



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108801465 B

(45)授权公告日 2020.08.14

(21)申请号 201810703684.X

(22)申请日 2018.06.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108801465 A

(43)申请公布日 2018.11.13

(73)专利权人 中国工程物理研究院应用电子学  
研究所

地址 621000 四川省绵阳市游仙区919信箱  
1013分箱

(72)发明人 蒋志雄 高学燕 周文超 魏继锋  
胡晓阳 庞淼 何均章 庞毓  
黄德权 田小强 刘林

(74)专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理  
有限公司 51214

代理人 詹永斌

(51)Int.Cl.

G01J 4/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 107870041 A,2018.04.03

CN 105021284 A,2015.11.04

CN 200941068 Y,2007.08.29

CN 106033599 A,2016.10.19

US 9295419 B2,2016.03.29

庞淼.漫透射成像法激光强度时空分布测量  
装置.《强激光与粒子束》.2012,第22卷(第12  
期),摘要、正文第1-4节.

贺虎成.分孔径同时偏振成像光学系统的研  
究.《中国博士学位论文全文数据库》.2014,正文  
第2章.

审查员 武晓卫

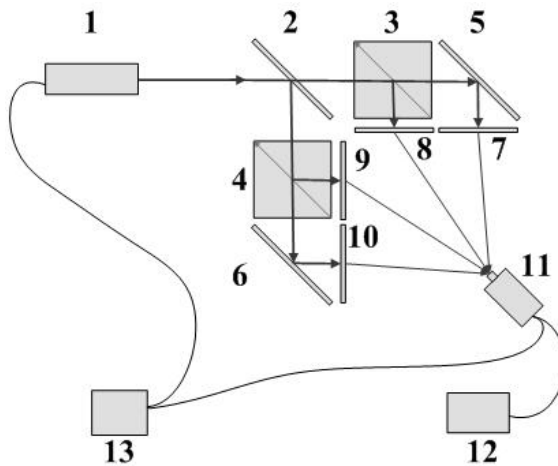
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种激光偏振态测量装置及其测量方法

(57)摘要

本发明提供了一种激光偏振态测量装置及其测量方法,该方案包括有偏振分束镜、偏振分光棱镜I、偏振分光棱镜II、45°全反镜I、45°全反镜II、漫透射屏I、漫透射屏II、漫透射屏III、漫透射屏IV、CCD相机、数据处理器和同步触发器;该方案采用漫透射屏结合CCD相机成像的子束相对能量测量方法,用于激光偏振态测量,系统简单集成度高,特别适合口径较大的高重频脉冲激光偏振态测量。



1. 一种激光偏振态测量装置,其特征是:包括有偏振分束镜(2)、偏振分光棱镜I(3)、偏振分光棱镜II(4)、45°全反镜I(5)、45°全反镜II(6)、漫透射屏I(7)、漫透射屏II(8)、漫透射屏III(9)、漫透射屏IV(10)、CCD相机(11)、数据处理器(12)和同步触发器(13);被测激光器(1)发射激光束经偏振分束镜(2)分为具有一定振幅比和相位延迟差的透射、反射两束光路,分出的透、反两光束分别经偏振分光棱镜I(3)和偏振分光棱镜II(4),又各自分出P光和S光两光束,4束光分别入射至漫透射屏I(7)、漫透射屏II(8)、漫透射屏III(9)和漫透射屏IV(10),进行体散射,产生漫透射光,该台所述CCD相机(11)同时采集漫透射屏I(7)、漫透射屏II(8)、漫透射屏III(9)和漫透射屏IV(10)体散射后的光斑,数据处理器(12)根据采集的光斑图,获取四个光斑各自对应的相对能量,结合算法即可计算出被测激光器(1)发射激光的偏振态。

2. 根据权利要求1所述的一种激光偏振态测量装置,其特征是:所述偏振分束镜(2)镀有膜层,该膜层对所测激光P光透过率 $T_p=79\%$ ,S光透过率 $T_s=21\%$ ,透射光的P光和S光相位差 $\Delta t$ ,反射光的P光和S光相位差 $\Delta r$ , $\Delta t-\Delta r=90^\circ$ 或 $-90^\circ$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种激光偏振态测量装置,其特征是:所述偏振分光棱镜I(3)和偏振分光棱镜II(4),对所测激光P光透过率 $T_p>96\%$ ,S光反射率 $R_s>99\%$ ,入射光入射角范围 $0^\circ\sim 2^\circ$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种激光偏振态测量装置,其特征是:所述偏振分光棱镜I(3)摆放时相对偏振分束镜(2),两者S光透光轴相差 $45^\circ$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种激光偏振态测量装置,其特征是:所述偏振分光棱镜II(4)摆放时相对偏振分束镜(2),两者S光透光轴相差 $45^\circ$ 。

6. 根据权利要求1所述的一种激光偏振态测量装置,其特征是:所述漫透射屏I(7)、漫透射屏II(8)、漫透射屏III(9)和漫透射屏IV(10)是具有朗伯漫透射性能的乳白玻璃或聚四氟乙烯板。

7. 根据权利要求1所述的一种激光偏振态测量装置,其特征是:所述45°全反镜I(5)和45°全反镜II(6)镀有膜层,该膜层对所测激光具有高反射率。

8. 根据权利要求1所述的一种激光偏振态测量装置,其特征是:所述CCD相机(11)为面阵CCD数字相机,配有成像镜头,且具有触发功能,响应波段与入射激光相匹配。

9. 一种基于权利要求1的激光偏振态测量装置的激光偏振态测量方法,其特征是:

采用斯托克斯矢量表示激光偏振态和偏振参数,设斯托克斯矢量为 $S=(S_0, S_1, S_2, S_3)^T$ ,采用一台CCD相机(11)同时采集四组光斑对应的电信号列矢量为 $I=(I_0, I_1, I_2, I_3)^T$ ,则

$$I = AS \quad (1)$$

式中,A为仪器矩阵,采用标准偏振态的激光通过标定实验获得;测量激光偏振态时,按式(2)由CCD相机(11)采集获得的电信号列矢量I即可计算出入射激光的斯托克斯矢量;

$$S = A^{-1}I \quad (2)$$

根据斯托克斯矢量,按式(3)~式(8)即可计算出被测激光器(1)的偏振态参数:偏振度P、线偏振度DOLP、圆偏振度DOCP、偏振角 $\theta$ 、椭率e和椭率角 $\chi$

$$P = (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{1/2} / S_0 \quad (3)$$

$$DOLP = (S_1^2 + S_2^2)^{1/2} / S_0 \quad (4)$$

$$DOCP = S_3 / S_0 \quad (5)$$

$$\theta = \frac{1}{2} [\arctan(S_2 / S_1) + (1 - \text{sign}S_2)\pi / 2] \quad (6)$$

$$e = S_3 / [1 + (S_1^2 + S_2^2)^{1/2}] \quad (7)$$

$$\chi = \frac{1}{2} \arcsin[S_3 / (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{1/2}] \quad (8)。$$

## 一种激光偏振态测量装置及其测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是激光技术领域,尤其是一种激光偏振态测量装置及其测量方法。

### 背景技术

[0002] 随着激光技术的发展,激光的性能参数受到了越来越多的关注。偏振态作为激光的一个重要性质,在激光的很多应用领域,诸如激光切割效率、激光相干合成效果、钠信标激光回光效率以及激光倍频/和频效率等的最优化,均离不开激光的偏振控制,而实现有效控制及其效果评价的前提是激光偏振态的准确测量。偏振态参数测量的主要方法有机械法和分振幅法,机械法因为其时间响应速度有限,而广泛使用受到限制;分振幅法因为可同时测量激光的四个斯托克斯参量,且探测器可根据测试需要进行匹配,而得到广泛应用。2017年,李宁馨等人在专利公布号:CN107271041A中公开了一种基于分振幅法测量激光偏振态的激光偏振态测量仪。2008年,王晓曼等人在专利公布号:CN101303256中公开了一种基于液晶的嵌入式偏振态测量仪。以上公开的激光偏振态测量装置,大多采用多组光电探测器进行探测,既不利于系统集成且光路调节比较复杂,整个测量系统体积不能做小因而使用不方便。当前市场上针对小口径、普通连续激光偏振态测试的偏振测量仪已经比较普遍;但针对厘米级口径、高重频、短脉冲激光偏振态测量,还未见很好满足其偏振测量要求的成熟仪器,针对该类型激光的偏振测量技术及测量装置亟待研发。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的,就是针对现有技术所存在的不足,而提供一种激光偏振态测量装置及其测量方法,该方案采用漫透射屏结合CCD相机成像的子束相对能量测量方法,用于激光偏振态测量,系统简单集成度高,特别适合口径较大的高重频脉冲激光偏振态测量。

[0004] 本方案是通过如下技术措施来实现的:

[0005] 一种激光偏振态测量装置,包括有偏振分束镜(2)、偏振分光棱镜I(3)、偏振分光棱镜II(4)、45°全反镜I(5)、45°全反镜II(6)、漫透射屏I(7)、漫透射屏II(8)、漫透射屏III(9)、漫透射屏IV(10)、CCD相机(11)、数据处理器(12)和同步触发器(13);被测激光器(1)发射激光束经偏振分束镜(2)分为具有一定振幅比和相位延迟差的透射、反射两束光路,分出的透、反两光束分别经偏振分光棱镜I(3)和偏振分光棱镜II(4),又各自分出P光和S光两光束,4束光分别入射至漫透射屏I(7)、漫透射屏II(8)、漫透射屏III(9)和漫透射屏IV(10),进行体散射,产生漫透射光,CCD相机(11)采集光斑,数据处理器(12)根据采集的光斑图,获取四个光斑各自对应的相对能量,结合算法即可计算出被测激光器(1)发射激光的偏振态。

[0006] 作为本方案的优选:偏振分束镜(2)镀有膜层,该膜层对所测激光P光透过率 $T_p=79\%$ ,S光透过率 $T_s=21\%$ ,透射光的P光和S光相位差 $\Delta t$ ,反射光的P光和S光相位差 $\Delta r$ , $\Delta t-\Delta r=90^\circ$ 或 $-90^\circ$ 。

[0007] 作为本方案的优选:偏振分光棱镜I(3)和偏振分光棱镜II(4),对所测激光P光透过率 $T_p>96\%$ ,S光反射率 $R_s>99\%$ ,入射光入射角范围 $0^\circ\sim 2^\circ$ 。

[0008] 作为本方案的优选:偏振分光棱镜I (3) 摆放时相对偏振分束镜(2),两者S光透光轴相差 $45^\circ$ 。

[0009] 作为本方案的优选:偏振分光棱镜II (4) 摆放时相对偏振分束镜(2),两者S光透光轴相差 $45^\circ$ 。

[0010] 作为本方案的优选:漫透射屏I (7)、漫透射屏II (8)、漫透射屏III (9) 和漫透射屏IV (10) 是具有朗伯漫透射性能的乳白玻璃或聚四氟乙烯板。

[0011] 作为本方案的优选: $45^\circ$ 全反镜I (5) 和 $45^\circ$ 全反镜II (6) 镀有膜层,该膜层对所测激光具有高反射率。

[0012] 作为本方案的优选:CCD相机(11) 为面阵CCD数字相机,配有成像镜头,且具有触发功能,响应波段与入射激光相匹配。

[0013] 一种激光偏振态测的测量方法,其特征是:

[0014] 采用斯托克斯矢量表示激光偏振态和偏振参数,设斯托克斯矢量为 $S = (S_0, S_1, S_2, S_3)^T$ , CCD相机(11) 采集光斑对应的电信号列矢量为 $I = (I_0, I_1, I_2, I_3)^T$ , 则

$$[0015] \quad I = AS \quad (1)$$

[0016] 式中,A为仪器矩阵,可采用标准偏振态的激光通过标定实验获得。测量激光偏振态时,按式(2)由CCD相机(11) 采集获得的电信号列矢量I即可计算出入射激光的斯托克斯矢量。

$$[0017] \quad S = A^{-1}I \quad (2)$$

[0018] 根据斯托克斯矢量,按式(3)~式(8)即可计算出被测激光器(1) 的偏振态参数:偏振度P、线偏振度DOLP、圆偏振度DOCP、偏振角 $\theta$ 、椭率e和椭率角 $\chi$

$$[0019] \quad P = (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{1/2} / S_0 \quad (3)$$

$$[0020] \quad DOLP = (S_1^2 + S_2^2)^{1/2} / S_0 \quad (4)$$

$$[0021] \quad DOCP = S_3 / S_0 \quad (5)$$

$$[0022] \quad \theta = \frac{1}{2} [\arctan(S_2 / S_1) + (1 - \text{sign}S_2)\pi / 2] \quad (6)$$

$$[0023] \quad e = S_3 / [1 + (S_1^2 + S_2^2)^{1/2}] \quad (7)$$

$$[0024] \quad \chi = \frac{1}{2} \arcsin[S_3 / (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{1/2}] \quad (8)。$$

[0025] 本方案的有益效果可根据对上述方案的叙述得知,由于在该方案中通过采用漫透射屏结合CCD相机成像的子束相对能量测量方法,用一台CCD相机代替以往测试方法中采用多组光电探测器进行各子束光斑探测,使测试系统更为紧凑,集成度更高。采用CCD相机进行光斑探测,由于被测激光光子束光斑可以通过CCD相机图像进行实时反映,因而光路调节相对简单,同时测试激光口径也可相对较大。配置的同步触发器,因而不仅可用于普通连续激光偏振态测试,还可用于高重频、短脉冲激光偏振态测量。

[0026] 由此可见,本发明与现有技术相比,具有实质性特点和进步,其实施的有益效果也是显而易见的。

## 附图说明

[0027] 图1为本发明的结构示意图。

[0028] 图2为P光与S光空间关系图。

[0029] 图中,1为被测激光器,2为偏振分束镜,3为偏振分光棱镜I,4为偏振分光棱镜II,5为45°全反镜I,6为45°全反镜II,6,7为漫透射屏I,8为漫透射屏II,9为漫透射屏III,10为漫透射屏IV,11为CCD相机,12为数据处理器,13为同步触发器。

## 具体实施方式

[0030] 本说明书中公开的所有特征,或公开的所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以以任何方式组合。

[0031] 本说明书(包括任何附加权利要求、摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0032] 如图1所示,一种激光偏振态测量装置及其测量方法,包括偏振分束镜2、偏振分光棱镜I3、偏振分光棱镜II4、45°全反镜I5、45°全反镜II6、漫透射屏I7、漫透射屏II8、漫透射屏III9、漫透射屏IV10、CCD相机11、数据处理器12和同步触发器13等。同步触发器13同步触发被测激光器1和CCD相机11,被测激光器1发射激光束经偏振分束镜2分为具有一定振幅比和相位延迟差的透反两束光,分出的透反两光束分别经偏振分光棱镜I3和偏振分光棱镜II4,又各自分出P光和S光两光束,4束光分别入射至漫透射屏I、漫透射屏II、漫透射屏III和漫透射屏IV,进行体散射,产生漫透射光,CCD相机11采集光斑,数据处理器12根据采集的光斑图,获取四个光斑各自对应的相对能量,结合算法即可计算出被测激光器1发射激光的偏振态。该图示意的是脉冲激光偏振态测量,当本发明用于普通连续激光偏振态测试时,同步触发器13则不参与工作。

[0033] 如图2所示,P光与S光空间关系图, $\Sigma_1$ 为偏振分束镜2上P光与S光所在截面, $P_1$ 与 $S_1$ 分别为偏振分束镜2上P光与S光的透光轴, $\Sigma_2$ 为偏振分光棱镜I3上P光与S光所在截面, $P_2$ 与 $S_2$ 分别为偏振分光棱镜I3上P光与S光的透光轴, $\Sigma_3$ 为偏振分光棱镜II4上P光与S光所在截面, $P_3$ 与 $S_3$ 分别为偏振分光棱镜II4上P光与S光的透光轴,其中 $S_1$ 与 $S_2$ 夹角为45°, $S_1$ 与 $S_3$ 夹角为45°。

[0034] 本发明不局限于上述具体实施方式,所属技术领域的技术人员从上述构想出发,不经创造性劳动,所做出的种种变换,均落在本发明的保护范围之内。

[0035] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

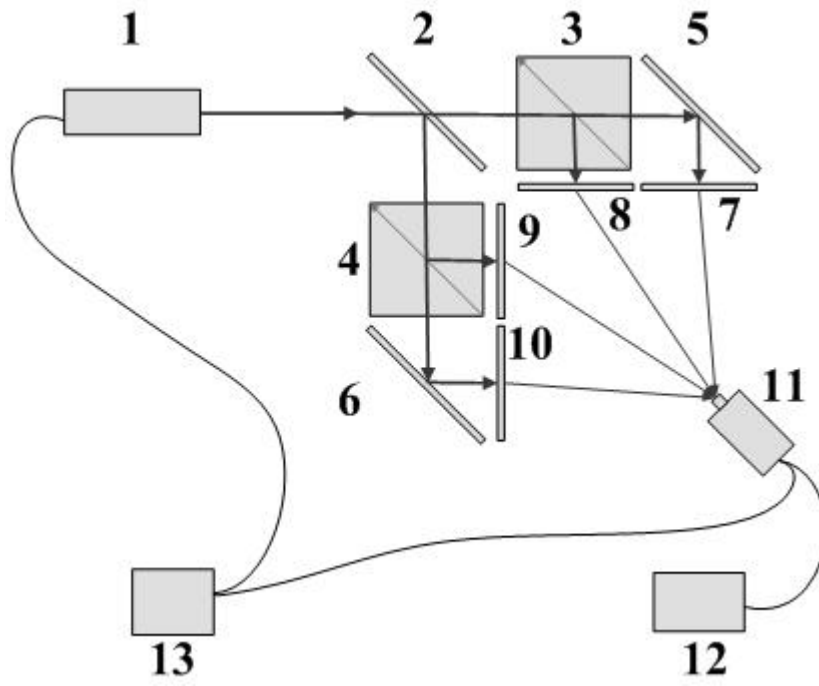


图1

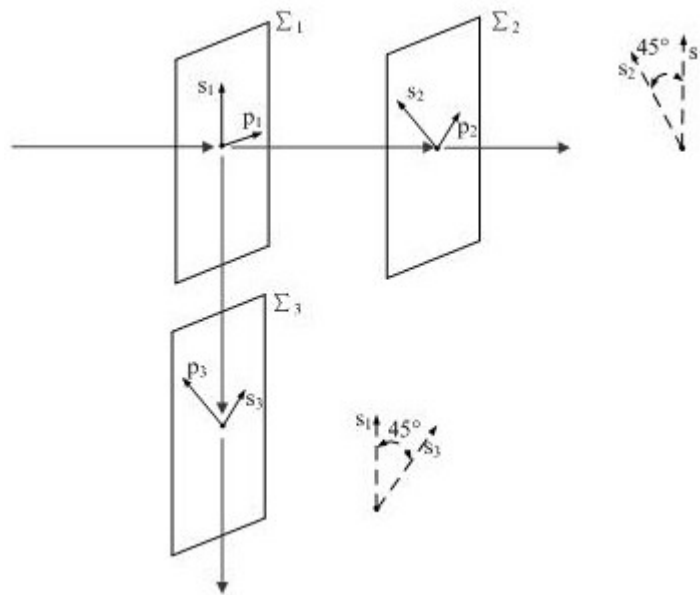


图2