



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103862166 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201410068886. 3

(22) 申请日 2014. 02. 27

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 虞钢 甘政涛 李少霞 宁伟健 郑彩云

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理 事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

B23K 26/02 (2014. 01)

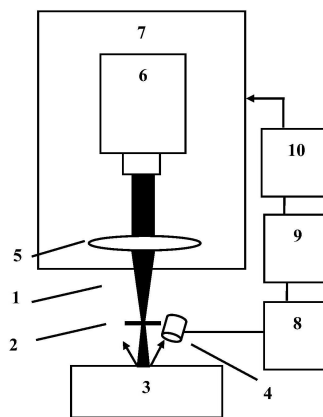
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种激光束焦平面的确定方法

(57) 摘要

本发明公开了一种激光束焦平面的确定方法。该方法能直接在待加工工件表面确定激光束的焦平面。通过移动待加工工件,以改变激光头以及聚焦镜片与待工件平面的相对位置,同时用一个光电二极管测量激光束在待加工表面反射后的光强(位置尽量靠近反射中心),并将光强信号采集到工控机上,用特定的算法进行分析。当光强为极大值时,此时工件平面与激光束的焦平面重合。该方法可以直接在待加工的工件表面准确的确定激光束的焦平面而不会引进其他误差,并且通过选取合适的激光功率,不会对工件造成破坏。该过程通过闭环控制实现激光束焦平面的自动化寻找。



1. 一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于,包括如下步骤:
 - a. 开启激光器的指示光照射在工件表面,调整光电二极管的放置位置使反射后的指示光光束能照射在光电二极管的接收区域;
 - b. 根据需要选择合适的激光功率开启激光器;
 - c. 移动工作台以改变工件与激光头的距离,用光电二极管测量激光束在待加工表面反射后特定位置的光强,利用工控机采集计算光电二极管接收的光强极大值;
 - d. 保存所述光强极大值对应的工作台坐标,将工作台移动到该坐标上,激光束焦平面确定完毕。
2. 根据权利要求1所述的一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于:激光束不垂直工件时,光电二极管位于激光束的反射中心。
3. 根据权利要求1所述的一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于:激光束垂直工件时,光电二极管靠近反射中心并且不被激光束直照射。
4. 根据权利要求1或2或3所述的一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于:所选择的激光功率不使工件表面发生可见变化。
5. 根据权利要求1或2或3所述的一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于:根据激光器的波长,选择响应波段包括激光波长的光电二极管。
6. 根据权利要求1或2或3所述的一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于:采用通用的排序算法计算光电二极管接收的光强极大值。
7. 根据权利要求6所述的一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于:所述通用的排序算法为冒泡排序法。
8. 根据权利要求1或2或3所述的一种激光束焦平面的确定方法,其特征在于:对于易氧化或者易挥发的工件表面,通过减少表面粗糙度增强表面对激光束的反射率。

一种激光束焦平面的确定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光加工与制造技术领域,特别是涉及一种激光束焦平面的确定方法。

背景技术

[0002] 为了使激光加工工件达到足够的精度并且具有好的加工质量,各种激光加工、制造方法,如激光焊接、激光切割、激光熔覆等,都必须聚焦激光束并合理的选择待加工工件平面与激光束焦平面之间的距离,即离焦量。但是问题在于如何确定激光束的焦平面与工件平面的相对位置。目前有一些方法能够确定激光束的焦平面,例如,用激光束在基准工件上切割不同的槽,而不同的离焦量用于对应每个槽。随后,基准工件被取下并且槽的宽度被手工测量。得到的最小的槽宽度的位置即为加工的焦点位置,这种方法相对复杂并且不能被自动化完成,并且必须通过基准工件而不能直接在待加工工件表面找到激光束的焦点,这样将引入其他的测量误差,影响精度。又如,通过 CCD 摄像机拍摄激光束照射在工件表面的光斑,通过图像处理软件,分析出光斑的面积,上下移动工件改变其与激光头的相对位置,当图像上的光斑面积最小时,激光束的焦平面与工件平面重合。该方法可以直接在待加工工件表面确定激光束的焦平面,但是需要复杂设备,对图像处理软件精度的要求很高。其最大的缺点在于,CCD 的光谱响应范围大约在 $0.2\ \mu\text{m}$ – $1.06\ \mu\text{m}$,如果激光束的波长不在这个范围内时(如 CO_2 激光器波长为 $10.6\ \mu\text{m}$),该方法因为无法拍摄到激光束的光斑而失效。

发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种激光束焦平面的确定方法。其包括如下步骤:

[0004] a. 开启激光器的指示光照射在工件表面,调整光电二极管的放置位置使反射后的指示光光束能照射在光电二极管的接收区域;

[0005] b. 根据需要选择合适的激光功率开启激光器;

[0006] c. 移动工作台以改变工件与激光头的距离,用光电二极管测量激光束在待加工表面反射后特定位置的光强,利用工控机采集计算光电二极管接收的光强极大值;

[0007] d. 保存所述光强极大值对应的工作台坐标,将工作台移动到该坐标上,激光束焦平面确定完毕。

[0008] 进一步地,激光束不垂直工件时,光电二极管位于激光束的反射中心。

[0009] 进一步地,激光束垂直工件时,光电二极管靠近反射中心并且不被激光束直照射。

[0010] 进一步地,所选择的激光功率不使工件表面发生可见变化。

[0011] 进一步地,根据激光器的波长,选择响应波段包括激光波长的光电二极管。

[0012] 进一步地,采用通用的排序算法计算光电二极管接收的光强极大值。

[0013] 进一步地,所述通用的排序算法为冒泡排序法。

[0014] 进一步地,对于易氧化或者易挥发的工件表面,通过减少表面粗糙度增强表面对

激光束的反射率。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0016] 1、该方法能直接在待加工工件表面确定激光束的焦平面,避免了由于使用基准平面而引入的误差。

[0017] 2、通过选择不同响应波段的光电二极管,该方法可以适应各种不同波长的激光器。

[0018] 3、通过闭环控制系统,该方法方便地实现了自动化确定激光束焦平面。

附图说明

[0019] 图 1 为一种进行激光束焦平面的确定方法的实验平台示意图。

[0020] 图 2 为焦点附近激光束的纵向剖面图。

[0021] 图 3 为实验结果示意图。

[0022] 图 4 为激光束入射角度与对应的光电二极管放置位置示意图。

[0023] 图 5 为驱动电路的电路图。

具体实施方式

[0024] 本发明所采用的技术方案是:如图 1 所示的平台包括激光头(6)、光电二极管(4)及其夹具、待加工工件(3)、运动平台(7)、光电二极管驱动电路(8)、信号调理采集模块(9),工控机(10)。光电二极管驱动电路(8)的作用是将光电二极管(4)的接收到的光强值转换为对应的电压值,光电二极管驱动电路(8)的电路图如图 5 所示。信号调理采集模块(9)包括:滤波模块和 A/D 转换模,它们块均使用成熟的商业产品。

[0025] 由于激光束的空间分布特性,如图 2 所示,其中, d_0 为束腰直径, w_0 为束腰半径, Θ_0 为束散角, θ_0 为束散半径, z_R 为瑞利长度, z_0 为束腰位置。聚焦后激光束在焦点位置最为汇聚,而离焦点位置越远,发散作用越明显。当激光束焦点位置照射在工件表面时,其反射的光强分布也最为汇聚,使其反射之后的光束轴线上的光强相比非焦点位置激光束的反射光强更强。这一结论在探测器位置位于反射中心附近时都有效。

[0026] 利用上述的原理,通过来回移动运动平台(7),以改变工件(3)与激光头(6)的距离,同时用软件分析激光束(1)照射在工件(3)上反射后由光电二极管(4)接收的光强。对于激光束与工件不垂直的情况,光电二极管的位置位于反射中心,如图 4(b),对于激光束与工件垂直的情况,光电二极管位于靠近反射中心但不被激光束直射位置,如图 4(a),图中黑色箭头 1 代表激光束的入射位置,圆柱体 2 代表光电二极管的放置位置。通过计算得到此光强的极大值,就可以确定此时激光束(1)焦平面(2)与工件平面(3)重合。移动工作台(7),以改变激光头(6)(包括聚焦镜片(5))与工件表面(3)的距离,同时检测反射光强的变化,实验结果如图 3 所示,图中的 X 轴代表聚焦镜片与工件之间的相对距离, Y 轴代表红外光电二极管接收到的光强信号经信号转换、调理后在示波器上显示的电压值,黑色竖线代表激光焦平面的理论值。带三角型标志的实验一:光电二极管与工件表面激光斑点的距离 d 为 5mm,带正方形标志的实验二:光电二极管与工件表面激光斑点的距离 d 为 10mm。可以看出光电二极管(4)接收到的光强取极大值时,聚焦镜片(5)与工件表面(3)的距离正好等于聚焦镜片(5)的焦距,说明此时激光束(1)的焦平面(2)与工件平面(3)重合。这个结

果和理论分析是一致的。

[0027] 具体实施步骤如下：

[0028] 1、开启激光器的指示光照射在工件表面，并调整光电二极管(4)的放置位置使反射后的指示光光束能照射在光电二极管(4)的接收区域。光电二极管(4)放置的位置应尽量靠近激光束(1)轴线但不被激光束(1)直接照射。选择合适的光电二极管(4)与工件表面(3)激光斑点的距离，以确定接收到的光强不超过光电二极管的接收范围。

[0029] 2、选择合适激光功率开启激光器(6)。

[0030] 3、移动工作台(7)改变工件(3)与激光头(6)的距离。每次移动 0.5mm (每次移动距离越小，确定的焦平面精度越高)，停留 2s 以保证软件计算完成。工作台(7)的扫描范围不应该太小，要保证激光束焦平面(2)在这个扫描范围之内。

[0031] 4、开启工控机(10)上的光强采集软件，计算光强的极大值。

[0032] 5、保存光强极大值对应的工作台(7)坐标，将工作台(7)移动到该坐标上。

[0033] 6、此时的激光束焦平面(2)和工件平面(3)重合，激光束焦平面(2)确定完毕。

[0034] 技术方案的说明：

[0035] 1、光电二极管(4)的选择：应选择响应波段包括激光波长的光电二极管，如验证实验中采用的是 Nd:YAG 激光器，其波长为 $1.064\mu\text{m}$ ，所以选取了响应波段为 $0.9\mu\text{m}$ - $1.3\mu\text{m}$ 的红外光电二极管，本红外光电二极管接收区域为 $1.5\text{mm}\times 1.5\text{mm}$ ，接收的光强是照射在这个区域上光强的积分。为了保证测量精度这个接收区域不应该太大。

[0036] 2、光电二极管(4)放置的位置：该方法开始前，如果激光束与工件表面不垂直(如图 4(b)所示)：应开启激光器的指示光照射在工件表面，并调整光电二极管的放置位置使反射后的指示光光束能照射在光电二极管的接收区域，保证测试时光电二极管能探测到反射中心的光强。同时选择合适的光电二极管与工件表面激光斑点的距离，以确定接收到的光强不超过光电二极管的接收范围。如果激光束完全或者很接近垂直于工件表面(如图 4(a)所示)，那么把光电二极管在不被激光束直接照射条件下尽量靠近激光束。同时选择合适的光电二极管与工件表面激光斑点的距离，以保证照射到光电二极管接受面的光强不超过它所能接收的最大值。如果照射到光电二极管接受面的光强过强，超过了它所能接收的最大值，则应该在光电二极管前面增加衰减片。

[0037] 3、激光功率的选择：使用该方法时激光功率不应该太大，以不使工件表面发生任何可见变化为标准，对于易氧化或者易挥发表面可以通过减少表面粗糙度的方法，增强表面对激光束的反射率，以增加测试精度。

[0038] 4、工控机(10)上极大值分析算法：当移动工作台同时采集反射中心的光强信号，使工控机能够接收到一系列的相对距离(工件与激光头之间)对应的光强值，通过算法分析出最大的光强值，该值对应的相对距离即为所求。具体的算法采用通用的排序算法(如冒泡排序法等)。

[0039] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

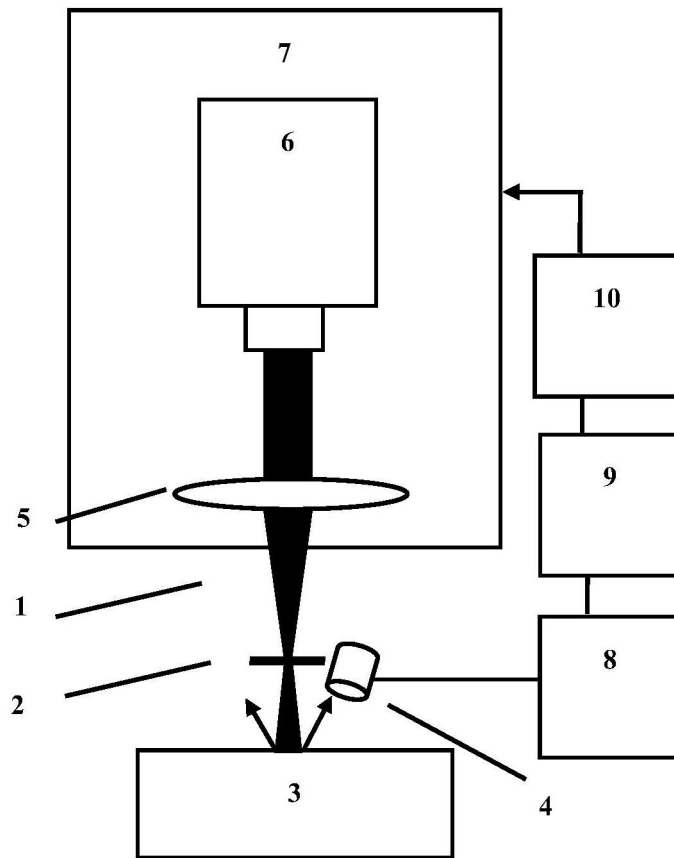


图 1

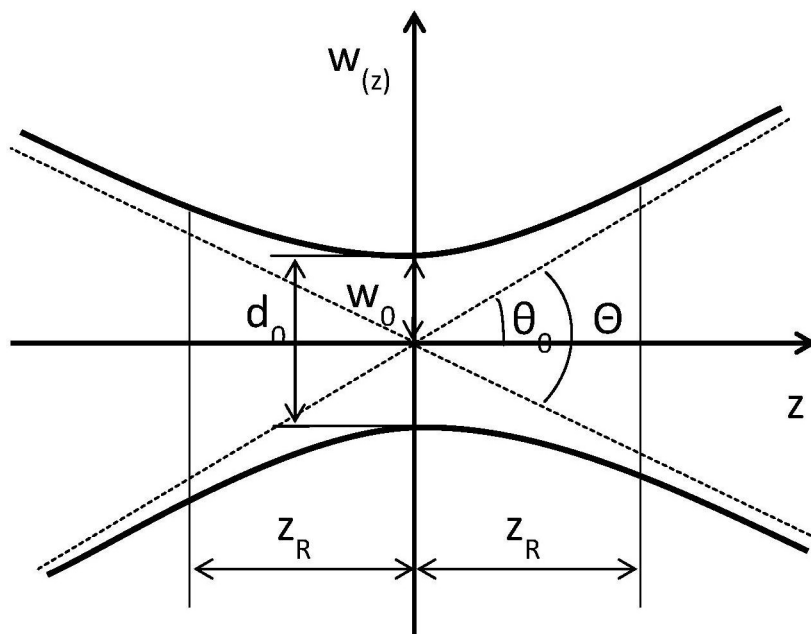


图 2

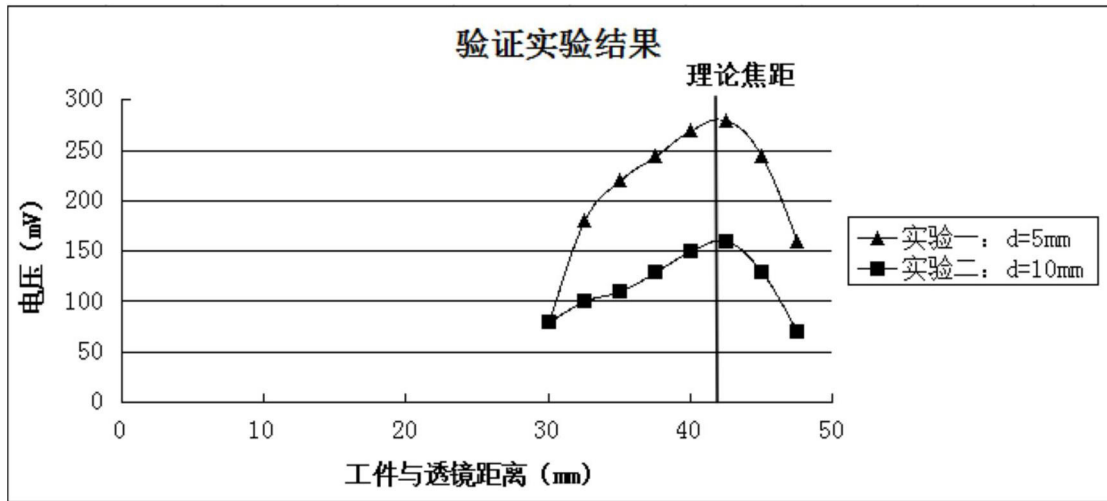


图 3

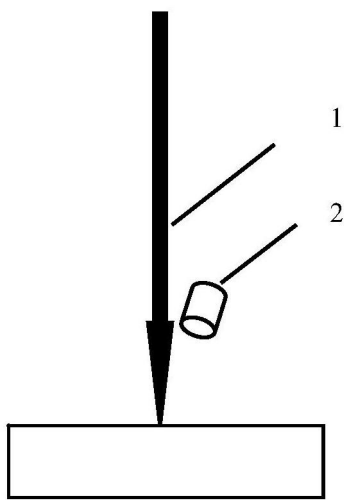


图 4 (a)

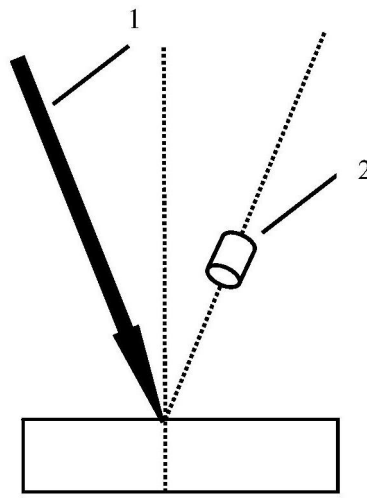


图 4 (b)

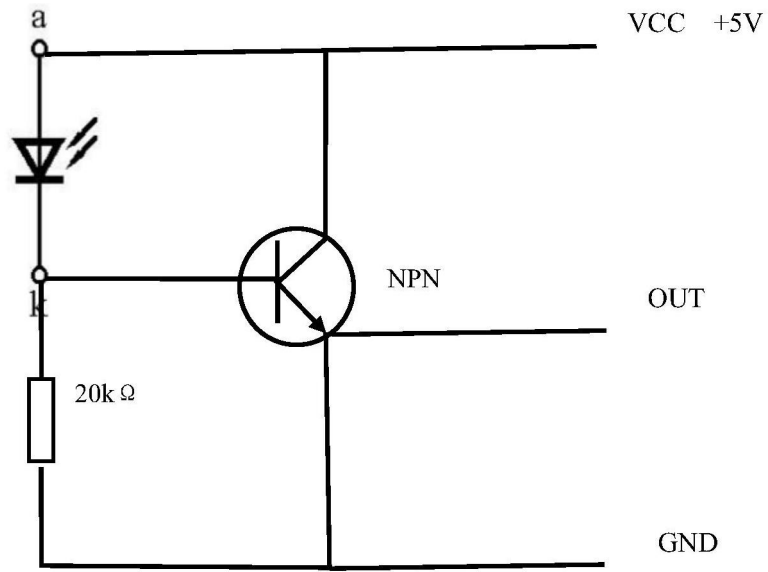


图 5