



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106908948 A

(43)申请公布日 2017.06.30

(21)申请号 201710210514.3

(22)申请日 2017.03.31

(71)申请人 西安工业大学

地址 710021 陕西省西安市未央区学府中路2号

(72)发明人 苏俊宏 李建超 徐均琪 牛艳敏
梁海锋 杨利红 黄钉劲 吴慎将

(74)专利代理机构 陕西电子工业专利中心
61205

代理人 程晓霞

(51)Int.Cl.

G02B 26/04(2006.01)

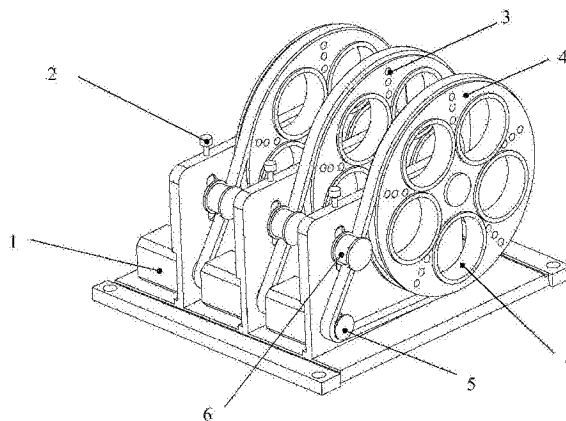
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

可用于双波长的激光能量衰减装置及方法

(57)摘要

本发明提供了一种可用于双波长的激光能量衰减装置及方法,解决了多波长激光损伤测试中同一衰减器对不同波长激光能量衰减不同的技术问题。本发明在衰减装置中采用一套或者多套衰减运动执行机构组合形成衰减装置,每个衰减盘上可选取安装多个衰减片,每个衰减片均沉积有用于修正不同波长透射率的光学薄膜。采用532nm和1064nm两个波长的激光束输入,经过本发明的可用于双波长的激光能量衰减装置进行能量衰减,无需更换衰减片及衰减片组合可获得严格一致的衰减率。本发明装置结构简单,使用一套可用于双波长的激光能量衰减装置实现了两套衰减器的功能;衰减精度高,可提高激光损伤阈值测试精度;适用于连续激光和脉冲激光,在工业生产中有广泛应用前景。



1. 一种可用于双波长的激光能量衰减装置,激光能量衰减装置包括有底座和安装于底座上的衰减机构,衰减机构通过电机带动衰减盘系统旋转,衰减片周向均匀安装于衰减盘上,入射光为激光,出射光为衰减后的激光输出,其特征在于:所述衰减片为表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片;在可用于双波长的激光能量衰减装置的输入端,设有两个激光器,第一激光器的激光波长为532nm,第二激光器激光波长为1064nm,当上述双波长激光通过该同一可用于双波长的激光能量衰减装置时,在测试过程中无需改变衰减片组合,即获得相同衰减率的激光输出。

2. 根据权利要求1所述的可用于双波长的激光能量衰减装置,其特征在于,表面沉积有薄膜的衰减片,所沉积的薄膜为MgF₂薄膜,MgF₂薄膜厚度为44.12nm;532nm,1064nm处的激光损伤阈值大于10J/cm²。

3. 根据权利要求2所述的可用于双波长的激光能量衰减装置,其特征在于,所述衰减片上沉积的MgF₂薄膜采用离子束辅助蒸发制备,制备完成后在350℃下真空退火2小时。

4. 一种双波长激光能量衰减方法,其特征在于,在上述权利要求1-3任一种可用于双波长的激光能量衰减装置上实现,是在激光损伤测试中实现双波长激光能量在不变化衰减片组合时具有相同衰减率,具体过程包括:

步骤1、以可用于双波长的激光能量衰减装置为主形成激光损伤测试系统,其中,第一激光器和第二激光器各为一支路分别作为两个激光输入源置于输入端,其中第一激光器的出射测试激光为532nm,接有转向光学单元,之后以激光出射方向依次串接有:准直、扩束单元,可用于双波长的激光能量衰减装置,聚焦单元,被测样片;第二激光器的出射测试激光为1064nm,之后沿激光出射方向依次进入与第一激光器同一准直、扩束单元,可用于双波长的激光能量衰减装置,聚焦单元,被测样片的光路中;每一支路的所有光学元件、构件分别同光轴,形成激光损伤测试系统;

步骤2、将被测样片安装在测试系统的光路末端;

步骤3、第一激光器关闭,第二激光器发射1064nm激光;

步骤4、第二激光器的1064nm激光束通过准直和扩束单元后的激光进入可用于双波长的激光能量衰减装置;

步骤5、当第二激光器1064nm激光束通过可用于双波长的激光能量衰减装置中的沉积有沉积MgF₂薄膜的衰减片后,1064nm激光实现了N%的能量衰减;

步骤6、衰减后的1064nm激光束经聚焦单元会聚到被测样片表面,实现对被测样片的1064nm激光损伤测试;

步骤7、第二激光器关闭,打开第一激光器,激光器发出532nm激光;

步骤8、第一激光器发出的532nm激光经转向光学单元,进入准直、扩束单元;

步骤9、第一激光器的532nm激光经准直和扩束后的激光通过可用于双波长的激光能量衰减装置;

步骤10、当532nm激光束通过可用于双波长的激光能量衰减装置中沉积有MgF₂薄膜的衰减片后,不调整衰减方案,实现了N%的能量衰减;得到了与1064nm激光束相同的激光能量衰减率;

步骤11、衰减后激光经聚焦单元会聚到被测样片表面,实现对被测样片532nm的激光损伤测试。

5. 根据权利要求4所述的双波长激光能量衰减方法,其特征在于,首先关闭第二激光器,让第一激光器先发射532nm激光,即先进行532nm激光的测试,后进行1064nm激光的测试。

6. 根据权利要求4或5所述的双波长激光能量衰减方法,其特征在于,第一激光器和第二激光器,其中有一个需要经过转向光学单元,另一个则不需经过转向光学单元,即当第二激光器发出的1064nm激光是经转向光学单元,进入准直、扩束单元时;第一激光器发出的532nm激光直接入射准直、扩束单元。

可用于双波长的激光能量衰减装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于光学技术领域,主要涉及激光能量衰减,具体是一种可用于双波长的激光能量衰减装置及方法。本发明适用于激光能量衰减的各种场合。

技术背景

[0002] 在激光系统中,存在着各种各样的光学元件和薄膜器件。然而,由于激光功率高,直接作用在光学元件上往往会对器件产生不可弥补的损伤。如在激光损伤阈值测试系统中,需要得到不同能级的激光能量作用于材料表面,从而完成特定的系统功能。因此,在作用过程中需要对激光能量进行衰减。理想的衰减应只改变入射光束的振幅,而不影响其几何形状(束宽、发散角等)、位相、偏振态、光谱分布和时间特性,且应具有动态范围广、光谱区域宽和复现性好等特点。此外,其光学和机械结构越简单越好。

[0003] 目前国内外的衰减器种类繁多,根据衰减器制作原理,有以下几种常见的方法:机械式调光阑法、光电技术调光法、晶体吸收法、偏振衰减法和吸收式衰减片法。

[0004] 机械式调节光阑法:该方法就是通过可变光阑方式,实现对光束的空间衰减,此方法的特点是体积小、速率较快、功耗小、技术相对比较成熟,但是缺点为动态调节范围小、线性度不好,不易实现级联工作。

[0005] 光电技术调光法:光电调光包括法拉第旋光、电光晶体调光和液晶调光,这三种方法所具有的共同特点是:动态范围较小,需要级联工作,调光非线性严重,需要闭环补偿,该方式不适合大范围、高精度调光。

[0006] 晶体吸收法特点:光强调节范围宽,因为光功率衰减与材料的厚度成指数递减规律,所以通过合理选择不同材料的系数和材料厚度,可实现宽范围的光强调节,而且不过分增加系统的体积和重量;可实现无级联连续调节。通过精密控制轴向的连续运动,可实现光强的连续调节,单调递减或递增,不出现突变;调节线性度好。缺点是光强的调节精度一方面取决于材料的均匀性,另一方面取决于丝杠的控制精度,实现条件要求较高。

[0007] 吸收式衰减片法:吸收式衰减可实现大范围、连续调光,通过控制旋转角度可实现光能的连续变化。

[0008] 上述几种衰减法,均是针对单波长条件下的衰减。

[0009] 目前虽然也有研究者提出可进行多波长条件下的衰减,但其主要方式是针对不同的波长,变换不同的衰减片组合。最主要的是,由于更换了衰减器(或改变了衰减片组合),实质上对不同波长而言,光束经过的并非同一个光学系统,因此这种方法存在较大像差,而且无法同时输出多个波长的衰减激光。因此,实质也并未解决双波长衰减问题。

发明内容

[0010] 本发明克服了现有技术的不足,提供了一种在同一测试系统中双波长条件下获得相同衰减率的双波长激光能量衰减方法及装置。

[0011] 本发明是一种可用于双波长的激光能量衰减装置,激光能量衰减装置包括有底座

和安装于底座上的衰减机构,衰减机构通过电机带动衰减盘系统旋转,衰减片周向均匀安装于衰减盘上,入射光为激光,出射光为衰减后的激光输出,其特征在于:所述衰减片为表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片;在可用于双波长的激光能量衰减装置的输入端,设有两个激光器,第一激光器的激光波长为532nm,第二激光器激光波长为1064nm,当上述双波长激光通过该同一可用于双波长的激光能量衰减装置时,在测试过程中无需改变衰减片组合,即获得相同衰减率的激光输出。

[0012] 本发明还是一种双波长激光能量衰减方法,其特征在于,在上述权利要求1-3任一种可用于双波长的激光能量衰减装置上实现,是在激光损伤测试中实现双波长激光能量在不变化衰减片组合时具有相同衰减率,具体过程包括:

[0013] 步骤1、以可用于双波长的激光能量衰减装置为主形成激光损伤测试系统,其中,第一激光器和第二激光器各为一支路分别作为两个激光输入源置于输入端,其中第一激光器的出射测试激光为532nm,接有转向光学单元,之后以激光出射方向依次串接有:准直、扩束单元,可用于双波长的激光能量衰减装置,聚焦单元,被测样片;第二激光器的出射测试激光为1064nm,之后沿激光出射方向依次进入与第一激光器同一准直、扩束单元,可用于双波长的激光能量衰减装置,聚焦单元,被测样片的光路中;每一支路的所有光学元件、构件分别同光轴,形成激光损伤测试系统;

[0014] 步骤2、将被测样片安装在测试系统的光路末端;

[0015] 步骤3、第一激光器关闭,第二激光器发射1064nm激光;

[0016] 步骤4、第二激光器的1064nm激光束通过准直和扩束单元后的激光进入可用于双波长的激光能量衰减装置;

[0017] 步骤5、当第二激光器1064nm激光束通过可用于双波长的激光能量衰减装置中的沉积有沉积MgF₂薄膜的衰减片后,1064nm激光实现了N%的能量衰减;

[0018] 步骤6、衰减后的1064nm激光束经聚焦单元会聚到被测样片表面,实现对被测样片的1064nm激光损伤测试;

[0019] 步骤7、第二激光器关闭,打开第一激光器,激光器发出532nm激光;

[0020] 步骤8、第一激光器发出的532nm激光经转向光学单元,进入准直、扩束单元;

[0021] 步骤9、第一激光器的532nm激光经准直和扩束后的激光通过可用于双波长的激光能量衰减装置;

[0022] 步骤10、当532nm激光束通过可用于双波长的激光能量衰减装置中沉积有MgF₂薄膜的衰减片后,不调整衰减方案,实现了N%的能量衰减;得到了与1064nm激光束相同的激光能量衰减率;

[0023] 步骤11、衰减后激光经聚焦单元会聚到被测样片表面,实现对被测样片532nm的激光损伤测试。

[0024] 本发明在损伤测试过程中实现了对532nm激光与1064nm激光的相同衰减率的衰减。

[0025] 与现有技术相比,本发明具有以下特点:

[0026] 1. 实现了双波长激光相同衰减率的衰减:本发明在可用于双波长的激光能量衰减装置中采用了沉积了薄膜的衰减片,例如:使用沉积了MgF₂薄膜的衰减片,可以在不变换衰减器的情况下,实现针对不同波长具有相同衰减率的技术效果。

[0027] 2. 本发明可用于双波长的激光能量衰减装置结构简单,使用一套衰减器实现了两套衰减器的功能。

[0028] 3. 衰减精度高,衰减率误差控制在0.1%内,可提高激光损伤阈值测试精度。

[0029] 4. 本发明适用于连续激光和脉冲激光,在实际工业生产中有广泛的应用前景。

附图说明

[0030] 图1是本发明的用于双波长的激光能量衰减装置结构轴侧图;

[0031] 图2是本发明的用于双波长的激光能量衰减装置结构左视图;

[0032] 图3是本发明实现损伤测试流程框图;

[0033] 图4是未镀膜衰减片基体的透射率光谱图;

[0034] 图5是本发明中沉积有MgF₂镀膜的衰减片后不同波长的透射率光谱图。

具体实施方式

[0035] 在激光损伤测试技术领域,所使用的激光能量衰减器一般需要特定的衰减器。针对某一特定波长的激光器需配置与激光器波长相匹配的特定衰减器,或者说一个波长激光器需配置与之匹配的特定衰减器,用途受到限制。激光衰减器均是精密光学仪器,不仅造价高,使用时也需要必要的安装空间。

[0036] 实施例1

[0037] 针对此现状,本发明展开了创新与开发,提出一种可用于双波长的激光能量衰减装置,参见图1,包括有底座9和安装于底座9上的衰减运动执行机构,通过电机1带动衰减盘4旋转,衰减片周向均匀安装于衰减盘4上,本发明中的衰减片为表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片7,整体构成本发明的可用于双波长的激光能量衰减装置。使用时,入射光为激光,出射光为衰减后的激光输出。又参见图2,本发明在可用于双波长的激光能量衰减装置的输入端,设有两个激光器,第一激光器的激光波长为532nm,第二激光器激光波长为1064nm,当上述双波长激光通过该同一可用于双波长的激光能量衰减装置时,在测试过程中无需改变衰减片组合,即获得相同衰减率的激光输出。本发明可用于双波长的激光能量衰减装置的输出激光具有相同的衰减率。

[0038] 参见图1,整个装置包括有:衰减盘4,表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片7,步进电机1,同步带,大同步带轮,小同步带轮、顶丝2、磁柱3、张紧轮6、霍尔传感器8、底座9、衰减盘支座10等。

[0039] 若干个表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片7沿周向均匀安装在衰减盘4上,根据测试需要衰减盘上可以安装2-10个表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片7,本例中采用5个表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片7,参见图1,每个衰减片安装位的间隔处设有三个小孔,1块衰减盘4上共钻有五组小孔,用于安装磁柱3,磁柱3与霍尔传感器8配套使用,用于定位。衰减盘4,小同步带轮,大同步带轮通过同步带连接,张紧轮6压在同步带的松边上,通过顶丝2调整张紧轮位置,调节同步带的张紧程度形成一套衰减运动执行机构,衰减运动执行机构安装于衰减盘支座10上,衰减盘支座10固定于底座9上,衰减盘支座也钻有三个小孔,分别与衰减盘4的五组小孔的某一组三个小孔位置对应。

[0040] 本例中,采用一个霍尔传感器8安装在衰减盘支座10上与安装于衰减盘上的磁柱对应位置,用于衰减片的定位,步进电机1固定在衰减盘支座10上,步进电机输出轴5通过小同步带轮转动,通过同步带的连接将运动传递给大同步带轮,从而驱动衰减盘的转动,调整不同衰减率的衰减片工位调整。

[0041] 在可用于双波长的激光能量衰减装置的输入端,设有两个激光器,第一激光器的激光波长为532nm,第二激光器激光波长为1064nm,当上述双波长激光通过该同一可用于双波长的激光能量衰减装置时,在测试过程中无需改变衰减片组合,即获得相同衰减率的激光输出。本发明可用于双波长的激光能量衰减装置的输出激光具有相同的衰减率。

[0042] 本发明可用于双波长的激光能量衰减装置结构简单,使用一套衰减器实现了两套衰减器功能。

[0043] 实施例2

[0044] 可用于双波长的激光能量衰减装置的整体构成同实施例1,本发明中表面沉积有用于修正不同波长透射率光学薄膜的衰减片,所沉积的薄膜为MgF₂薄膜,MgF₂薄膜厚度为44.12nm;532nm,1064nm处的激光损伤阈值大于10J/cm²。

[0045] 衰减片上不限于沉积MgF₂薄膜,TiO₂,SiO₂也适用。

[0046] 本发明在可用于双波长的激光能量衰减装置中采用了沉积了薄膜的衰减片,例如:使用沉积了MgF₂薄膜的衰减片,可以在不变换衰减器的情况下,实现针对不同波长具有相同衰减率的技术效果。

[0047] 本例中,采用两组相同结构衰减运动执行机构同轴安装固定在衰减盘支座10上,参见图1,可实现多种激光能量的衰减率。

[0048] 实施例3

[0049] 可用于双波长的激光能量衰减装置的整体构成同实施例1~2,本发明衰减片上沉积的MgF₂薄膜采用离子束辅助蒸发制备,形成的薄膜结构致密度高,制备完成后,350℃真空退火2小时,保证了薄膜与基底的附着力强且有高的激光损伤阈值,化学稳定性好。

[0050] 实施例4

[0051] 本发明还是一种双波长激光能量衰减方法,在上述任一种可用于双波长的激光能量衰减装置上实现,具体在激光损伤测试中实现双波长激光能量在不变化衰减片组合时具有相同衰减率,具体过程包括:

[0052] 步骤1、以可用于双波长的激光能量衰减装置为主形成激光损伤测试系统,其中,第一激光器和第二激光器各为一支路分别作为两个激光输入源置于输入端,其中第一激光器的出射测试激光为532nm,接有转向光学单元,之后沿激光出射方向依次串接有:准直、扩束单元,可用于双波长的激光能量衰减装置,聚焦单元,被测样片;将准直、扩束单元,可用于双波长的激光能量衰减装置,聚焦单元,被测样片总称作调测支路;第二激光器的出射测试激光为1064nm,之后沿激光出射方向也依次进入调测支路,即与第一激光器所在支路相同的准直、扩束单元,可用于双波长的激光能量衰减装置,聚焦单元,被测样片的光路中;每一支路的所有光学元件、构件分别同光轴,形成激光损伤测试系统。所选用第一激光器为倍频后的Nd:YAG激光器,第二激光器为Nd:YAG激光器。

[0053] 步骤2、将被测样片安装在测试系统的光路末端;具体操作时被测样片可以安装在二维移动平台上。可选用各类以光学玻璃为基底的激光损伤薄膜为被测样片。

- [0054] 步骤3、第一激光器关闭,第二激光器发射1064nm激光。
- [0055] 步骤4、第二激光器的1064nm激光束通过准直和扩束单元后的激光进入可用于双波长的激光能量衰减装置。
- [0056] 步骤5、当第二激光器1064nm激光束通过可用于双波长的激光能量衰减装置中的沉积有薄膜的衰减片后,1064nm激光实现了N%的能量衰减。
- [0057] 步骤6、衰减后的1064nm激光束经聚焦单元会聚到被测样片表面,实现对被测样片的1064nm激光损伤测试。
- [0058] 步骤7、第二激光器关闭,打开第一激光器,激光器发出532nm激光。
- [0059] 步骤8、第一激光器发出的532nm激光经转向光学单元,进入准直、扩束单元;
- [0060] 步骤9、第一激光器的532nm激光经准直和扩束后的激光通过可用于双波长的激光能量衰减装置;
- [0061] 步骤10、当532nm激光束通过可用于双波长的激光能量衰减装置中沉积有薄膜的衰减片后,不调整衰减方案,无需更换衰减片,无需变换衰减片位置即可实现N%的能量衰减;得到了与1064nm激光束相同的激光能量衰减率,本例中N=7。
- [0062] 步骤11、衰减后激光经聚焦单元会聚到被测样片表面,实现对被测样片532nm的激光损伤测试。
- [0063] 如需其他激光能量衰减率,可通过衰减运动执行机构运动,调整衰减片的位置,实现不同衰减片组合,达到所需激光能量衰减率。
- [0064] 本发明可以实现激光损伤阈值的快速、精确检测。
- [0065] 本发明适用于连续激光和脉冲激光,在实际工业生产中有广泛的应用前景。
- [0066] 实施例5
- [0067] 可用于双波长的激光能量衰减装置和方法的技术方案同实施例1~4,参见图2,本发明也可以首先关闭第二激光器,让第一激光器先发射532nm激光,同样第一激光器接有转向光学单元即先进行532nm激光的测试,后进行1064nm激光的测试。
- [0068] 采用步进电机对衰减片的组合进行调整,能够获得多种激光能量衰减率,由此提高测试精度和测试范围,开拓更多的应用。
- [0069] 实施例6
- [0070] 可用于双波长的激光能量衰减装置和方法的技术方案同实施例1~5,参见图2,本发明中的第一激光器和第二激光器,其中有一个需要经过转向光学单元,另一个则不需经过转向光学单元,即第二激光器发出的1064nm激光是经转向光学单元,进入准直、扩束单元时;第一激光器发出的532nm激光直接入射准直、扩束单元。
- [0071] 本发明具有较强的适应性。
- [0072] 下面给出一个完整的例子,对本发明进一步说明:
- [0073] 实施例7
- [0074] 可用于双波长的激光能量衰减装置和方法的技术方案同实施例1~6。
- [0075] 可用于双波长的激光能量衰减装置具体包括有:步进电机1、顶丝2、磁柱3、衰减盘4、步进电机输出轴5、张紧轮6、衰减片7、霍尔传感器8。其中,衰减盘4、步进电机输出轴5、张紧轮6由同步带连接,调整张紧轮,顶丝2锁紧。
- [0076] 本例中,具体选用三套衰减运动执行机构,每个衰减盘4上安装有4种不同衰减率

的镀膜衰减片,可实现125种不同的衰减率。

[0077] 由于每个镀膜衰减片对多波长仅能实现特定的衰减率,为了实现激光能量在0~98%范围的线性衰减,本例采用了12片衰减片组合的方式实现。

[0078] 本发明不仅给出了一种可用于双波长的激光能量衰减装置,还给出了应用可用于双波长的激光能量衰减装置实现的双波长激光能量衰减方法,本发明中对衰减片表面镀膜,改变各个波长的透射率,对1064nm及532nm两个波长的透射率进行修正,在同样的光学系统中,实现完全一致的衰减率。

[0079] 实施例8

[0080] 可用于双波长的激光能量衰减装置和方法的技术方案同实施例1~7,参见图4,图4是未镀膜衰减片基体的透射率光谱图,在图4中可见,采用同一片玻璃,以K9基体玻璃为例,对应于532nm激光波长处的透射率91.88%,对应于1064nm激光波长处的透射率为92.73%,由于材料本身对不同波长存在色散,导致衰减片基体对不同波长具有不同的透射率,两者相差接近1%。

[0081] 本发明中采用沉积有薄膜的衰减片构成可用于双波长的激光能量衰减装置,针对不同波长的激光输入得到了相同衰减率的激光输出。本发明经过多次试验和检测,测试结果参见图5,图5是本发明中沉积有MgF₂镀膜的衰减片后不同波长的透射率光谱图,图5可见:针对不同的激光输入仍然有着变化的激光输出,但是对应于532nm激光波长和1064nm激光波长处有着相同的衰减率。以此本发明不仅解决了光学领域中针对不同的双波长激光能量获得相同衰减率的技术难题。更重要的是,利用这一技术效果能够实现很多技术应用,比如,本发明将其应用于双波长激光损伤测试,就用一套可用于双波长的激光能量衰减装置实现双波长的精确衰减。将本发明的技术成果进一步推广,可以用于三个波长及以上的共同激光能量衰减测试和应用。

[0082] 参见图5,本发明衰减精度高,衰减率误差控制在0.1%内。

[0083] 综上所述,本发明提供的可用于双波长的激光能量衰减装置及方法,解决了多波长激光损伤测试中同一衰减器对不同波长激光能量衰减不同的技术问题。本发明在衰减装置中可以采用一套或者多套衰减运动执行机构组合形成衰减装置,每个衰减盘上可选取安装多个衰减片,每个衰减片均沉积有用于修正不同波长透射率的光学薄膜。采用532nm和1064nm两个波长的激光束输入,经过本发明提供的可用于双波长的激光能量衰减装置进行能量衰减,无需更换衰减片及衰减片组合可获得严格一致的衰减率。本发明可用于双波长的激光能量衰减装置结构简单,使用一套可用于双波长的激光能量衰减装置实现了两套衰减器的功能;衰减精度高,可提高激光损伤阈值测试精度;适用于连续激光和脉冲激光,在工业生产中有广泛的应用前景。

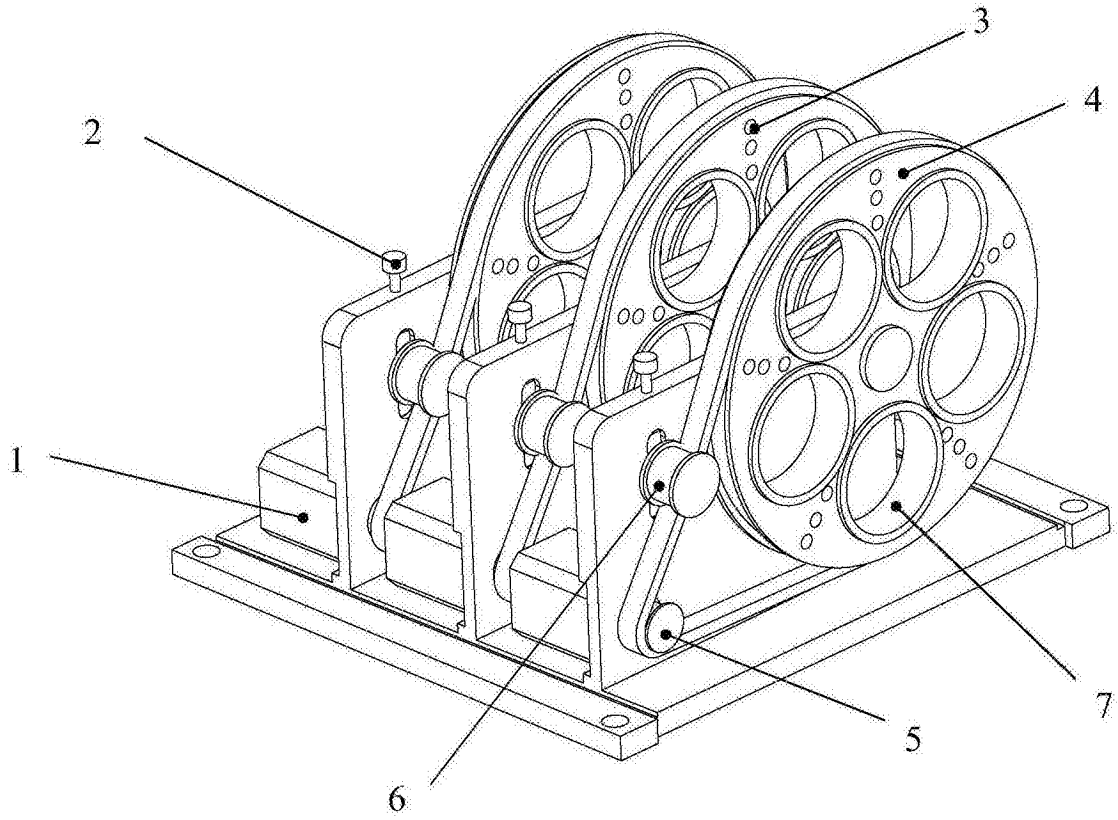


图1

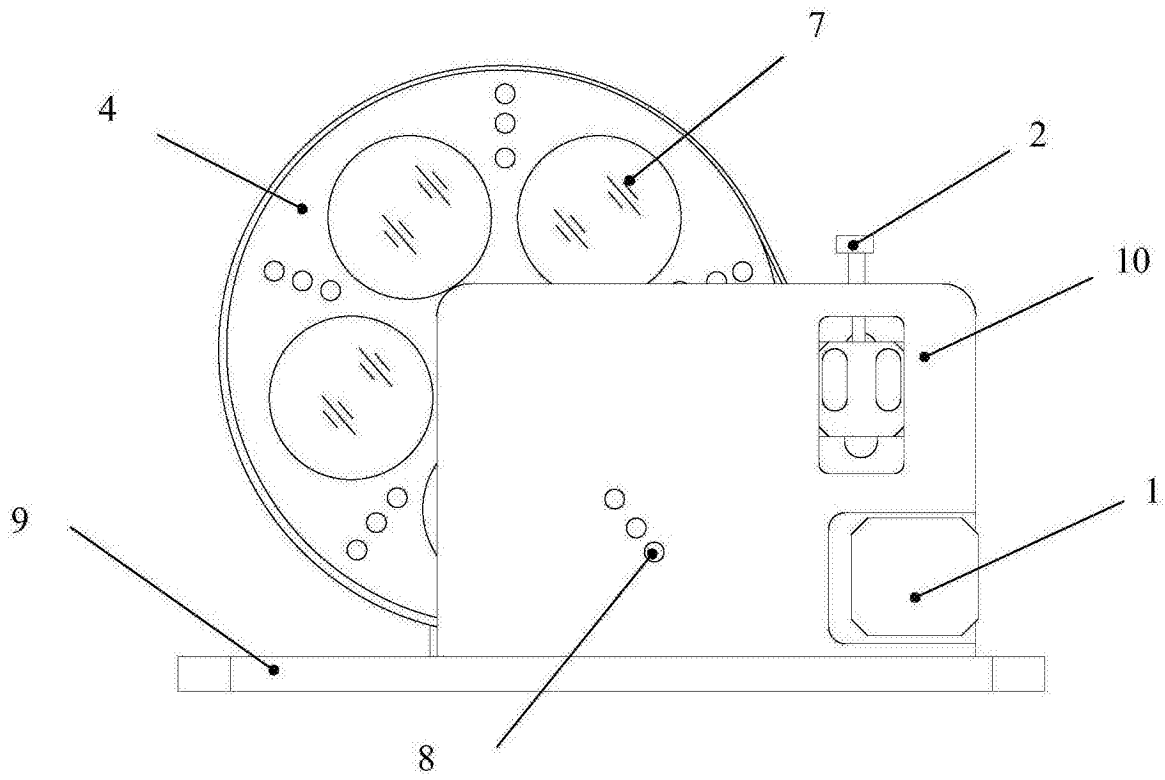


图2

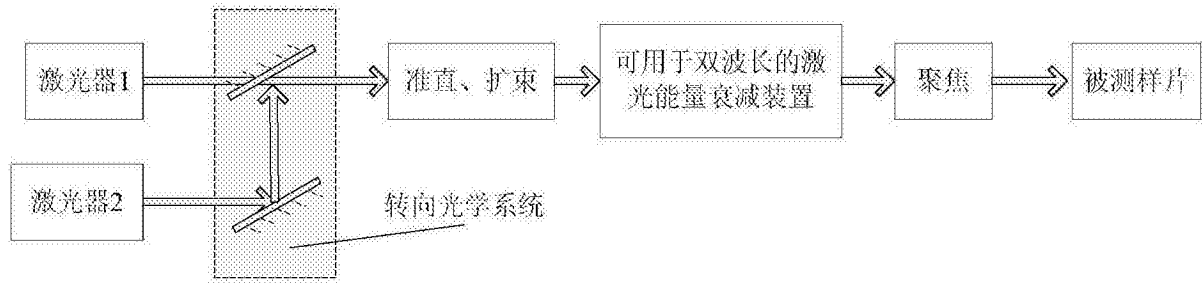


图3

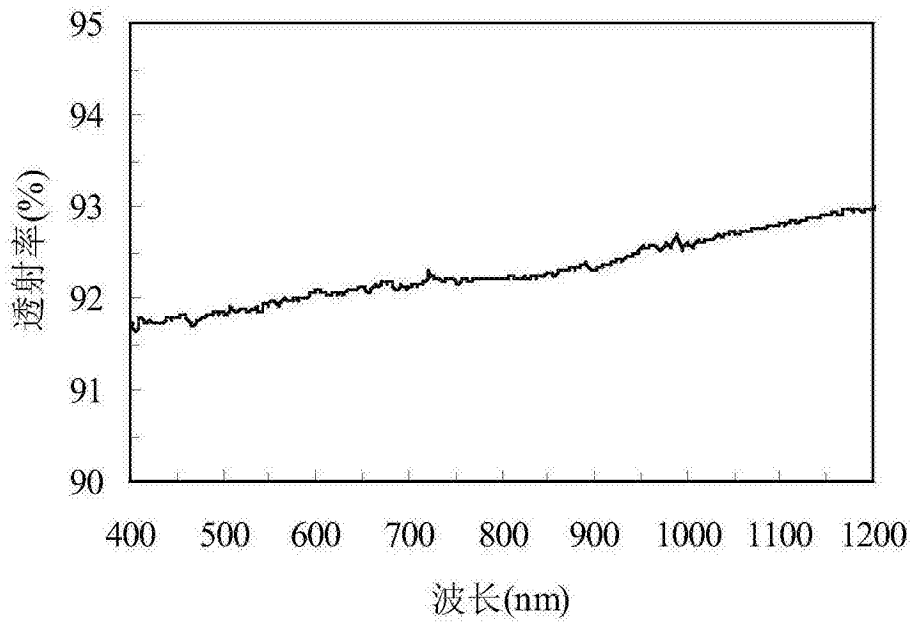


图4

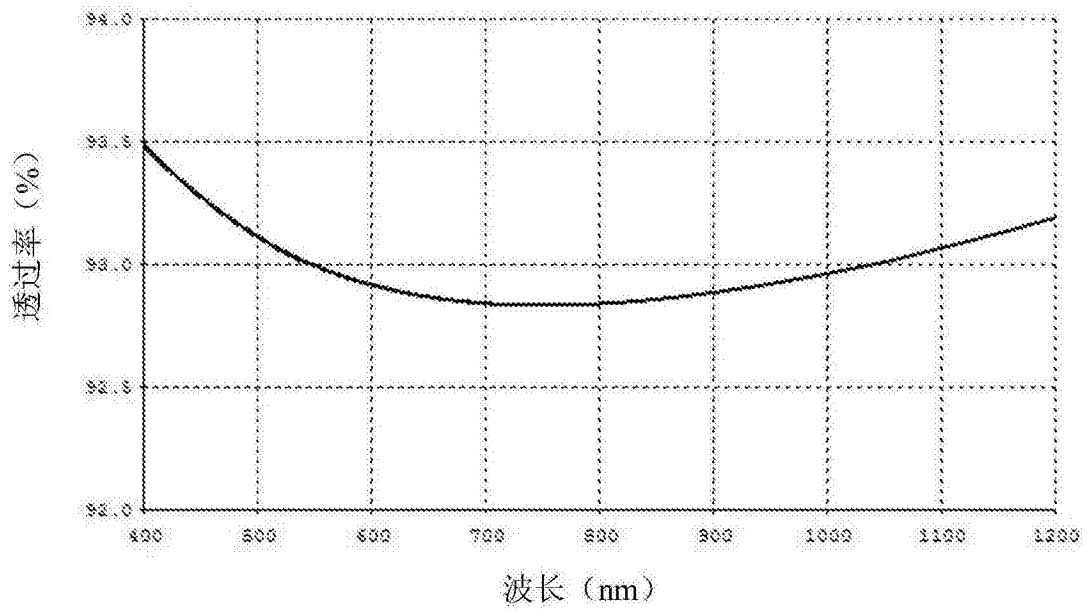


图5