



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103398785 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201310320592. 0

(22) 申请日 2013. 07. 26

(73) 专利权人 西北核技术研究所

地址 710024 陕西省西安市灞桥区平峪路
28 号

(72) 发明人 王振宝 冯国斌 陈绍武 杨鹏翎
吴勇 叶锡生

(74) 专利代理机构 西安文盛专利代理有限公司
61100

代理人 李中群

(51) Int. Cl.

G01J 5/58(2006. 01)

G01J 5/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1139208 A, 1997. 01. 01, 全文.

CN 2047010 U, 1989. 11. 01, 全文.

EP 0089437 A1, 1983. 09. 28, 全文.

US 2009/0238236 A1, 2009. 09. 24, 全文.

US 4301680 A, 1981. 11. 24, 全文.

黎高等. 长脉冲高能激光能量测试技术的研究. 《光子学报》. 2004, 第 33 卷 (第 9 期), 全文.

刘卫平等. 固态全吸收式高能激光能量计吸收腔设计. 《中国计量测试学会光辐射计量学术研讨会》. 2011, 全文.

审查员 刘文治

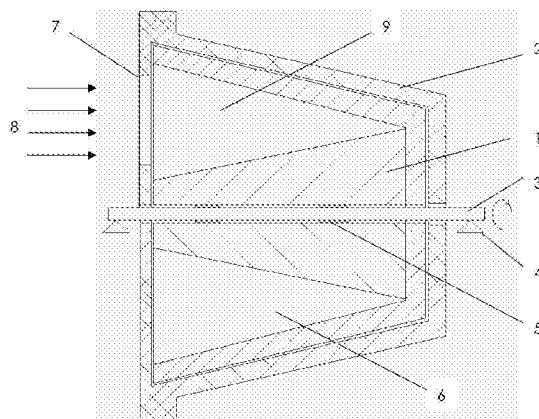
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,包括热吸收体、温度传感器和温度采集处理单元,温度传感器嵌入在热吸收体内,温度传感器和温度采集处理单元之间电连接,其中热吸收体中心设置有转轴,可使热吸收体和温度采集处理单元绕转轴旋转;热吸收体的迎光面上开有环状V型槽,所述环状V型槽的内表面为漫反射面;环状V型槽沿通过转轴截面的形状为两只V型槽结构,V型槽结构的开口朝向高能激光入射方向,高能激光光束孔径小于V型槽结构的开口尺寸;本发明通过激光束循环扫描到热吸收体表面的方式,避免了吸收体局部表面持久承受强激光辐照,降低了辐照到热吸收体表面上的平均激光功率密度,提高了测量系统的抗激光破坏阈值。



1. 基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,包括热吸收体(1)、温度传感器和温度采集处理单元,所述的温度传感器嵌入在热吸收体(1)内,所述温度传感器和温度采集处理单元之间电连接,其特征在于:所述的热吸收体(1)中心设置有转轴(3),可使热吸收体(1)和温度采集处理单元绕转轴(3)旋转;所述热吸收体(1)的迎光面上开有环状V型槽(6),所述环状V型槽(6)的内表面为漫反射面;所述环状V型槽(6)沿通过转轴(3)截面的形状为两只V型槽结构(9),所述V型槽结构(9)的开口朝向高能激光束(8)的入射方向,所述的高能激光束(8)孔径小于V型槽结构(9)的开口尺寸。

2. 根据权利要求1所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述热吸收体(1)的外周设置隔热罩(2),所述隔热罩(2)的迎光面一端开有高能激光束(8)入射的通光孔(7),所述通光孔(7)正对所述的V型槽结构(9)。

3. 根据权利要求1或2所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述的热吸收体(1)的材料为石墨或铜。

4. 根据权利要求2所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述的隔热罩(2)的材料为陶瓷纤维或石棉。

5. 根据权利要求1或2所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述的热吸收体(1)与转轴(3)之间通过隔热环(5)固定在一起,在电机的驱动下匀速转动。

6. 根据权利要求1或2所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述的温度传感器为按照一定空间分布的热电偶阵列。

7. 根据权利要求1或2所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述的热吸收体(1)为分体加工后联接而成。

8. 根据权利要求1所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述的温度采集处理单元通过无线发射装置,将温度信号实时传输至数据处理终端。

9. 根据权利要求1所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述的温度采集处理单元将温度采集保存后,供数据处理终端事后处理。

10. 根据权利要求1所述的基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,其特征在于:所述转轴(3)的转速为0.1~10转/秒。

基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光热法高能激光能量测量装置,尤其是一种适用于长时间、大能量、高功率密度的高能激光的绝对测量装置。

背景技术

[0002] 在激光参数测量中,激光总能量是一个最基本也是最为重要的指标参数,常采用光热法测量,例如将激光入射至石墨等材料制成的圆锥形吸收体上,吸收体吸收入射激光的能量并转化成自身的温升,通过测量温升从而推算得到高能激光的总能量。随着高能激光技术的发展,高功率、长出光时间激光器已经成为各国积极发展的方向,如何实现其参数的准确测量已经成为下一代高能激光器发展的制约因素。

[0003] 现有的全吸收能量计在激光能量测量中,吸收体受光面由于要承受全部的长时间激光辐照,其抗激光损伤和破坏能力将成为其技术瓶颈,目前常采用的方法有:一、水循环导热,尽快将热传到出,这种方案可以降低热平衡后吸收体的温升,但是无法解决激光辐照到吸收体时对吸收体表面的破坏,且需要在能量测量装置中增加循环水路,势必增加结构复杂性,并且影响能量反演结果的准确性;二、在吸收体表面喷镀碳化硅等抗激光辐照膜,这种方案提高破坏阈值的能力也十分有限,并且增加了系统的复杂性。随着激光功率密度的大幅提升和出光时间的延长,如何提高吸收体抗激光破坏阈值成为测量系统的关键技术,急需新的思路去解决。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种用于长时间出光的激光能量测量装置,热吸收体的面积远大于光斑面积,并通过旋转热吸收体,实现激光辐照面在热吸收体的上位置变化,使得整个热吸收体的受光面得到均匀辐照,避免常规能量计中只是热吸收体的局部表面承受强光辐照而导致的吸收体破坏,大大降低了辐照到热吸收体表面上的平均激光能量密度,提高了吸收体的抗激光破坏阈值。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置,包括热吸收体、温度传感器和温度采集处理单元,温度传感器嵌入在热吸收体内,所述温度传感器和温度采集处理单元之间电连接,其中热吸收体中心设置有转轴,可使热吸收体和温度采集处理单元绕转轴旋转;热吸收体的迎光面上开有环状V型槽,环状V型槽的内表面为漫反射面;环状V型槽沿通过转轴截面的形状为两只V型槽结构,所述V型槽结构的开口朝向高能激光入射方向,高能激光光束孔径小于V型槽结构的开口尺寸。

[0007] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,热吸收体的外周设置隔热罩,隔热罩的迎光面一端开有高能激光入射的通光孔,所述的通光孔正对所述的V型槽结构。

[0008] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,热吸收体的材料为石墨或

铜。

[0009] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,隔热罩的材料为陶瓷纤维或石棉。

[0010] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,热吸收体与转轴之间通过隔热环固定在一起,在电机的驱动下匀速转动。

[0011] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,温度传感器为按照一定空间分布的热电偶阵列。

[0012] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,热吸收体为分体加工后联接而成。

[0013] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,温度采集处理单元通过无限发射装置,将温度信号实时传输至数据处理终端。

[0014] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,温度采集处理单元将温度采集保存后,供数据处理终端事后处理。

[0015] 上述基于旋转式吸收体的高能激光能量测量装置中,转轴的转速为 0.1 ~ 10 转/秒。

[0016] 本发明具有以下的有益效果:

[0017] 1、本发明通过激光束循环扫描的热吸收体表面的方式,避免了吸收体局部表面持久承受强激光辐照,降低了辐照到热吸收体表面上的平均激光功率密度,提高了吸收体的抗激光破坏阈值;对于激光功率密度分布不均匀的光束来说,可以避免激光的强光斑处一直辐照到吸收体的局部表面,特点更加明显。

[0018] 2、本发明在热吸收体迎光面上设计了环状 V 型槽结构,进一步增大了激光辐照面积,降低了辐照到吸收体表面的平均功率密度。

[0019] 3、本发明在热吸收体采用分体加工后联接而成,可以大大简化加工工艺难度。

[0020] 4、本发明的高能激光能量测量装置在转轴和热吸收体之间设置了隔热环,可有效防止热吸收体的热通过转轴传导,提高了测量不确定度。

[0021] 5、本发明的高能激光能量测量装置四周设置了隔热罩,降低了测量中热损失,提高了测量精度。

[0022] 6、本发明通过无线实时发射或事后处理的方式,解决了旋转热吸收体在激光测量中温度信号向数据处理终端的传输问题。

[0023] 7、与传统方法实现高能激光能量测量的装置相比,本发明的高能激光能量测量装置具有体积小、重量轻等特点。

附图说明

[0024] 图 1 为本发明高能激光能量测量装置的结构示意图;

[0025] 图 2 为本发明热吸收体中环状 V 型槽的结构示意图;

[0026] 图 3 为本发明热吸收体及收集罩的结构示意图;

[0027] 图 4 为采用光线追迹软件模拟的漫反射光逃逸示意图。

[0028] 附图标记为:1、热吸收体;2、隔热罩;3、转轴;4、支撑;5、隔热环;6、环状 V 型槽;7、通光孔;8、高能激光束;9、V 型槽结构。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0030] 本发明提供一种高破坏阈值的激光能量测量装置基于全吸收能量计原理,当入射高能激光到达光热测量单元时,光热测量单元吸收入射激光能量并转化自身温升,利用温度传感器阵列对光热测量单元温度变化进行实时测量,最后由数据采集处理单元对温度传感器阵列测量得到的温度信号进行记录和处理,最终得到入射高能激光的总能量。

[0031] 本发明的测量装置包括热吸收体 1、温度传感器和温度采集处理单元,其中温度传感器为按照一定空间分布的热电偶阵列,温度传感器嵌入在热吸收体 1 内,并与温度采集处理单元之间电连接,用于采集、记录温度值并处理计算得到激光的能量参数。

[0032] 如图 1 所示,装置的热吸收体 1 中心设置有转轴 3,可使热吸收体 1 和温度采集处理单元绕转轴 3 旋转;热吸收体 1 的迎光面上开有环状 V 型槽 6,环状 V 型槽 6 的内表面为漫反射面;环状 V 型槽 6 的目的在于增大激光辐照面积,降低辐照到热吸收体 1 表面的平均功率密度;同时通过旋转热吸收体 1,可对辐照在能量测量装置的热吸收体 1 表面上的激光光斑进行位置调节,高能激光束 8 在热吸收体 1 的环状 V 型槽结构 9 迎光面循环扫描,避免常规测量中只是热吸收体 1 局部表面承受强光辐照而导致的吸收体破坏,大大降低了辐照到热吸收体 1 表面上的平均激光能量密度,提高了热吸收体 1 的抗激光破坏阈值。热吸收体 1 可选用石墨或铜制成。

[0033] 图 2 给出了环状 V 型槽 6 的结构示意图,结合图 1 和如图 2 可知,所述环状 V 型槽 6 是指当沿通过转轴 3 的截面对热吸收体 1 剖分时,截面的形状为两只与转轴 3 轴线呈对称的 V 型槽结构 9,其中 V 型槽结构 9 的开口朝向高能激光入射方向,高能激光束 8 孔径小于 V 型槽结构的开口尺寸。

[0034] 作为一种优选方式,本发明的热吸收体 1 为分体式结构,可以按照环状 V 型槽 6 为界将热吸收体 1 分体为内环部分和外环部分,也可以采用其他的分体式结构,然后通过高温导热胶或者是机械联接的方法将其固为一体,在联接中要注意尽可能保证导热系数的一致性。

[0035] 为了在测量中尽可能减少热损失,尽可能创造绝热环境,提高能量测量精度,如图 3 所示,本发明在热吸收体 1 的外周设置隔热罩 2,隔热罩 2 的迎光面一端开有高能激光束 8 入射的通光孔 7,通光孔 7 正对所述的 V 型槽结构 9。同时热吸收体 1 与转轴 3 之间通过隔热环 5 固定在一起,尽可能减少热通过转轴 3 传递。其中隔热罩 2 采用陶瓷纤维或石棉制成,隔热环 5 采用陶瓷制成。

[0036] 在电机的驱动下转轴 3 匀速转动,带动热吸收体 1 及其上的温度采集处理单元一起旋转,隔热罩 2 则不转动;也可以采取将隔热罩 2 分体加工,分开为前面板和后端两个部件,后端与热吸收体 1 固定一起旋转,而前面板则与机架支撑 4 固定,保持不动。电机的转速通常为 0.1 ~ 10 转 / 秒,根据具体的激光能量和热吸收体体积而定。为了实现测量,数据处理方式有两种:一种是温度采集处理单元通过无线发射装置,将温度信号实时传输至数据处理终端;另一种是温度采集处理单元将温度采集保存后,等转动停止后,将保存的数据通过接口导入数据处理终端进行事后处理。

[0037] 如图 4 所示,通过光线追迹模拟软件计算得到了热吸收体 1 入射激光的逃逸率与

测量装置尺寸的关系,计算结果表明光线逃逸带来的测量不确定度小于 3%,计算中高能激光束 8 正入射至热吸收体 1 的迎光面,并忽略了包裹绝热材料后光热测量单元带来的热损失。

[0038] 下面给出具体的参数估算结果:

[0039] 以热吸收体材料为石墨材料为例,采用有限元分析软件对系统总体的温升进行模拟如下:取石墨比热 $c = 1200\text{J/kg} \cdot \text{k}$,吸收体重量为 200kg,入射激光功率 P 为 1MW,出光时长 t 为 30s,则总能量 $\Delta Q = P \cdot t = 10^6\text{W} \times 30\text{s} = 30\text{MJ}$;

[0040] 在热吸收体不旋转的情况下,热吸收体局部表面承受强光辐照后其最高温升可达 1600℃,即此种情况下热吸收体材料局部将被损坏。

[0041] 在热吸收体材料按照 3 转 / 秒的速度匀速旋转时,可得热吸收体 1 材料的最高温升为 420℃左右。对比后可以看出,采用本发明的方法可以极大地提高吸收体的抗激光破坏阈值。

[0042] 旋转机构重量可设计为 100kg 左右,并可以灵活移动、布放,与传统方法实现如此大能量测量的能量计相比,具有明显的优势。该种高能激光能量测量装置具有体积小、重量轻,操作方便灵活,且避免了高能激光长时间辐照而带来的热吸收材料易损性和测量不确定度偏大等问题,并可以拓展应用于兆瓦级激光功率、分钟级出光时间的高能激光能量绝对测量。

[0043] 本发明不局限于上述具体实施方式,比如光热测量单元可以选择石墨材料以外的其它材料制成,热吸收体 1 和保护罩 2 可以为圆形或方形,温度传感器的分布方式等也可以根据实际需要进行改变。此外,温度传感器的固定可以采用高温胶粘结等方式完成。以上变化,均在本发明的保护范围内。

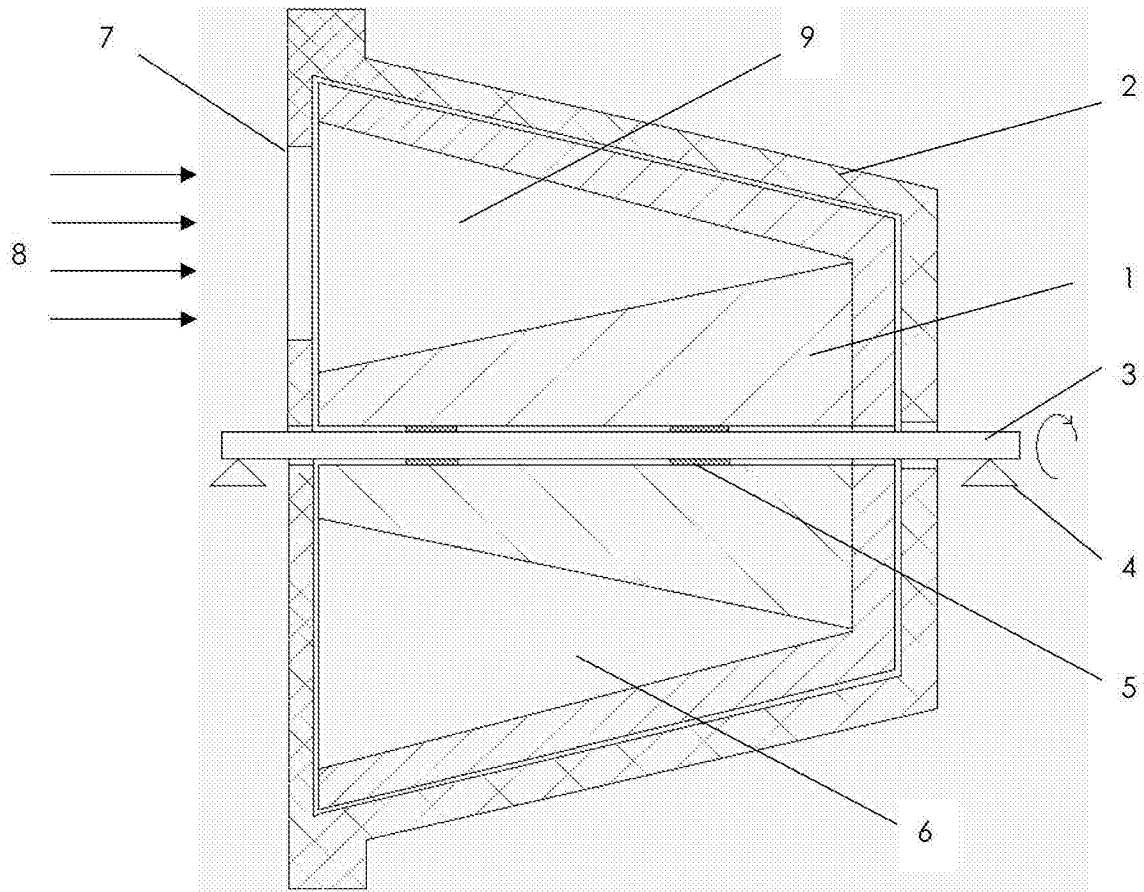


图 1

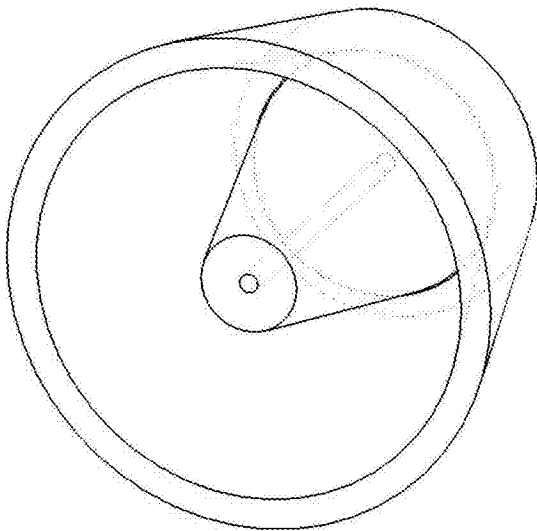


图 2

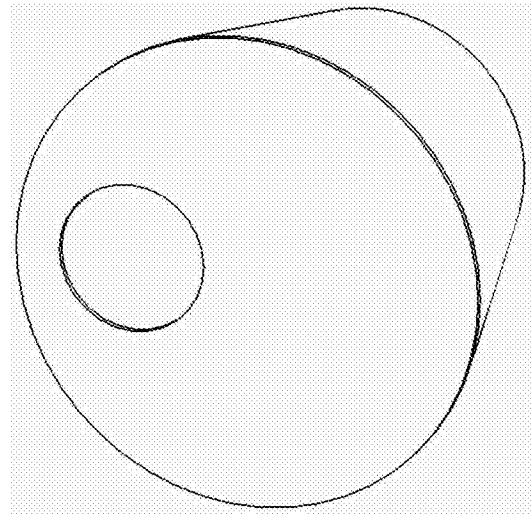


图 3

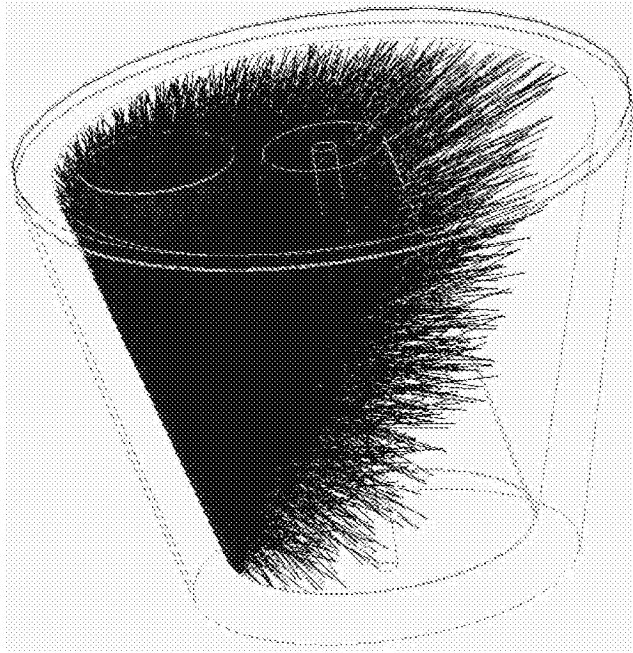


图 4