变法布里-珀罗标准具的倾角,还可以得到不同的波长组合,从而产生可调谐的太赫兹输出。但是这种方法使用的半导体激光器的光束质量差,输出功率低,不能产生较大功率和具有较好光束质量的太赫兹波,而且对于纵模模式较少的激光器,这种选波长的方法并不适用。另一种使用激光差频获得太赫兹光波的方法是腔内差频法(2007 年 6 月 27 日公开的公开号为 CN1988298 的中国专利)。该方法将非线性晶体放在激光腔内,实现了太赫兹源的宽谱线输出,并提高了晶体的转换效率。但是在这种结构中,由于在激光谐振腔内加入了非线性晶体,增大了激光腔内的损耗,对于小增益激光器来说,无法产生振荡,而且相位匹配角很难控制。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术存在的缺陷,本发明的目的是提供一种使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置,其能够产生较大功率和具有较好光束质量的太赫兹波,相位匹配角容易控制,适用于大多数的多纵模激光器。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 一种使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置,包括多纵模激光器、分束镜、第一光栅、第二光栅、双色镜、晶体控制台、太赫兹波探测器和非线性晶体,晶体控制台

用于调节非线性晶体的角度,太赫兹波探测器用于探测太赫兹波的频率;多纵模激光器发出的光束经过分束镜分成两束,一束入射到第一光栅,第一光栅将所需波长的光反射到双色镜,另一束入射到第二光栅,第二光栅将所需波长的光反射到双色镜,两束不同波长的光经过双色镜合成后耦合到晶体控制台上的非线性晶体,经非线性晶体输出的光束入射到太赫兹波探测器。

[0008] 上述晶体控制台包括镜架、水平旋转台、基座和垂直旋转台,镜架活动连接在垂直旋转台上,垂直旋转台固定在水平旋转台上,水平旋转台位于基座上,非线性晶体位于镜架内。

[0009] 本发明的工作原理是:根据激光差频的基本原理可知,高频抽运光 ω_p 和低频率信号光 ω_s 经过非线性晶体,通过极化作用,可将高能抽运光能量转换为信号光 ω_s 和闲频光 ω_T 的能量,使微弱信号光得到放大,同时闲频光产生增益,若经过多次非线性晶体作用,可得到多次放大,其中 ω_p 、 ω_s 和 ω_T 的关系为: $\omega_T = \omega_p - \omega_s$ 。使用多纵模 CO_2 激光器,利用其中任意两种波长 (ω_p 和 ω_s) 的激光输出,均可实现差频方法的太赫兹波输出。本发明利用分束镜将激光分为两束,利用两个光栅分别选出两束光中所需要的波长,并将其通过双色镜合成为一束激光输出至非线性晶体,从而实现了双波长选支和双光束耦合。双光束在非线性晶体中耦合之后输出太赫兹波的功率与相位匹配角有关。手动调节水平旋转台和垂直旋转台控制非线性晶体的角度,同时利用太赫兹波探测器探测输出的太赫兹波的功率,当探测到的太赫兹波功率最大时,这时非线性晶体光轴和入射光波的角度匹配到达最佳匹配角。不同的入射波长组合的晶体相位匹配角不同,在不同的波长组合间进行转换时,手动调节水平旋转台和垂直旋转台,以达到不同波长组合时的最佳相位匹配角。

[0010] 本发明的有益效果是:利用光栅选支的方法实现多纵模 CO_2 激光器的双波长输出,并利用非线性晶体的特性实现了激光差频太赫兹波的输出,为获得高能量的太赫兹辐射提供了一个有效的技术途径。本发明使用一个激光器的输出获得两种波长的激光,从而保证了两束光的空间匹配。使用光栅选支和双光束耦合的方法,使得选支过程具有很小的能量损失,这就可以保证输入非线性晶体的初始激光的强度。而且本发明对于几乎所有的多纵模激光器都适用,极大的扩展了可以产生太赫兹波的激光器范围。本发明的晶体控制台,具有水平旋转和垂直旋转两种旋转方式,可以实现抽运光的任意角度入射,实现了抽运光和信号光匹配角度的自动扫描,更具实用价值。

附图说明

[0011] 图 1 是本发明使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置结构示意图。

[0012] 图 2 是本发明中晶体控制台的俯视图。

[0013] 图 3 是本发明中晶体控制台的主视图。

[0014] 图中:1、多纵模激光器,2、分束镜,3、第一光栅,4、第二光栅,5、双色镜,6、晶体控制台,7、太赫兹波探测器,8、镜架,9、水平旋转台,10、基座,11、垂直旋转台,12、非线性晶体。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

[0016] 如图 1 至图 3 所示,本发明使用多纵模激光器实现差频产生太赫兹波的装置包括:多纵模激光器 1、分束镜 2、第一光栅 3、第二光栅 4、双色镜 5、晶体控制台 6、太赫兹波探测器 7 和非线性晶体 12,晶体控制台 6 用于调节非线性晶体 12 的角度,太赫兹波探测器 7 用于探测太赫兹波的频率;多纵模激光器 1 发出的光束经过分束镜 2 分成两束,一束入射到第一光栅 3,第一光栅 3 将所需波长的光反射到双色镜 5,另一束入射到第二光栅 4,第二光栅 4 将所需波长的光反射到双色镜 5,两束不同波长的光经过双色镜 5 合成后耦合到晶体控制台 6 上的非线性晶体 12,经非线性晶体 12 输出的光束入射到太赫兹波探测器 7。

[0017] 上述晶体控制台 6 包括镜架 8、水平旋转台 9、基座 10 和垂直旋转台 11,镜架 8 活动连接在垂直旋转台 11 上,垂直旋转台 11 固定在水平旋转台 9 上,水平旋转台 9 位于基座 10 上,非线性晶体 12 位于镜架 8 内。不同的入射波长组合的晶体相位匹配角不同,在不同的波长组合间进行转换时,手动调节水平旋转台 9 和垂直旋转台 11,可以达到不同波长组合时的最佳相位匹配角。

[0018] 实施例:多纵模激光器 1 采用 TEA CO_2 激光器,谐振腔长度为 2.5m,第一光栅 3 和第二光栅 4 均为 120 线/mm,放电区截面积 $40 \times 40\text{mm}$,可实现多纵模输出。分束镜 2 将激光器输出光束分为具有一定能量比例的两部分,可以控制不同的太赫兹输出能量。第一光栅 3 和第二光栅 4 采用的是反射式金属原刻光栅,调节第一光栅 3 和第二光栅 4 放置的角度,使其所选波长在 $9.3\text{--}10.6\ \mu\text{m}$ 范围内变化。镀膜的双色镜 5 的材质为 ZnSe 晶体,对透射光的透射系数为 70%,对反射光的反射系数为 80%。非线性晶体 12 采用的是 GaSeS 晶体。当分别采用不同的波长组合进行差频时,可产生不同频率的太赫兹波。多纵模 CO_2 激光器的输出波长一般为 $9.3\ \mu\text{m}$, $9.6\ \mu\text{m}$, $10.3\ \mu\text{m}$, $10.6\ \mu\text{m}$ 。采用 $10.6\ \mu\text{m}$ 和 $10.3\ \mu\text{m}$ 的波长组合进行差频时,通过太赫兹波探测器 7 探测到输出的太赫兹波的功率为 0.824THz;同理,采用 $10.6\ \mu\text{m}$ 和 $9.6\ \mu\text{m}$ 的波长组合,可得到 2.948THz 的太赫兹波;采用 $10.6\ \mu\text{m}$ 和 $9.3\ \mu\text{m}$ 的波长组合,可得到 3.956THz 的太赫兹波;采用 $10.3\ \mu\text{m}$ 和 $9.6\ \mu\text{m}$ 的波长组合,可得到 2.124THz 的太赫兹波;采用 $10.3\ \mu\text{m}$ 和 $9.3\ \mu\text{m}$ 的波长组合,可得到 3.132THz 的太赫兹波;采用 $9.6\ \mu\text{m}$ 和 $9.3\ \mu\text{m}$ 的波长组合,可得到 1.008THz 的太赫兹波。

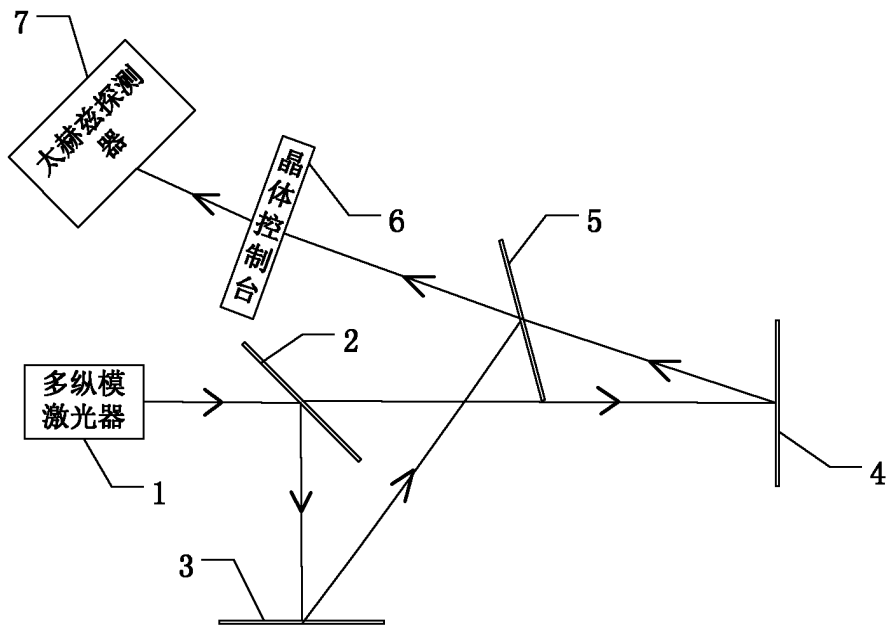


图 1

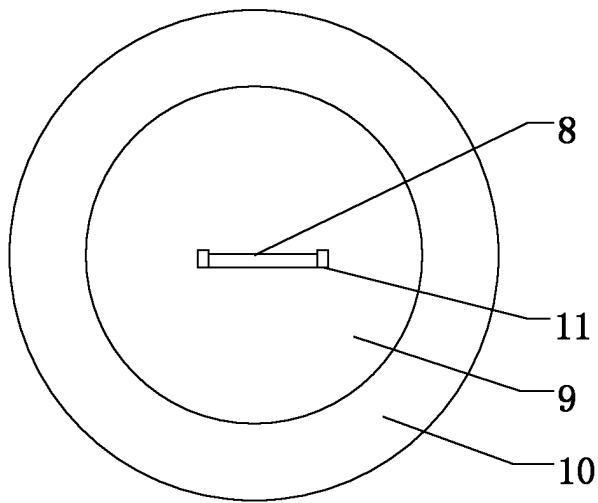


图 2

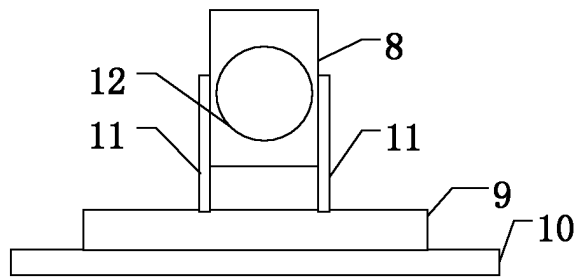


图 3