



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102380709 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 21

(21) 申请号 201010268576. 8

(22) 申请日 2010. 09. 01

(71) 申请人 中国科学院光电研究院
地址 100190 北京市海淀区中关村东路 95 号自动化大厦
申请人 北京国科世纪激光技术有限公司

(72) 发明人 赵天卓 余锦 樊仲维 刘洋
张雪 麻云凤 闫莹

(51) Int. Cl.
B23K 26/04 (2006. 01)
B23K 26/073 (2006. 01)

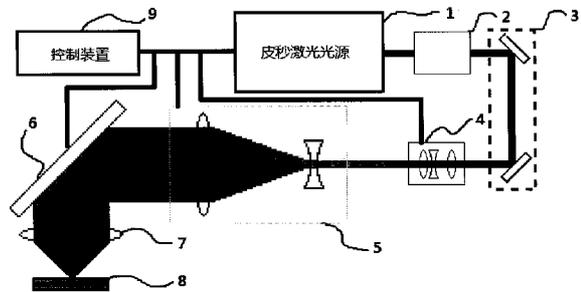
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

平顶高斯光束皮秒脉冲激光加工系统

(57) 摘要

本发明涉及一种采用混合波长、平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统。该系统由一个皮秒激光光源、一个倍频装置、一个折转反射镜组、一个用来将普通的高斯光束整形成平顶高斯光束的非球面整形透镜组、一个扩束系统、一个可以控制移动的反射镜、一个聚焦镜、一个控制装置构成。本发明的激光加工系统可以有效的实现皮秒脉冲激光情况下的平顶高斯光束加工, 来在加工件表面进行平整加工。此外, 采用精密控制技术, 可以有效提高平顶加工范围, 实现宽范围的平整加工。



1. 一种采用平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统,包括:一个皮秒激光光源;一个反射镜组;一个倍频装置;一个非球面整形透镜组;一个扩束系统;一个可控制反射镜;一个聚焦镜;一个被加工的工作件;一个控制装置。

在上述的技术方案中,所述的皮秒激光光源用来产生加工用的高斯分布皮秒脉宽激光;所述的倍频装置用来将单一波长的激光转变成多波长的激光;所述的两个反射镜设置在所述的皮秒激光光源之后,组合起来控制激光束经过所述的非球面整形透镜组的中心;所述的倍频装置用来将激光束倍频,由单一波长变成两种或三种波长混合的激光;所述的非球面整形透镜组放置于所述的两个反射镜之后,用来将皮秒脉冲高斯光束整形为皮秒脉冲平顶高斯光束;非球面整形透镜组由2到3片透镜构成,包括一片或者两片具有非球面的透镜;所述的扩束系统放置于所述的非球面整形透镜组之后,用来调节光束直径;所述的可控制反射镜放置于所述的扩束系统之后,用来转折激光方向,同时通过控制系统实现宽范围加工。

进行移位加工时,两次加工的光斑通过适当间隙的叠加,能够很好的实现平顶范围的扩宽。

2. 按权利要求1所述的采用平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统,按顺序依次采用可以进行单一波长到双波长或3波长的倍频装置2、由1个至10个反射镜构成的反射镜组、用来将皮秒脉冲高斯光束整形为皮秒脉冲平顶高斯光束的非球面整形透镜组、由1至4片透镜构成的扩束系统、用来转折激光方向并通过控制系统实现宽范围加工的反射镜构成。这样可以简洁高效的实现激光光束从单一频率到双波长或三波长的变换、平顶高斯光束整形、扩束聚焦、宽范围加工的功能。

3. 按权利要求1所述的采用平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统,其特征在于,所述的倍频装置由1至10块倍频晶体构成,其目的是将单一波长的激光转变成两种或者三中波长激光的混合,来实现不同波长激光的切换加工,或者三种波长中的任意两种,或者三种波长同时的加工。加工过程中不同波长之间的激光可以按照任意的能量比例进行组合,来应用在加工上。

4. 按权利要求1所述的采用平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统,所述的非球面整形透镜组放置于所述的反射镜组之后,用来将皮秒脉冲高斯光束整形为皮秒脉冲平顶高斯光束。非球面整形透镜组3由2到4片透镜构成,包括一片或者两片具有非球面的透镜。

5. 按权利要求1所述的采用平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统,其特征在于,所述的扩束系统放置于所述的非球面整形透镜组3之后,用来调节光束直径。

6. 按权利要求1所述的采用平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统,其特征在于,所述的可控制反射镜放置于所述的扩束系统之后,按照如下的过程实现扩展加工:

(1) 控制反射镜和聚焦镜在图平面内向远离扩束系统的方向移动,在加工工件上形成一条痕迹;(2) 加工工件进行微小的位移,来使得两次加工的平顶范围分开,并且保证两次加工的边缘叠加后与平顶加工效果接近;(3) 反射镜和聚焦镜向扩束系统方向移动,在加工工件上形成第二条痕迹。加工工件进行的微小位移用来保证两次平顶高斯光束加工时的光束能量分布在如图3所示的位置上,这样就能构成一个平坦的顶部能量分布。而用来将多次加工的轨迹拼接在一起,实现宽范围平顶高斯光束的加工。

7. 按权利要求 1 所述的采用平顶高斯光束进行皮秒脉冲激光加工的系统,其特征在
于,所述的聚焦镜放置于所述的可控制反射镜之后,用来将皮秒脉冲平顶高斯光束聚焦在
被加工的工作件上。通过所述的控制装置来控制皮秒激光光源、非球面整形透镜组、扩束系
统,实现调节激光功率(能量)、聚焦位置、加工深度。

平顶高斯光束皮秒脉冲激光加工系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种激光加工系统,特别是涉及一种三波长混合,并具有能够将皮秒脉冲高斯光束整形为皮秒脉冲平顶高斯光束后的激光加工系统,属于激光精密加工制造技术领域。

背景技术

[0002] 皮秒脉冲激光由于热量沉积到材料里的过程比热量扩散到加工区域周边的过程快速,这样就可以有效的避免连续激光和宽脉宽脉冲激光在加工中引起的明显热效应,因此也被称之为激光冷加工,皮秒脉冲激光的冷加工依靠被加工物质的应力破坏来实现加工,这与连续激光和宽脉宽脉冲激光熔融物质的热加工存在本质不同。

[0003] 与普通的高斯光束相比,平顶高斯光束在光斑横截面内能量分布均匀,利用平顶高斯光束对金属材料进行加工时,可以通过调节激光光束的能量(功率)密度,使之低于材料汽化点,来避免材料的汽化和爆裂隙的产生、保证加工结果的平滑化和均匀性。高斯光束的能量分布如图 1,平顶高斯光束的能量分布如图 2 所示。由于平顶高斯光束加工后获得的孔截面是近梯形,这使得在使用平顶高斯光束进行加工时,可以一次加工较宽的范围,并且保证被加工的底面更加平整。而采用高斯光束加工会出现中间凹边缘高的近高斯形状。如果采用多高斯光束同时加工,或者单一高斯光束移位加工,也只能获得由多个高斯分布顶端组合成的波浪形的近似平面,并且采用高斯光束移位加工会降低效率,采用多光束加工时还要受到干涉的影响。由于平顶高斯光束具有平顶加工的优势,能够更好的实现精细的平整加工,因此将其整合到皮秒激光精细加工中,具有很好的实际意义。

[0004] 申请号为 200710020072.2 的专利,要求了一种将高斯光束从中间分开,然后将两个截面为半圆的半高斯分布光束背向组合来实现平顶加工的技术方案。这种技术方案在连续激光和宽脉宽脉冲激光的热加工中可以较好的使用,但应用在皮秒冷加工系统中时,由于皮秒冷加工的本质与热加工不同,加工结果与光斑形状极为相似。而由两个半圆背向组合构成的光斑能量分布并不均匀,因此只能产生接近两个半高斯分布光束背向组合的加工结果,不能很好的实现底面为平顶的加工效果。

发明内容

[0005] 本发明目的在于解决皮秒脉冲高斯光束加工时不能够进行宽范围平顶加工的问题,提供一种多波长混合的,具有可以实现精确平顶加工的皮秒脉宽激光加工系统。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:

[0007] 本发明提供的用于平顶加工的皮秒脉宽激光加工系统,包括:一个皮秒激光光源 1;一个倍频装置 2;反射镜组 3;一个非球面整形透镜组 4;一个扩束系统 5;可控制反射镜 6;一个聚焦镜 7;一个被加工的工作件 8;一个控制装置 9。

[0008] 在上述的技术方案中,所述的皮秒激光光源 1 用来产生加工用的高斯分布皮秒脉宽激光。

[0009] 在上述的技术方案中,所述的倍频装置 2 用来将单一波长的皮秒脉宽激光转变成混合波长的激光。

[0010] 在上述的技术方案中,所述的反射镜组 3 包括 1 至 10 个的反射镜设置在所述的皮秒激光光源 1 之后,组合起来控制激光束经过所述的非球面整形透镜组 3 的中心。

[0011] 在上述的技术方案中,所述的非球面整形透镜组 4 放置于所述的反射镜组 3 之后,用来将皮秒脉冲高斯光束整形为皮秒脉冲平顶高斯光束。非球面整形透镜组 3 由 2 到 4 片透镜构成,包括一片或者两片具有非球面的透镜。

[0012] 在上述的技术方案中,所述的扩束系统 5 放置于所述的非球面整形透镜组 4 之后,用来调节光束直径。

[0013] 在上述的技术方案中,所述的可控制反射镜 6 放置于所述的扩束系统 5 之后,用来转折激光方向,同时通过控制系统实现宽范围加工。进行移位加工时,两次加工的光斑通过适当间隙的叠加,能够很好的实现平顶范围的扩宽,示意图 3 反映了两次加工轨迹比较接近时,交叉部分叠加,形成了扩宽的平顶加工效果。

[0014] 在上述的技术方案中,所述的聚焦镜 7 放置于所述的可控制反射镜 6 之后,用来将皮秒脉冲平顶高斯光束聚焦在被加工的工作件 7 上。

[0015] 在上述的技术方案中,所述的控制装置 9 用来控制皮秒激光光源 1、非球面整形透镜组 4、扩束系统 5,反射镜 6 来实现调节激光功率(能量)、调节聚焦位置、调节加工深度、调节加工范围的功能。控制装置 9 可以由计算机或单片电路构成的控制台结合被操纵的硬件实现。

[0016] 本发明与已有技术相比具有如下的优点:

[0017] 1. 本发明的激光加工系统有效的实现了皮秒脉冲激光情况下的平顶高斯光束加工,而皮秒脉冲激光情况下的平顶高斯光束加工可以在被加工件的表面形成很平整的加工痕迹,这在常见的高斯光束加工下是不能实现的。

[0018] 2. 相对于现有的平顶加工技术,采用精密控制反射镜移动的技术,提高了平顶加工范围,有效实现了宽范围平顶高斯光束加工。

附图说明

[0019] 图 1 是通常激光器输出时的高斯光束光强(能量)分布曲线。

[0020] 图 2 是平顶高斯光束的光强(能量)分布曲线。

[0021] 图 3 是两个平顶高斯分布曲线叠加后的光强(能量)分布曲线。

[0022] 图 4 是本发明的结构示意图。其中 1 为皮秒激光光源;2 为倍频装置;3 为反射镜组;4 为一个非球面整形透镜组;5 为一个扩束系统;6 为可控制反射镜;7 为一个聚焦镜;8 为一个被加工的工作件;9 为一个控制装置。

[0023] 图 5 是采用精密控制反射镜移动技术,实现平顶高斯光束宽范围时的加工轨迹图。其中 11 为常规的加工痕迹,通过直线移动被加工件实现;12 为实现平顶高斯光束宽范围精密加工移动的轨迹。

具体实施方式

[0024] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图和实施例将

对本发明进一步详细说明。

[0025] 实施例 1

[0026] 参考图 1, 制作一个本发明的皮秒脉冲激光加工装置, 该装置中使用一台国科激光公司生产的皮秒激光光源, 出射的激光经过倍频装置 2 后, 形成了由两种波长混合构成的激光。这束激光经过反射镜组 3 中第一片和第二片反射镜反射后, 经过使激光束折转进入非球面整形透镜组 4。其中反射镜组 3 可以调节, 用来保证光束精确通过非球面整形透镜组 4 的中心。非球面整形透镜组 4 由 3 片透镜构成, 包括两片具有非球面的透镜和一片常规透镜。非球面透镜组 4 与扩束系统 5 中的透镜组、聚焦镜需要共同消除像差, 来保证加工精度。扩束系统 5 由一片凹透镜和一片凸透镜构成, 用来将皮秒激光的光斑直径扩大并送入可控制反射镜 6。扩束系统 5 的两片透镜可以适当的调节, 来控制聚焦加工点。聚焦镜 7 放置在适当的位置上, 来把平顶高斯分布的皮秒激光聚焦在工作面上。可控制反射镜 6 和聚焦镜 7 可以通过控制装置 9 来进行操纵, 通过左右平移来实现平顶高斯光束的移位宽范围加工。加工时按照如下步骤: 1、首先控制装置 8 控制反射镜 5 和聚焦镜 6 远离扩束系统 4, 在加工件上形成一条痕迹; 2、然后加工件进行微小的位移; 3、控制装置 8 再控制反射镜 5 和聚焦镜 6 向扩束系统 4 方向移动, 在加工件上形成第二条痕迹。加工件进行的微小位移用来保证两次平顶高斯光束加工时的光束能量分布在如图 3 所示的位置上, 这样就能构成一个平坦的顶部能量分布。而上述加工步骤反复进行就可以实现宽范围的平顶加工。控制装置 8 由电脑、计算机软件结合电动平移台实现。

[0027] 实施例 2

[0028] 参考图 1, 制作一个本发明的皮秒脉冲激光加工装置, 该装置中使用一台 Coherent 公司生产的皮秒激光光源, 出射的激光照射在反射镜组 2。反射镜组 2 由 3 片反射镜构成, 经过反射镜组 2 折转后的激光进入非球面整形透镜组 3。其中反射镜组 2 整合在一个固定的机械结构件中, 并保证光束精确通过非球面整形透镜组 3 的中心。非球面整形透镜组 3 由两片具有非球面的透镜构成。扩束系统 4 是一片凹透镜和一片凸透镜构成的一个固定镜筒, 或者仅由一片凹面透镜构成, 用来将皮秒激光的光斑直径扩大并送入反射镜 5。反射镜 5 和聚焦镜 6 固定在适当的位置上, 来把平顶高斯分布的皮秒激光聚焦在工作面上进行皮秒脉宽平顶高斯光束的加工。

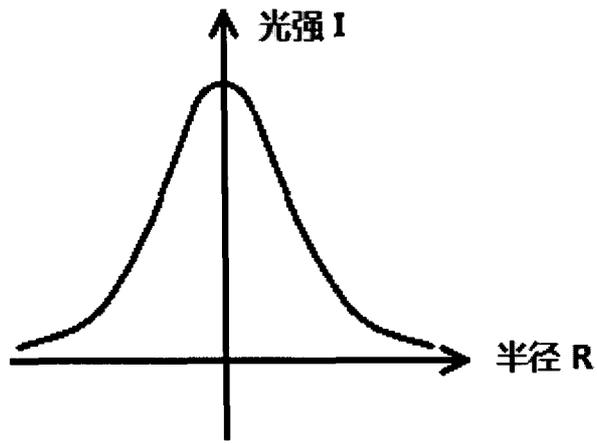


图 1

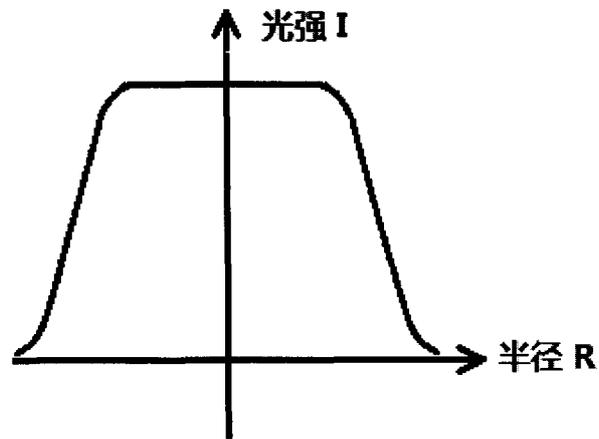


图 2

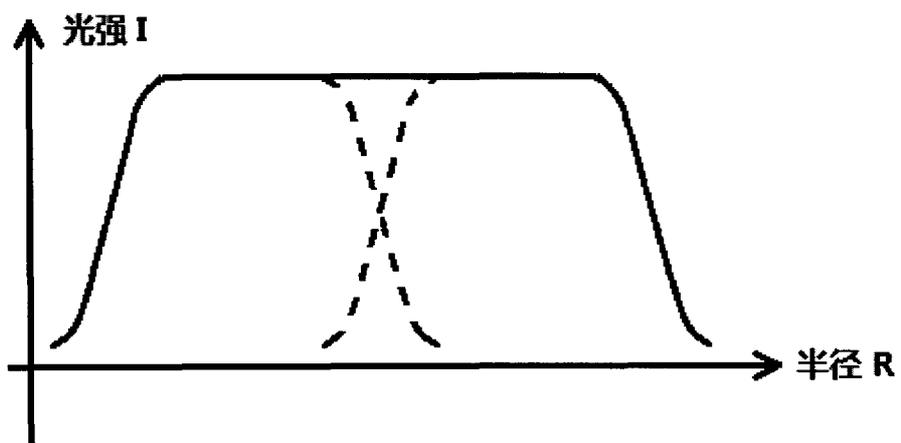


图 3

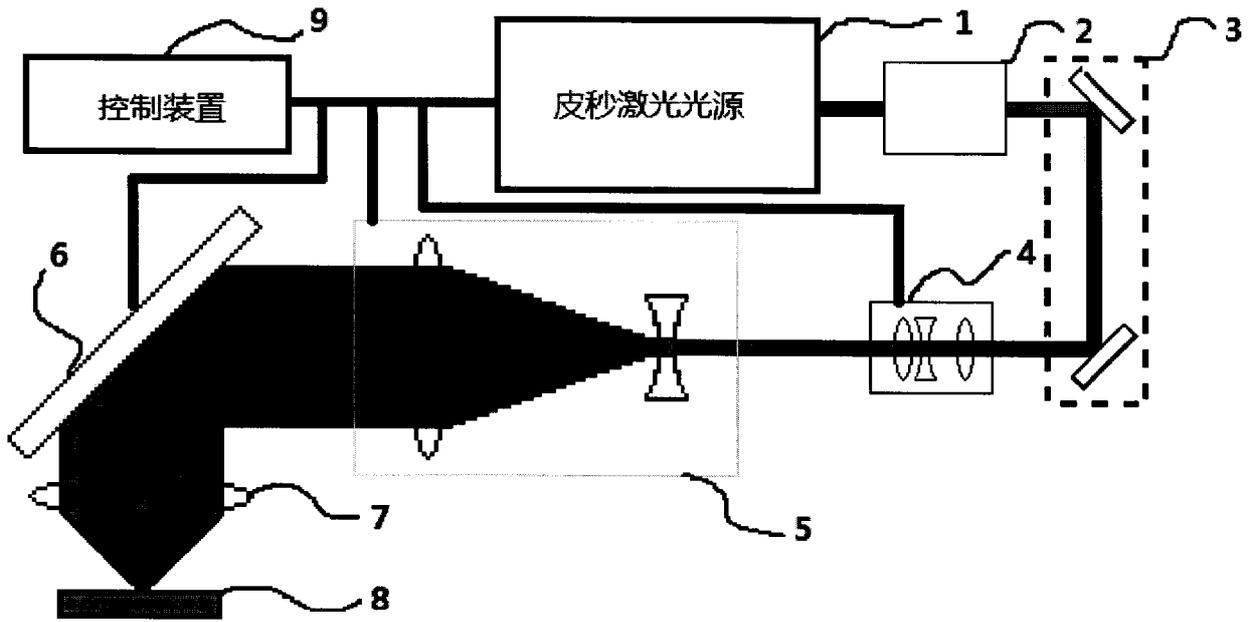


图 4

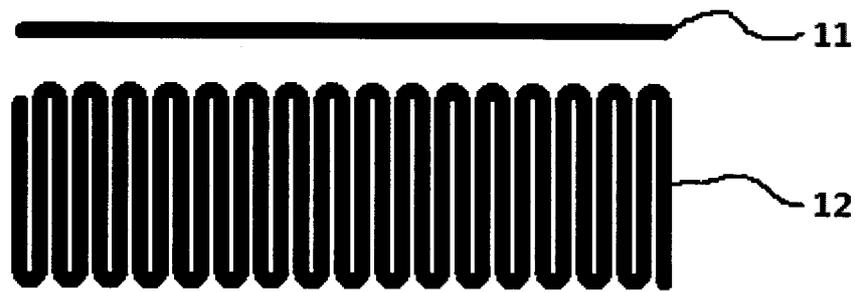


图 5