(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116275467 A
(43)申请公布日 2023.06.23

(21)申请号 202310211386.X

(22)申请日 2019.06.04

(30)优先权数据
62/680,856 2018.06.05 US
62/688,484 2018.06.22 US

(62)分案原申请数据
201980030416.9 2019.06.04

(71)申请人 伊雷克托科学工业股份有限公司
地址 美国俄勒冈州

(72)发明人 派崔克·莱歇尔 马克·昂瑞斯
杰克·罗伯兹 乔瑟夫·哈斯提
詹姆斯·布鲁克伊塞 扎克里·唐
克里斯多福·汉默 杰佛利·洛特
雅各·梅格斯 杰克·罗戴尔
杰弗瑞·豪尔顿 杰恩·克雷能特
道格·豪尔 盖瑞·拉森
朱莉·威尔森 李·彼得森
马克·韦格纳 克尔特·伊藤

(74)专利代理机构 北京寰华知识产权代理有限公司 11408
专利代理师 郭仁建 林文雄

(51)Int.Cl.
B23K 26/00(2014.01)
B23K 26/064(2014.01)
B23K 26/70(2014.01)
B23K 26/0622(2014.01)
G05B 19/401(2006.01)

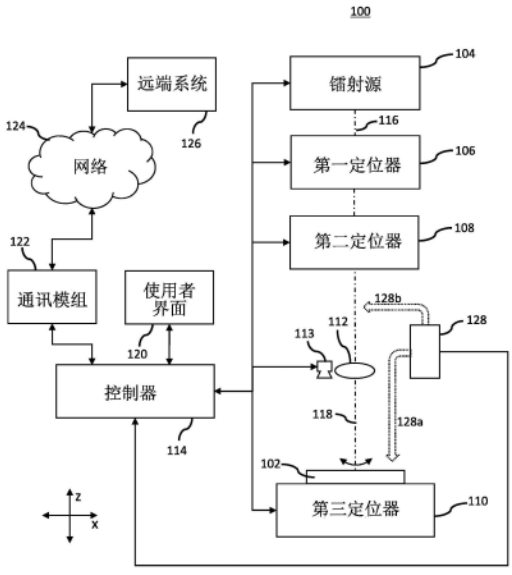
权利要求书6页 说明书44页 附图9页

(54)发明名称

激光加工设备、其操作方法以及使用其加工工件的方法

(57)摘要

改良用于激光加工工件的设备与技术，并且提供新功能。本发明讨论的某些实施例和使用射束特征化工具达成适应性加工、加工控制、以及其它所希望的特点有关。其它实施例则关于并入积分球的激光功率传感器。本发明的再其它实施例关于能够同步提供不同工件给共同激光加工设备的工件搬运系统。本发明亦详细说明众多其它实施例和配置。



CN 116275467 A

1.一种用于加工工件的系统,所述工件被提供成为网板材料,所述系统包括:

激光加工设备,其包含:

激光源,操作用以产生一激光能量射束,其中,所述激光能量射束可沿着一射束路径传播;以及

固定装置,操作用以将所述工件固定于和所述射束路径相交的位置处,其中,所述固定装置可沿着第一方向移动

工件搬运系统,其包含:

解绕转轴,操作用以支撑所述工件的材料滚筒,其中,所述解绕转轴操作用以供应所述工件给所述激光加工设备;

重绕转轴,操作用以支撑所述工件的材料滚筒,其中,所述重绕转轴操作用以接收来自所述激光加工设备的工件;以及

跳动装配件,包括可移动框架以及被耦接至所述框架的跳动滚轮,

其中,所述跳动装配件被排列成,当所述工件的第一部分被固定于所述固定装置时,所述工件的第二部分系部分卷绕于所述跳动滚轮,

其中,所述框架可相对于选择自由所述解绕转轴与所述重绕转轴所组成之群中的至少其中一者移动,以及

其中,所述跳动滚轮可相对于所述框架移动。

2.一种用于加工多个工件的系统,每一个工件被提供成为一网板材料,所述系统包括:

激光加工设备,其包含:

激光源,操作用以产生一激光能量射束,其中,所述激光能量射束可沿着穿过加工区的射束路径传播,其中,所述加工区的尺寸被设计成同时容纳多个工件;以及

工件搬运系统,其包含:

第一转轴,操作用以供应第一工件给所述激光加工设备;以及

第二转轴,操作用以供应第二工件给所述激光加工设备;

跳动装配件,包括框架、被耦接至所述框架的第一跳动滚轮及被耦接至所述框架的第二跳动滚轮;以及

第一空转轮,

其中,所述跳动装配件及空转轮被设置为,当所述第一工件的第一部分以及所述第二工件的第一部分容纳在所述加工区内时,所述第一工件的第二部分及第三部分系部分卷绕于所述空转轮及所述第一跳动滚轮,且所述第二工件的第二部分及第三部分系部分卷绕于所述空转轮及所述第二跳动滚轮。

3.一种激光加工设备,其包括:

激光源,操作用以产生激光能量射束,其中,所述激光能量射束可沿着射束路径传播;

至少一个构件,操作用以对所述激光能量射束实施选择自由下面所组成之群中的至少其中一个作动:(a)偏折所述激光能量射束,(b)调整所述激光能量射束的束腰在所述射束路径中的位置,(c)调整所述激光能量射束的功率,以及(d)调整所述激光能量射束的射束尺寸;

射束特征化工具,操作用以量测所述激光能量射束的一或更多项特征并且产生代表所述已量测射束特征中一或更多者的量测资料;以及

至少一个处理器，操作用以：

处理所述量测数据，用以取得和所述激光能量射束的所述一或更多项已量测特征相关联的一或更多个量测值；以及

当所述一或更多个量测值超出临界加工公差时，输出一或更多控制讯号给所述至少一个构件，

其中，所述一或更多控制讯号被配置成用以让所述至少一个构件对所述激光能量射束实施至少一个作动，使得所述激光能量射束的所述一或更多项已量测特征会被带回到所述临界加工公差里面。

4.一种激光加工设备，其包括：

激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，所述激光能量射束可沿着一射束路径传播；

至少一个构件，操作用以对所述激光能量射束实施选择自由下面所组成之群中的至少其中一个作动：(a)偏折所述激光能量射束，(b)调整所述激光能量射束的束腰在所述射束路径中的位置，(c)调整所述激光能量射束的功率，以及(d)调整所述激光能量射束的射束尺寸；

射束特征化工具，操作用以量测所述激光能量射束的一或更多项空间特征与一或更多项能量特征并且产生代表所述已量测特征中一或更多者的量测资料；以及

至少一个处理器，操作用以：

处理所述量测数据，用以取得和所述激光能量射束的所述一或更多项已量测空间特征及所述一或更多项已量测能量特征相关联的一或更多个量测值；以及

当和所述一或更多项已量测空间特征相关联的一或更多个量测值超出第一临界加工公差且所述一或更多项已量测能量特征超出第二临界加工公差时，输出一或更多控制讯号给所述至少一个构件，

其中，所述一或更多控制讯号被配置成用以让所述至少一个构件对所述激光能量射束实施至少一个作动，使得所述激光能量射束的所述一或更多项已量测能量特征会落在所述第二临界加工公差里面。

5.一种用于加工工件的激光加工设备，其包括：

激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，所述激光能量射束可沿着射束路径传播；

至少一个定位器，操作用以赋予所述射束路径与所述工件之间的相对移动；

射束特征化工具，操作用以量测所述激光能量射束的一或更多项空间特征并且产生代表所述已量测特征中一或更多者的量测资料；以及

至少一个处理器，操作用以：

处理该量测数据，用以取得和所述激光能量射束的所述一或更多项已量测空间特征相关联的一或更多个量测值；以及

当和所述一或更多项已量测空间特征相关联的一或更多个量测值超出临界加工公差时，输出一或更多控制讯号给所述至少一个定位器，

其中，所述一或更多控制讯号被配置成用以在所述射束路径与所述工件之间的相对移动由所述至少一个定位器赋予时让所述至少一个定位器修正所述激光能量射束所照射的加工光点被扫描的轨线。

6.一种射束定位系统,其包括:

声光偏折器,被排列且被配置成用以沿着轴线偏折激光能量射束;

共振扫描面镜系统,被排列且被配置成以时间为函数的正弦形式沿着所述轴线偏折经所述声光偏折器偏折后的激光能量射束;以及

控制器,被配置成用以控制所述声光偏折器的操作,使得可依序被所述声光偏折器与所述共振扫描面镜偏折的激光能量射束可以时间为函数的非正弦形式偏折。

7.根据权利要求1的系统,其中所述跳动装配件是相对于所述框架而线性移动。

8.根据权利要求1的系统,其中所述跳动装配件包括传感器,所述传感器设置在沿着跳动滚轮线性移动的方向上并且被配置成测量到所述工件的所述第二部分的距离以及产生代表所述量测距离的传感器数据。

9.根据权利要求8的系统,其进一步包括控制器,所述控制器耦接到所述工件搬运系统以及耦接到所述传感器的输出,其中所述控制器被配置以根据所述传感器数据来控制所述解绕转轴和所述重绕转轴的操作。

10.根据权利要求1的系统,其中所述跳动滚轮借由弹压构件耦接到所述框架,所述弹压构件被配置成对所述跳动滚轮施加力。

11.根据权利要求10的系统,其中所述弹压构件包括从下列组成的群组中选择的至少一个:气动式圆柱、液压式圆柱、弹簧式单一作动圆柱。

12.根据权利要求2的系统,其中所述框架相对于由下列所组成的群组中选择的至少一个移动:所述第一转轴和所述第二转轴。

13.根据权利要求2的系统,其中由下列所组成的群组中选择的至少一个是相对于所述框架而线性移动:所述第一跳动滚轮以及所述第二跳动滚轮。

14.根据权利要求3的激光加工设备,其中射束特征化工具操作用以测量所述激光能量射束的一个或多个空间特征。

15.根据权利要求3的激光加工设备,其中所述至少一个构件包括所述激光源。

16.根据权利要求3或4的激光加工设备,其中所述至少一个构件包括由下列所组成的群组中选择的至少一个:声光偏折器(AOD)系统、微机电系统(MEMS)面镜系统、快速操控面镜(FSM)组件、检流计面镜系统以及工件载台。

17.根据权利要求3或4的激光加工设备,其中所述至少一个构件包括可变式光学衰减器。

18.根据权利要求3或4的激光加工设备,其中所述至少一个构件包括由下列所组成的群组中选择的至少一个:变焦透镜、可变式聚焦透镜、电动可变式射束扩展器、变形面镜、可变式半径面镜、可变式聚焦摩尔透镜、电动Z轴透镜、电动虹膜光圈、电动孔径轮。

19.根据权利要求5的激光加工设备,其中所述至少一个构件包括所述至少一个定位器。

20.根据权利要求19的激光加工设备,其中所述至少一个定位器包括由下列所组成的群组中选择的至少一个:声光偏折器(AOD)系统、微机电系统(MEMS)面镜系统、快速操控面镜(FSM)组件、检流计面镜系统以及工件载台。

21.根据权利要求4或5的激光加工设备,其中所述激光能量射束的所述一个或多个空间特征包括由下列所组成的群组中选择的至少一个:空间能量分布、空间相位分布、空间偏

振分布、光点尺寸、光点形状、光点配向、光点质心、光点质量。

22.根据权利要求21的激光加工设备，其中所述激光能量射束的所述一个或多个空间特征包括光点尺寸。

23.根据权利要求21的激光加工设备，其中所述激光能量射束的所述一个或多个空间特征包括光点形状。

24.根据权利要求4的激光加工设备，其中所述一或更多项已量测能量特征包括由下列所组成的群组中选择的至少一个:光点通量、脉冲能量、平均功率、尖峰功率。

25.根据权利要求3、4、5或32中任一项所述的激光加工设备，其中所述射束特征化工具作为相机来提供。

26.根据权利要求3、4、5或32中任一项所述的激光加工设备，其中所述射束特征化工具作为狭缝传感器来提供。

27.根据权利要求3、4、5或32中任一项所述的激光加工设备，其中所述射束特征化工具作为刀缘传感器来提供。

28.根据权利要求3、4、5或32中任一项所述的激光加工设备，其中所述射束特征化工具作为波前传感器来提供。

29.根据权利要求3、4、5或32中任一项所述的激光加工设备，其中所述射束特征化工具被排列且被配置成在所述射束路径的终点处，量测所述激光能量射束的所述一个或多个特征。

30.根据权利要求3、4、5或32中任一项所述的激光加工设备，其中所述射束特征化工具被设置且被配置成在沿着所述射束路径的一位置处，量测所述激光能量射束的所述一个或多个特征。

31.根据权利要求30的激光加工设备，其进一步包括分光器，所述分光器被设置在所述射束路径中并且被配置成将沿着所述射束路径传播的所述激光能量的部分传播到所述特征化工具。

32.一种激光加工设备，其包括：

激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，所述激光能量射束可沿着射束路径传播；

射束特征化工具，操作用以量测所述激光能量射束的一或更多特征并且产生代表所述已量测射束特征中的一或更多者的量测数据；以及

至少一个处理器，操作用以：

处理所述量测数据，用以取得和所述激光能量射束的所述一或更多项已量测特征相关联的一或更多个量测值；

当所述一或更多个量测值超出临界加工公差时，产生通知数据；并且

使得所述通知数据传达给使用者。

33.根据权利要求32的激光加工设备，其中所述射束特征化工具操作用以量测所述激光能量射束的一或更多项空间特征。

34.根据权利要求32的激光加工设备，其中所述激光能量射束的一或更多项特征包括由下列所组成的群组中选择的至少一个:空间能量分布、空间相位分布、空间偏振分布、光点尺寸、光点形状、光点配向、光点质心、光点质量。

35.根据权利要求34的激光加工设备，其中所述激光能量射束的一或更多项特征包括

光点尺寸。

36.根据权利要求34的激光加工设备,其中所述激光能量射束的一或更多项特征包括光点形状。

37.根据权利要求32的激光加工设备,其中所述一或更多项特征包括由下列所组成的群组中选择的至少一个:光点通量、脉冲能量、平均功率、尖峰功率。

38.根据权利要求32的激光加工设备,其中所述通知数据表示所述一或更多项特征超出临界加工公差。

39.根据权利要求32的激光加工设备,其中所述通知数据表示所述一或更多项特征的所述一或更多个量测值。

40.根据权利要求32的激光加工设备,其中所述通知数据表示所述一或更多项特征的被判定超出公差的日期及/或时间。

41.根据权利要求32的激光加工设备,其中所述通知数据辨识具有该超出公差的特征的所述激光加工设备。

42.根据权利要求32的激光加工设备,其中所述通知数据表示应该对所述设备实施维护。

43.根据权利要求42的激光加工设备,其中所述通知数据表示应该对所述设备实施改正性维护。

44.根据权利要求42的激光加工设备,其中所述通知数据表示应该对所述设备实施预防性维护。

45.一种用于加工工件的设备,所述设备包括:

声光偏折器系统,操作以偏折射束路径,激光能量可沿着所述射束路径在二维扫描场内投影至所述工件上,所述声光偏折器系统包括:

第一声光偏折器,操作以偏折所述射束路径沿着所述二维扫描场的第一轴;以及

第二声光偏折器,设置在所述声光偏折器系统的光学下游处并且操作以偏折所述射束路径沿着所述二维扫描场的第二轴;以及

控制器,通讯耦接至所述声光偏折器系统,其中所述控制器操作以:

在第一加工步骤期间,控制所述声光偏折器系统以偏折所述射束路径在所述二维扫描场内以传递激光能量到所述工件于多个光斑位置处;且

在所述第一加工步骤之后的第二加工步骤期间,控制所述声光偏折器系统以偏折所述射束路径在所述二维扫描场内以传递激光能量到所述工件于多个光斑位置处,使得在所述第二加工步骤中所传递的所述激光能量相对于在所述第一加工步骤中所传递的所述激光能量是衰减的。

46.根据权利要求45的设备,其进一步包括激光源,操作以产生激光能量。

47.根据权利要求46的设备,其中所述激光能量具有在电磁频谱的紫外光(UV)范围中的波长。

48.根据权利要求46的设备,其中所述激光能量可表现为以等于或大于300kHz的脉冲重复率所生成的一连串的激光脉冲。

49.根据权利要求45的设备,其进一步包括至少一个检流计面镜系统,设置在所述声光偏折器系统的光学下游处,其中所述至少一个检流计面镜系统被操作以偏折可投影到所述

工件上的所述二维扫描场。

50.一种用于声光偏折器(AOD)系统的控制器,所述声光偏折器系统被操作以偏折射束路径,激光能量沿着所述射束路径可在二维扫描场内传播并,且所述声光偏折器系统具有操作以偏折所述射束路径沿着所述二维扫描场的第一轴的第一声光偏折器以及设置在所述第一声光偏折器的光学下游处并且操作以偏折所述射束路径沿着所述二维扫描场的第二轴的第二声光偏折器,其中所述控制器包括:

处理器;以及

可通过所述处理器来存取的计算机内存,其中所述计算机内存具有存储于其中的通过所述处理器来执行的指令,使得所述控制器输出至少一个控制讯号至所述声光偏折器系统以:

在第一加工步骤期间控制所述声光偏折器系统以偏折所述射束路径在所述二维扫描场内;并且

在所述第一加工步骤之后的第二加工步骤期间控制所述声光偏折器系统以偏折所述射束路径在所述二维扫描场内,使得在所述第二加工步骤期间从所述声光偏折器系统输出的所述激光能量相对于在所述第一加工步骤期间从所述声光偏折器系统输出的所述激光能量是衰减的。

51.一种非暂时性计算机可读媒体,其具有存储于其中的指令,当所述指令通过用于声光偏转器(AOD)系统的控制器执行时,所述声光偏转器系统操作以偏折射束路径,激光能量可沿着所述射束路径在二维扫描场内传播,并且所述声光偏折器系统具有操作以偏折所述射束路径沿着所述二维扫描场的第一轴的第一声光偏折器以及设置在所述第一声光偏折器的光学下游处并且操作以偏折所述射束路径沿着所述二维扫描场的第二轴的第二声光偏折器,使得所述控制器:

输出至少一个控制讯号配置以在第一加工步骤期间控制所述声光偏折器系统偏折所述射束路径在所述二维扫描场内;并且

输出至少一个控制讯号配置以在所述第一加工步骤之后的第二加工步骤期间控制所述声光偏折器系统偏折所述射束路径在所述二维扫描场内,使得在所述第二加工步骤期间从所述声光偏折器系统输出的所述激光能量相对于在所述第一加工步骤期间从所述声光偏折器系统输出的所述激光能量是衰减的。

激光加工设备、其操作方法以及使用其加工工件的方法

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张下面美国临时专利申请案的权利:2018年6月5日提申的美国临时专利申请案第62/680,856号、以及2018年6月22日提申的美国临时专利申请案第62/688,484号。本文以引用的方式将前述每一案完全并入。

技术领域

[0003] 本文中所讨论的实施例大体上关于用于激光加工工件的设备,且更明确地说,关于并入射束特征化工具的激光加工设备、其操作方法以及使用其激光加工工件的方法。

背景技术

[0004] 当激光加工一工件时,已知该工件处的入射激光能量射束的对焦尺寸和形状对计算通量(也就是,单位面积的能量)和定义强健制程而言相当重要。如本文中用法,如果在该激光加工设备的多项特征的设计公差中并且在随着时间经过因环境变化、搬运、和污染所造成的设备和工件特征轻微变化中皆能符合所希望的质量规格,那么,该制程便「强健」。

[0005] 对焦激光光点尺寸和形状通常在初始安装且正确对准该激光加工设备内的光学组件之后即妥适定义。然而,当在加工期间使用失焦激光光点及/或在该激光和该激光加工设备受到无法捉摸的时间、温度变动、机械震动与应力、以及光学污染影响之后,该工件处的激光光点尺寸和形状便会改变。举例来说,因为激光里面主要出现在「束腰」处的自然散光的关系,使用失焦激光光点时的有效光点尺寸的变异会多过使用对焦激光光点。再者,激光光点输出会随着激光的寿命而衰减,从而造成该工件处的光点尺寸和形状的非所希望的变化。其次,当具有光学射束传递系统的激光系统受到温度变动以及机械震动与应力影响时,该激光加工设备的光学组件和光学基座并且于该激光本身里面皆会细微漂移,从而造成该工件处的光点尺寸变异。最后,当光学组件被碎屑、粉尘、油、以及其它环境污染物污染时,射束会沿着该设备内的射束路径产生失真,从而造成该工件处的光点尺寸和光点形状的变动。

[0006] 用于监视激光光点尺寸和形状以及用于减少或补偿其变异的习知技术包含下面一或更多者:监视与控制激光功率,用以调整被传递至该工件的激光脉冲的通量(能量/单位面积),以便补偿光点尺寸变化;使用已知具有稳定脉冲能量的激光,以便确保脉冲能量一致性;使用已知具有低射束尺寸/形状变异性的稳定激光;使用强健光学设计,以便减少特定光点尺寸/形状变异性;使用强健机械设计,以便防止因光学漂移造成的环境诱发射束质量变化;在设置或安装激光加工设备期间使用强健光学对准实行方式,以便确保光点尺寸在每一个激光加工设备间有令人满意的一致性;开发更强健的激光加工配方,虽然有某个范围的光点特征、功率变异、以及射束定位变异,但是能够传递可接受的质量(能够达成的制程配方通常会有强健性极限,并且在制程强健性和制程生产能力之间通常会有反向关系:当制程更强健时,制程的速度/生产能力通常会下降)。

[0007] 用于激光加工较薄、可挠性工件(亦称为「网板(web)」)的系统或设备有时候具备

搬运系统或是搭配搬运系统使用,该搬运系统被调适成用以将该网板引导至该激光加工设备(举例来说,使得该网板能够进行激光加工)并且用以将已激光加工的网板从该设备处移开。然而,习知搬运系统已知每次仅能够搬运一种类型的网板材料。进一步言之,习知激光加工设备通常在进行激光加工之前先将该网板固定于夹盘或其它固定装置且接着在激光加工期间移动该固定装置(因而移动该网板)。据此,某些习知搬运系统已知并入跳动滚轮装配件(dancer roller assembly),该装配件系运作用以在该固定装置移动时拉紧或松弛该网板。然而,在该固定装置移动移动和该些跳动装配件中的滚轮移动之间会有延迟,其会造成该网板中非所希的张力或应变,从而可能破坏该网板。

附图说明

[0008] 图1概略图解根据一个实施例的激光加工设备。

[0009] 图2与图3概略图解根据一个实施例的第三定位器110的操作,其具有被镶嵌在该处的射束特征化工具,用以量测射束特征。

[0010] 图4概略图解根据一个实施例而显示在图2与3中的射束特征化工具。

[0011] 图5概略图解根据另一实施例而显示在图4中的射束特征化工具的基板上的目标物排列。

[0012] 图6概略图解根据另一实施例而显示在图2与3中的射束特征化工具。

[0013] 图7概略图解根据一个实施例而并入激光传感器系统的激光加工设备。

[0014] 图8概略图解根据一个实施例的工件搬运系统。

[0015] 图9概略图解根据一个实施例而显示在图8中的工件搬运系统的跳动装配件。

[0016] 图10概略图解根据另一实施例的跳动装配件。

[0017] 图11概略图解根据另一实施例的工件搬运系统的解绕装配件。

[0018] 图12与图13概略图解分别如图11与图12所示的分别沿着直线XII-XII'和XIII-XIII'所获得的各种平面视图。

[0019] 图14概略图解以恒定脉冲重复率被传递至工件的激光脉冲所照射的加工光点排列,其是在该些激光脉冲被共振扫描面镜系统偏折之后。

[0020] 图15概略图解根据一个实施例的以恒定脉冲重复率被传递至工件的激光脉冲所照射的加工光点排列,其是在该些激光脉冲被共振扫描面镜系统与另一定位器偏折之后,该另一定位器被配置成用以补偿该共振扫描面镜系统的正弦振荡。

[0021] 图16至19概略图解用以形成特征组件的扫描图样范例。

发明内容

[0022] 于一个实施例中,本发明提供一种用于加工工件的激光加工设备,其包含:激光源,操作用以产生激光能量射束,其中,该激光能量射束可沿着射束路径传播;声光偏折器系统,被排列在该射束路径内并且操作用以偏折该激光能量射束可沿着传播的射束路径;分光器,被排列在该声光偏折器系统的光学下游处,该分光器被配置成用以反射沿着来自该声光偏折器系统的射束路径传播的该激光能量射束的第一部分并且用以透射沿着来自该声光偏折器系统的射束路径传播的该激光能量射束的第二部分,其中,该激光能量射束的该第一部分沿着第一路径传播以及该激光能量射束的该第二部分沿着第二路径传播;以

及激光传感器系统，被排列在该第二路径内，其中，该激光传感器系统被配置成用以量测沿着该第二路径传播的激光能量。

[0023] 于另一实施例中，本发明提供一种用于加工工件的激光加工设备，其包含：激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，该激光能量射束可沿着射束路径传播；扫描透镜，被排列在该射束路径中并且操作用以聚焦该激光能量射束；定位器，操作用以支撑该工件；以及射束特征化工具，被耦接至该定位器。该射束特征化工具会包含：符记，其具有被排列在基板上的多个目标物，其中，该些目标物由不透射该激光能量射束的材料所形成，且其中，该基板由相较于该些目标物较会透射该激光能量射束的材料所形成；光侦测器，被排列在该符记的光学下游处；以及光学滤波器，被排列在该符记与该光侦测器之间，该光学滤波器被配置成用以衰减被该基板透射的激光能量，使得被该光学滤波器透射的激光能量射束照射该光侦测器的通量小于该光侦测器会遭到破坏的临界通量。该定位器操作用以定位该射束特征化工具于由该扫描透镜投射的扫描场内。

[0024] 于另一实施例中，本发明提供一种用于加工工件的激光加工设备，其包含：激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，该激光能量射束可沿着射束路径传播；扫描透镜，被排列在该射束路径中并且操作用以聚焦该激光能量射束；定位器，操作用以支撑该工件；以及射束特征化工具，被耦接至该定位器。该射束特征化工具会包含：符记，其具有被排列在基板上的多个目标物，其中，该些目标物由不透射该激光能量射束的材料所形成，且其中，该基板由相较于该些目标物较会透射该激光能量射束的材料所形成；光侦测器，被排列在该符记的光学下游处；以及光学滤波器，被排列在该符记与该光侦测器之间，该光学滤波器被配置成用以衰减被该基板透射的激光能量，使得被该光学滤波器透射的激光能量射束照射该光侦测器的通量小于该光侦测器会遭到破坏的临界通量。该定位器操作用以定位该射束特征化工具于由该扫描透镜投射的一扫描场内。

[0025] 于另一实施例中，本发明提供一种用于加工工件的系统，该工作被提供成为一网板材料，该系统包含激光加工设备以及工件搬运系统。该激光加工设备包含：激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，该激光能量射束可沿着射束路径传播；以及固定装置，操作用以将该工件固定于和该射束路径相交的位置处，其中，该固定装置可沿着第一方向移动。该工件搬运系统包含：解绕转轴，操作用以支撑该工件的材料滚筒，其中，该解绕转轴操作用以供应该工件给该激光加工设备；重绕材料滚筒，操作用以支撑该工件的材料滚筒，其中，该重绕转轴操作用以接收来自该激光加工设备的工件；以及跳动装配件，包括可移动框架以及被耦接至该框架的跳动滚轮。该跳动装配件被排列成，当该工件的第一部分被固定于该固定装置时，该工件的第二部分系部分卷绕于该跳动滚轮。该框架可相对于选择自由该解绕转轴与该重绕转轴所组成的群中的至少其中一者移动，以及该跳动滚轮可相对于该框架移动。

[0026] 于另一实施例中，本发明提供一种用于加工多个工件的系统，每一个工作被提供成为一网板材料，该系统包含激光加工设备以及工件搬运系统。该激光加工设备包含：激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，该激光能量射束可沿着穿过加工区的射束路径传播，其中，该加工区的尺寸被设计成同时容纳多个工件。该工件搬运系统包含：第一转轴，操作用以供应一第一工件给该激光加工设备或是用以接收来自该激光加工设备的该第一工件；以及第二转轴，操作用以供应一第二工件给该激光加工设备或是用以接收来自该激光

加工设备的该第二工件。

[0027] 于另一实施例中，本发明提供一种激光加工设备，包含：激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，该激光能量射束可沿着射束路径传播；至少一个构件，操作用以对激光能量射束实施选择自由下面所组成的群中的至少其中一个作动：(a)偏折该激光能量射束，(b)调整该激光能量射束的束腰在该射束路径中的位置，(c)调整该激光能量射束的功率，以及(d)调整该激光能量射束扫描透镜的射束尺寸；射束特征化工具，操作用以量测该激光能量射束的一或更多项特征并且产生代表该些已量测射束特征中一或更多者的量测资料；以及至少一个处理器。该至少一个处理器操作用以：处理该量测数据，用以取得和该激光能量射束的该一或更多项已量测特征相关联的一或更多个量测值；以及当该一或更多个量测值超出临界加工公差时，输出一或更多控制讯号给该至少一个构件，其中，该一或更多控制讯号被配置成用以让该至少一个构件对该激光能量射束实施至少一个作动，使得该激光能量射束的该一或更多项已量测特征会被带回到该临界加工公差里面。

[0028] 于另一实施例中，本发明提供一种激光加工设备，包含：激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，该激光能量射束可沿着射束路径传播；至少一个构件，操作用以对激光能量射束实施选择自由下面所组成的群中的至少其中一个作动：(a)偏折该激光能量射束，(b)调整该激光能量射束的束腰在该射束路径中的位置，(c)调整该激光能量射束的功率，以及(d)调整该激光能量射束扫描透镜的射束尺寸；射束特征化工具，操作用以量测该激光能量射束的一或更多项空间特征与一或更多项能量特征并且产生代表该些已量测特征中一或更多者的量测资料；以及至少一个处理器。该至少一个处理器操作用以：处理该量测数据，用以取得和该激光能量射束的该一或更多项已量测空间特征及该一或更多项已量测能量特征相关联的一或更多个量测值；以及当和该一或更多项已量测空间特征相关联的一或更多个量测值超出第一临界加工公差且该一或更多项已量测能量特征超出第二临界加工公差时，输出一或更多控制讯号给该至少一个构件。该一或更多控制讯号被配置成用以让该至少一个构件对该激光能量射束实施至少一个作动，使得该激光能量射束的该一或更多项已量测能量特征会落在该第二临界加工公差里面。

[0029] 于另一实施例中，本发明提供一种用于加工工件的激光加工设备，其包含：激光源，操作用以产生激光能量射束，其中，该激光能量射束可沿着射束路径传播；至少一个定位器，操作用以赋予该射束路径与该工件之间的相对移动；射束特征化工具，操作用以量测该激光能量射束的一或更多项空间特征并且产生代表该些已量测特征中一或更多者的量测资料；以及至少一个处理器。该至少一个处理器操作用以：处理该量测数据，用以取得和该激光能量射束的该一或更多项已量测空间特征相关联的一或更多个量测值；以及当和该一或更多项已量测空间特征相关联的一或更多个量测值超出临界加工公差时，输出一或更多控制讯号给该至少一个定位器。该一或更多控制讯号被配置成用以在该射束路径与该工件之间的相对移动由该至少一个定位器赋予时让该至少一个定位器修正该激光能量射束所照射的加工光点被扫描的轨线。

[0030] 于另一实施例中，本发明提供一种射束定位系统，其包含：声光偏折器(Acousto-Optical Deflector，AOD)，被排列且被配置成用以沿着轴线偏折激光能量射束；共振扫描面镜系统，被排列且被配置成以时间为函数的正弦形式沿着该轴线偏折经该声光偏折器偏折后的激光能量射束；以及控制器，被配置成用以控制该声光偏折器的操作，使得可依序被

该声光偏折器与该共振扫描面镜偏折的激光能量射束可以时间为函数的非正弦形式偏折。

具体实施方式

[0031] 本文中会参考随附图式来说明本发明的范例实施例。除非另外明确叙述;否则,图式中的构件、特征组件、组件、…等的尺寸、定位、…等以及它们之间的任何距离未必依照比例绘制;相反地,为清楚起见,会放大绘制。在所有图式中,相同的组件符号表示相同的组件。因此,相同或是雷同的编号即使在对应图式中没有提及亦没有说明,仍可以参考其它图式来说明。同样地,没有利用组件符号来表示的组件亦可以参考其它图式来说明。

[0032] 本文中所使用的术语仅系为达说明特殊范例实施例的目的,而并没有限制的意图。除非另外定义;否则,本文中所使用的所有词语(包含技术性与科学性词语)的意义均与熟习本技术的人士共同理解的意义相同。除非文中明确地表示,否则本文中所用到的单数形式「一」、「一个」、以及「该」均希望包含复数形式。应该明了的系,当说明书中用到「包括」及/或其变化形式时仅系表示所述特点、事物、步骤、操作、组件、及/或构件的存在,而并不排除有或者另外还有一或更多个其它特点、事物、步骤、操作、组件、构件、及/或它们的群组的存在。除非另外详述;否则,当叙述到一数值范围时,其包含该范围上限与该范围下限以及介于其间的任何子范围。除非另外表示;否则,「第一」、「第二」、…等词语仅系用来区分其中一组件与另一组件。举例来说,其中一个节点虽可被称为「第一节点」,另一个节点可被称为「第二节点」;但是,反之亦可。

[0033] 除非另外表示;否则,「关于」、「与其有关」、…等词语的意义为数额、尺寸、公式、参数、以及其它定量及特征并不精确而且不需要精确;相反地,必要时,可以为近似及/或较大或较小,以便反映公差、转换系数、舍入、量测误差与类似物、以及熟习本技术的人士已知的其它因素。如图中所示,为达方便说明起见,本文中可能使用诸如「之下」、「底下」、「下方」、「之上」、「上方」的空间相对词语以及类似词语来说明其中一组件或特征组件和另一组件或特征组件关系;但是,应该明了的系,除了图中所示的配向之外,该些空间相对词语亦希望涵盖不同的配向。举例来说,倘若图中的一物体被翻转的话,那么,被描述为位在其它组件或特征组件「之下」或「底下」的组件便会被配向在该些其它组件或特征组件「之上」。因此,示范性词语「之下」会涵盖之上与之下两种配向。一物体可能有其它配向(举例来说,旋转90度或是位于其它配向),并且可据以诠释本文中所使用的空间相对描述符。

[0034] 除非另外明确地叙述;否则,本文中所使用的段落标题仅具有组织上的用途,而不应被视为限制本文所述的主要内容。应该明白的系,可以有许多不同的形式、实施例、以及组合,其并没有脱离本揭示内容的精神与教示内容,且因此,此教示内容不应被视为受限于本文中所提出的范例实施例。确切地说,此些范例与实施例被提供以便此说明达到透澈与完整,并且传达本揭示内容的范畴给熟习本技术的人士。

[0035] I.概述

[0036] 本文中所述实施例大体上关于用于激光加工(或者,更简单的说,「加工」)工件的方法和设备。一般来说,该加工全部或部分借由以激光辐射照射该工件来完成,以便达成加热、熔融、蒸发、烧蚀、碎裂、变色、研磨、粗糙化、碳化、泡沫化或是修正用于形成该工件的一或更多种材料的一或更多项特性或特征(举例来说,就化学组成物来说便是原子结构、离子结构、分子结构、电子结构、微米结构、奈米结构、密度、黏稠性、折射率、磁导率、相对电容

率、纹理、颜色、硬度、电磁辐射穿透率或是类似的特性或特征、或是前述的任何组合)。要被加工的材料可以在加工之前或是期间出现在该工件的外观,或者可以在加工之前或是期间全部位于该工件里面(也就是,不在该工件的外观)。

[0037] 可以由所揭的用于激光加工的设备来进行的特定加工范例包含通孔钻凿或是其它孔洞成形、削切、穿孔、熔焊、切割、雕刻、标记(举例来说,表面标记、子表面标记、…等)、激光诱发正向转印、清洗、漂白、亮像素修复(举例来说,彩色滤波器暗化处理、OLED材料修饰、…等)、去除涂层、表面纹理化(举例来说,粗糙化、平滑化、…等)、或是类似加工、或是前述的任何组合。因此,可以因为该加工而被形成在工件之上或里面的一或更多个特征组件会包含:开口、狭槽、通孔或是其它孔洞、沟槽、沟渠、切割线、刻口、下凹区、导体线路、奥姆接点、电阻图样、可人工读取或可机器读取的标号(举例来说,其由该工件之中或之上具有一或更多个可视觉区分特征或可纹理区分特征的一或更多个区域所构成)、或是类似的特征组件、或是前述的任何组合。从俯视平面图往下看时,诸如开口、狭槽、通孔、孔洞、…等特征组件能够有任何合宜或所希望的形状(举例来说,圆形、椭圆形、方形、矩形、三角形、环状、或是类似的形状、或是前述的任何组合)。进一步言之,诸如开口、狭槽、通孔、孔洞、…等特征组件能够完全延伸贯穿该工件(举例来说,以便形成所谓的「贯穿通孔」、「贯穿孔洞」、…等),或是仅部分贯穿该工件(举例来说,以便形成所谓的「盲通孔」、「盲孔洞」、…等)。

[0038] 可被加工的工件的一般特征是由一或更多个金属、聚合物、陶瓷、合成物、或是前述的任何组合(举例来说,不论合金、化合物、混合物、溶液、合成物、…等)所形成。可被加工的材料包含:一或更多种金属,例如,Al、Ag、Au、Cr、Cu、Fe、In、Mg、Mo、Ni、Pt、Sn、Ti、或是类似物、或是前述的任何组合(举例来说,不论是合金、合成物、…等);导体金属氧化物(举例来说,ITO、…等);透明的导体聚合物;陶瓷;蜡;树脂;层间介电材料(举例来说,二氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、…等);低k介电材料(例如,甲基倍半硅氧烷(methyl silsesquioxane,MSQ)、氢化倍半氧硅烷(hydrogen silsesquioxane,HSQ)、氟化四乙氧基硅烷(fluorinated tetraethyl orthosilicate,FTEOS)、或是类似物、或是前述的任何组合);有机介电材料(举例来说,SILK、环苯丁烯、Nautilus(全部由Dow所制造)、聚氟四乙烯(由DuPont所制造)、FLARE(由Allied Chemical所制造)、…等、或是类似物、或是前述的任何组合);半导体或光学装置基板材料(举例来说,Al_2O_3、AlN、BeO、Cu、GaAs、GaN、Ge、InP、Si、SiO_2、SiC、$Si_{1-x}Ge_x$(其中,$0.0001<x<0.9999$)、或是类似物、或是前述的任何组合或合金);玻璃(举例来说,熔融石英、钠钙硅玻璃、硼硅酸盐玻璃、氧化铅玻璃、铝硅酸盐玻璃、氧化锗玻璃、铝酸盐玻璃、磷酸盐玻璃、硼酸盐玻璃、硫化物玻璃、非晶金属、或是类似物、或是前述的任何组合或合金);蓝宝石;聚合材料(举例来说,聚酰胺、聚酰亚胺、聚酯、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、聚缩醛、聚碳酸酯、改质的聚苯醚、聚对苯二甲酸丁二酯、聚硫化苯、聚醚砜、聚醚酰亚胺、聚醚醚酮、液晶聚合物、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物、或是前述的任何化合物、合成物、或是合金);毛皮;纸张;累增材料(举例来说,AJINOMOTO Build-up Film,亦称为「ABF」、…等);防焊剂;或是类似物;或是前述的任何合成物、层迭板、或是其它组合。

[0039] 可被加工的工件的特定范例包含:印刷电路板(Printed Circuit Board,PCB)面板(本文中亦称为「PCB面板」);PCB;PCB层叠板(举例来说,FR4、高Tg环氧树脂、BT、聚酰亚

胺、或是类似物、或是前述的任何合成物);PCB层迭胶片;类基板PCB(SLP);挠性印刷电路(Flexible Printed Circuit,FPC)面板(本文中亦称为「FPC面板」);FPC;覆盖膜;集成电路(Integrated Circuit,IC);IC基板;IC封装(IC Package,ICP);发光二极管(Light-Emitting Diode,LED);LED封装;半导体晶圆;电子或光学装置基板;中介片;导线框架、导线框架白边;显示基板(举例来说,其上已形成TFT、彩色滤波器、有机LED(Organic LED,OLED)数组、量子点LED数组、或是类似物、或是前述任何组合的基板);透镜;面镜;涡轮叶片;粉末;薄膜;金属薄片;板状物;模具(举例来说,蜡制模具、用于射出成形制程的模具、用于脱蜡铸造制程的模具、…等);布料(织状、毡状、…等);手术器械;医疗植入物;消费性包装商品;鞋类;脚踏车;自动车;汽车或航空零件(举例来说,框架、主体面板、…等);家具(举例来说,微波炉、烤箱、冰箱、…等);装置壳体(举例来说,用于手表、计算机、智能电话、平板计算机、穿戴式电子装置、或是类似物、或是前述的任何组合)。

[0040] II.系统-概述

[0041] 图1概略图解根据一个实施例的激光加工设备。

[0042] 参考图1中所示的实施例,一种用于加工工件102的激光加工设备100(本文中亦简称为「设备」)可以被特征化为包含:激光源104,用于产生激光能量射束;一或更多个定位器(举例来说,第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、或是前述的任何组合);以及扫描透镜112。

[0043] 沿着射束路径116透射穿过扫描透镜112的激光能量会沿着射束轴118传播,以便被传递至工件102。沿着射束轴118传播的激光能量可以被特征化为具有高斯类型的空间强度轮廓或是非高斯类型(也就是,「经过塑形」)的空间强度轮廓(举例来说,「高帽形」空间强度轮廓)。不论空间强度轮廓的类型为何,该空间强度轮廓亦能够被特征化成沿着该射束轴118(或是射束路径116)传播的激光能量射束的形状(也就是,剖面形状,本文中亦称为「光点形状」),该形状可以为圆形、椭圆形、正方形、矩形、三角形、六角形、环状、…等,或是任意形状。如本文中的用法,「光点尺寸」一词表示在该射束轴118和至少部分要被该被传递激光能量射束加工的工件102的某一区域相交的位置处之该被传递激光能量射束的直径或是最大空间宽度(亦被称为「加工光点」、「光点位置」,或者,更简单的说法系,「光点」)。为达本文中讨论的目的,光点尺寸的量测是从该射束轴118至该光学强度下降至至少为位在该射束轴118处的光学强度的$1/e^2$的径向或横向距离。一般来说,该激光能量射束的光点尺寸在束腰处为最小。然而,一旦被传递至工件102,该射束内的激光能量便可被特征化为以落在2μm至200μm范围中的光点尺寸照射该工件102。然而,应该明白的是,光点尺寸亦能够小于2μm或是大于200μm。因此,被传递至工件102的激光能量射束会具有大于、小于、或等于下面数值的光点尺寸:2μm、3μm、5μm、7μm、10μm、15μm、30μm、35μm、40μm、45μm、50μm、55μm、80μm、100μm、150μm、200μm、…等;或是介于任何此些数值之间。

[0044] 一般来说,前面提及的定位器(举例来说,第一定位器106、第二定位器108、以及第三定位器110)被配置成用以改变该光点与该工件102之间的相对位置。有鉴于下面的说明,应该明了的是,在该设备100包含第二定位器108、第三定位器110、或是前述任何组合的前提下,第一定位器106的并入为非必要(也就是,该设备100不需要包含该第一定位器106)。同样地,应该明了的是,在该设备100包含第一定位器106、第三定位器110、或是前述任何组合的前提下,第二定位器108的并入为非必要。最后,同样应该明了的是,在该设备100包含

第一定位器106、第二定位器108、或是前述任何组合的前提下，第三定位器110的并入为非必要。

[0045] 设备100亦包含一或更多个光学构件(举例来说，射束扩展器、射束塑形器、孔径、滤波器、准直器、透镜、面镜、偏振器、波板、绕射性光学组件、折射性光学组件、或是类似物、或是前述的任何组合)，以便沿着通往扫描透镜112的一或更多条射束路径(举例来说，射束路径116)来聚焦、扩展、准直、塑形、偏振、滤波、分光、组合、裁切、或是以其它方式修饰、调整、引导、…等从激光源104处所获得的激光能量射束。此些光学构件可被插入于射束路径116之中的任何合宜或所希望的位置处(举例来说，激光源104与第一定位器106之间、激光源104与第二定位器108之间、第一定位器106与第二定位器108之间、第二定位器108与扫描透镜112之间、或是类似物、或是前述的任何组合)。

[0046] 此光学构件的其中一范例为可变式光学衰减器(Variable Optical Attenuator，VOA)，其被配置成用以选择性及变动性降低沿着射束路径116传播的激光脉冲的功率。可被并入的VOA的范例包含诸如下面的一或更多个系统：声光调变器(Acousto-Optical Modulator，AOM)、声光偏折器(AO Deflector，AOD)、液晶可变式衰减器(Liquid Crystal Variable Attenuator，LCVA)、基于微机电系统(Micro-Electro-Mechanical-System，MEMS)的VOA、光学衰减轮、偏振器/波板滤波器、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0047] 此光学构件的另一范例为射束尺寸调整机制，其操作用以选择性及变动性调整入射于扫描透镜112的激光能量射束的尺寸(本文中亦称为「射束尺寸」)。如本文中的用法，「射束尺寸」一词是表示该激光能量射束的直径或宽度，并且能够被量测成从射束轴118至该光学强度下降至位在沿着射束路径116的传播轴处的光学强度的$1/e^2$的径向或横向距离。可被并入的射束尺寸调整机制的范例包含：AOD系统、变焦透镜、电动可变式射束扩展器、变形面镜、可变式半径面镜、可变式聚焦摩尔透镜、电动Z轴透镜、电动虹膜光圈、电动孔径轮、或是类似物、或是前述的任何组合。调整入射于扫描透镜112的激光能量射束的射束尺寸会改变工件102处的光点尺寸。

[0048] 此光学构件的另一范例为射束形状调整机制，其操作用以选择性及变动性调整入射于扫描透镜112的激光能量射束的尺寸(本文中亦称为「射束尺寸」)。可被并入的射束形状调整机制的范例包含：AOD、变形面镜、可变式半径面镜、可变式聚焦摩尔透镜、或是类似物、或是前述的任何组合。调整入射于扫描透镜112的激光能量射束的射束形状会改变工件102处的光点形状。

[0049] A.激光源

[0050] 于其中一实施例中，激光源104可操作用以产生激光脉冲。因此，该激光源104可以包含脉冲激光源、CW激光源、QCW激光源、突波模式激光源、或是类似的激光源、或是前述的任何组合。于该激光源104包含QCW或CW激光源的情况中，该激光源104可以进一步包含一脉冲闸控单元(举例来说，声光(AO)调变器(AO Modulator，AOM)、射束斩波器、…等)，用以在时间上调变从该QCW或CW激光源处所输出的激光辐射射束。图中虽然并未显示；不过，该设备100可以视情况包含一或更多个谐波产生晶体(亦称为「波长转换晶体」)，其被配置成用以转换由该激光源104所输出的光的波长。然而，于另一实施例中，该激光源104可被提供成为一QCW激光源或一CW激光源并且不包含脉冲闸控单元。因此，该激光源104可广义的被特征为可操作用以产生激光能量射束，该激光能量射束可表现为一连串的激光脉冲或是连续

或准连续激光射束，而后其能够沿着射束路径116传播。本文中讨论的众多实施例虽然参考激光脉冲；不过，应该了解的是，适当时，亦可以或者额外运用连续激光射束。

[0051] 位在电磁频谱之UV范围中的激光光可以具有范围从10nm(或是大约10nm)至385nm(或是大约385nm)的一或更多个波长，例如，10nm、121nm、124nm、157nm、200nm、334nm、337nm、351nm、380nm、…等；或是介于任何此些数值之间。位在电磁频谱的可见绿光范围中的激光光可以具有范围从500nm(或是大约500nm)至560nm(或是大约560nm)的一或更多个波长，例如，511nm、515nm、530nm、532nm、543nm、568nm、…等；或是介于任何此些数值之间。位在电磁频谱之IR范围中的激光光可以具有范围从750nm(或是大约750nm)至15μm(或是大约15μm)的一或更多个波长，例如，600nm至1000nm、752.5nm、780nm至1060nm、799.3nm、980nm、1047nm、1053nm、1060nm、1064nm、1080nm、1090nm、1152nm、1150nm至1350nm、1540m、2.6μm至4μm、4.8μm至8.3μm、9.4μm、10.6μm、…等；或是介于任何此些数值之间。

[0052] 由该激光源104所输出的激光脉冲会具有落在从10fs至900ms的范围之中的脉冲宽度或脉冲时间持续长度(也就是，以该脉冲中的光学功率相对于时间关系的半峰全宽(Full-Width at Half-Maximum,FWHM)为基础)。然而，应该明白的是，该脉冲时间持续长度亦能够小于10fs，或是大于900ms。因此，由激光源104所输出的至少一个激光脉冲会具有小于、大于、或等于下面数值的脉冲时间持续长度：10fs、15fs、30fs、50fs、100fs、150fs、200fs、300fs、500fs、600fs、750fs、800fs、850fs、900fs、950fs、1ps、2ps、3ps、4ps、5ps、7ps、10ps、15ps、25ps、50ps、75ps、100ps、200ps、500ps、1ns、1.5ns、2ns、5ns、10ns、20ns、50ns、100ns、200ns、400ns、800ns、1000ns、2μs、5μs、10μs、50μs、100μs、300μs、500μs、900μs、1ms、2ms、5ms、10ms、20ms、50ms、100ms、300ms、500ms、900ms、1s、…等；或是介于任何此些数值之间。

[0053] 由激光源104所输出的激光脉冲会具有落在从5mW至50kW的范围之中的平均功率。然而，应该明白的是，该平均功能亦能够小于5mW，或是大于50kW。因此，由激光源104所输出的激光脉冲会具有小于、大于、或等于下面数值的平均功率：5mW、10mW、15mW、20mW、25mW、50mW、75mW、100mW、300mW、500mW、800mW、1W、2W、3W、4W、5W、6W、7W、10W、15W、18W、25W、30W、50W、60W、100W、150W、200W、250W、500W、2kW、3kW、20kW、50kW、…等；或是介于任何此些数值之间。

[0054] 激光脉冲能够由激光源104以落在从5kHz至1GHz的范围之中的脉冲重复率来输出。然而，应该明白的是，该脉冲重复率亦能够小于5kHz，或是大于1GHz。因此，激光脉冲能够由激光源104以小于、大于、或等于下面数值的脉冲重复率来输出：5kHz、50kHz、100kHz、175kHz、225kHz、250kHz、275kHz、500kHz、800kHz、900kHz、1MHz、1.5MHz、1.8MHz、1.9MHz、2MHz、2.5MHz、3MHz、4MHz、5MHz、10MHz、20MHz、50MHz、60MHz、100MHz、150MHz、200MHz、250MHz、300MHz、350MHz、500MHz、550MHz、600MHz、900MHz、2GHz、10GHz、…等；或是介于任何此些数值之间。

[0055] 除了波长、脉冲时间持续长度、平均功率、以及脉冲重复率之外，被传递至工件102的激光脉冲还能够被特征化成能够被选择的一或更多项其它特征(举例来说，视情况，以一或更多项其它特征为基础，例如，波长、脉冲时间持续长度、平均功率、以及脉冲重复率、…等)，例如，脉冲能量、尖峰功率、…等，以便以足以具有加工该工件102的光学强度(单位为W/cm^2)、通量(单位为J/cm^2)、…等的加工光点来照射该工件102(举例来说，用以形成具有一

或更多个所希望特征的一或更多个特征组件)。

[0056] 激光源104所输出的激光类型的范例可以被特征化成:气体激光(举例来说,二氧化碳激光、一氧化碳激光、准分子激光、…等);固态激光(举例来说,Nd:YAG激光、…等);棒激光;光纤激光;光子晶体棒/光纤激光;被动式锁模固态体激光或光纤激光;染料激光;锁模二极管激光;脉冲式激光(举例来说,ms脉冲式激光、ns脉冲式激光、ps脉冲式激光、fs脉冲式激光);CW激光;QCW激光;或是类似激光、或是前述的任何组合。相依于它们的配置而定,气体激光(举例来说,二氧化碳激光、…等)可以被配置成用以操作在一或更多种模式之中(举例来说,操作在CW模式之中,操作在QCW模式之中,操作在脉冲模式之中,或是前述的任何组合)。可以被提供作为激光源104的激光源的特定范例包含下面一或更多种激光源,例如:由EOLITE所制造的BOREAS、HEGOA、SIROCCO、或是CHINOOK激光系列;由PYROPHOTONICS所制造的PYROFLEX激光系列;由COHERENT所制造的PALADIN Advanced 355或DIAMOND激光系列(举例来说,DIAMOND E系列、DIAMOND G系列、DIAMOND J-2系列、DIAMOND J-3系列、DIAMOND J-5系列)、FLARE NX、MATRIX QS DPSS、MEPHISTO Q、AVIALX、AVIA NX、RAPID NX、HYPERRAPID NX、RAPID,HELIOS,FIDELITY、MONACO、OPERA、或是RAPID FX激光系列;由SPECTRA PHYSICS所制造的PALADIN Advanced 355、DIAMOND系列(举例来说,DIAMOND E系列、DIAMOND G系列、DIAMOND J-2系列、DIAMOND J-3系列、DIAMOND J-5系列)、ASCEND、EXCELSIOR、EXPLORER、HIPPO、NAVIGATOR、QUATA-RAY、QUASAR、SPIRIT、TALON、或是VGEN激光系列;由SYNRAD所制造的PULSTAR或FIRESTAR激光系列;TRUFLOW激光系列(举例来说,TRUFLOW 2000、1700、3000、3200、3600、4000、5000、6000、6000、8000、10000、12000、15000、20000)、TRUCOAX激光系列(举例来说,TRUCOAX 1000),或是TRUDISK激光系列、TRUPULSE激光系列、TRUDIODE激光系列、TRUFIBER激光系列、或是TRUMICRO激光系列,全部由TRUMPF所制造;由IMRA AMERICA所制造的FCPA μJEWEL或是FEMTOLITE激光系列;由AMPLITUDE SYSTEMES所制造的TANGERINE激光系列与SATSUMA激光系列(以及MIKAN与T-PULSE系列振荡器);由IPG PHOTONICS所制造的CL激光系列、CLPF激光系列、CLPN激光系列、CLPNT激光系列、CLT激光系列、ELM激光系列、ELPF激光系列、ELPN激光系列、ELPP激光系列、ELR激光系列、ELS激光系列、FLPN激光系列、FLPNT激光系列、FLT激光系列、GLPF激光系列、GLPN激光系列、GLR激光系列、HLPN激光系列、HLPP激光系列、RFL激光系列、TLM激光系列、TLPN激光系列、TLR激光系列、ULPN激光系列、ULR激光系列、VLM激光系列、VLPN激光系列、YLM激光系列、YLPF激光系列、YLPN激光系列、YLPP激光系列、YLR激光系列、YLS激光系列、FLPM激光系列、FLPMT激光系列、DLM激光系列、BLM激光系列、或是DLR激光系列(举例来说,其包含GPLN-100-M、GPLN-500-QCW、GPLN-500-M、GPLN-500-R、GPLN-2000-S、…等);或是类似的激光、或是前述的任何组合。

[0057] B.第一定位器

[0058] 第一定位器106被排列在、被放置在、或是被设置在射束路径116之中,并且可操作用以对由激光源104所产生的激光脉冲进行绕射、反射、折射、或是类似作用、或是前述的任何组合(也就是,用以「偏折」该些激光脉冲),以便偏折或是移动该射束路径116(举例来说,以扫描透镜112为基准),且结果,以便以该工件102为基准来偏折或是移动射束轴118。一般来说,该第一定位器106可操作用以沿着X轴(或方向)、Y轴(或方向)、或是前述组合,以该工件102为基准来移动该射束轴118。图中虽然并未显示;不过,X轴(或X方向)应被理解为正交

于图中所示之Y轴(或方向)与Z轴(或方向)的轴(或方向)。

[0059] 由第一定位器106所赋予的以该工件102为基准移动该射束轴118通常受到限制，使得该加工光点能够被扫描、被移动、或是被定位在由扫描透镜112所投影的第一扫描场或「第一扫描范围」里面。一般来说，并且相依于一或更多项系数(例如，第一定位器106的配置、第一定位器106在射束路径116中的位置、入射于该第一定位器106上的激光脉冲的射束尺寸、光点尺寸、…等)，该第一扫描范围可以延伸在X方向或Y方向的任一者之中的距离小于、大于、或是等于下面数值的距离：0.01mm、0.04mm、0.1mm、0.5mm、1.0mm、1.4mm、1.5mm、1.8mm、2mm、2.5mm、3.0mm、3.5mm、4.0mm、4.2mm、5mm、10mm、25mm、50mm、60mm、…等；或是介于任何此些数值之间。该第一扫描范围的最大维度(举例来说，在X方向或Y方向之中，或是其它方向之中)可以大于、等于、或是小于一要被形成在该工件102之中的特征组件(举例来说，开口、凹部、通孔、沟渠、…等)的最大维度(于X-Y平面中所测得)。

[0060] 一般来说，该第一定位器106能够将该加工光点定位于该第一扫描范围里面的任何位置处(因而移动该射束轴118)的速率(亦称为「定位速率」)是落在从8kHz(或是大约8kHz)至250MHz(或是大约250MHz)的范围之中。此范围于本文中亦称为第一定位带宽。举例来说，该第一定位带宽可以大于、等于、或是小于8kHz、10kHz、20kHz、30kHz、40kHz、50kHz、75kHz、80kHz、100kHz、250kHz、500kHz、750kHz、1MHz、5MHz、10MHz、20MHz、40MHz、50MHz、75MHz、100MHz、125MHz、150MHz、175MHz、200MHz、225MHz、250MHz、…等；或是介于任何此些数值之间。该定位速率的倒数值于本文中称为「定位周期」，并且表示用以将该加工光点的位置从该第一扫描范围里面的其中一个位置处改变至该第一扫描范围里面的任何其它位置所需要的最小时间数额。因此，该第一定位器106可被特征化为具有大于、等于、或是小于下面数值的定位周期：200μs、125μs、100μs、50μs、33μs、12.5μs、10μs、4μs、2μs、1.3μs、1μs、0.2μs、0.1μs、0.05μs、0.025μs、0.02μs、0.013μs、0.01μs、0.008μs、0.0067μs、0.0057μs、0.0044μs、0.004μs、…等；或是介于任何此些数值之间。

[0061] 该第一定位器106能够被提供成为微机电系统(MEMS)面镜或面镜数组、AOD系统、电光偏折器(Electro-Optic Deflector，EOD)系统、快速操控面镜(Fast-Steering Mirror，FSM)组件(举例来说，其并入压电式致动器、电致伸缩式致动器、音圈致动器、…等)、非共振检流计面镜系统、共振扫描检流计面镜系统、旋转多边形扫描仪、或是类似物、或是前述的任何组合。为达本文中讨论的目的，共振扫描检流计面镜系统被称为「共振扫描面镜系统」，而非共振检流计面镜系统则简称为「检流计面镜系统」。检流计面镜系统通常允许全位置控制，但是，定位带宽(举例来说，介于1与3kHz之间，或是大约该带宽)通常低于共振扫描面镜系统的定位带宽(举例来说，介于4与8kHz之间，或是大约该带宽)。然而，共振扫描面镜系统提供的位置控制通常远少于检流计面镜系统，并且共振扫描面镜系统提供的扫描为非线性。一般来说，共振扫描面镜系统提供正弦扫描，使得被共振扫描面镜系统偏折的射束中的加工光点的位置系以时间为函数正弦改变。诸如AOD与EOD系统的定位器的定位速率通常远大于检流计面镜系统的定位速率(不论系非共振或共振扫描类型)。

[0062] 于其中一实施例中，该第一定位器106被提供成为AOD系统，其包含至少一个(举例来说，一个、两个、三个、四个、…等)单元件AOD系统、至少一个(举例来说，一个、两个、三个、四个、…等)相位数组AOD系统、或是类似物、或是前述的任何组合。单元件AOD系统与相位数组AOD系统每一者皆包含一由诸如下面的材料所形成的AO胞体：结晶Ge、$PbMoO_4$、TeO_2、玻璃

质的SiO_2、石英、As_2O_3、…等。如本文中的用法,「单元件」AOD系统表示一种仅具有单一超音波换能器组件的AOD系统,该单一超音波换能器组件被音频耦接至该AO胞体;而「相位数组」AOD系统则包含由至少两个超音波换能器组件所组成的相位数组,该至少两个超音波换能器组件被音频耦接至共同的AO胞体。

[0063] 熟习本技术的人士便会明了,AO技术(举例来说,AOD、AOM、…等)运用传播通过该AO胞体的声波所造成的绕射效应来调变同时传播通过该AO胞体的光波(也就是,本申请案的内文中的激光能量射束)的一或更多项特征。一般来说,该AO胞体能够于相同的区域中支持该声波与该光波两者。该声波会干扰该AO胞体之中的折射率。声波通常借由于一或更多个RF频率处驱动该超音波换能器组件而被发射至该AO胞体之中。借由控制该声波的特征(举例来说,振幅、频率、相位、…等),该传播中的光波的一或更多项特征便可以可控制的方式被调变,以便移动该射束路径116(举例来说,以扫描透镜112为基准)。还应该明了的是,被发射至AO胞体之中的声波的特征亦能够利用众所熟知的技术来控制,用以在激光能量射束通过该AO胞体时衰减该激光能量射束之中的能量。据此,AOD系统亦能够被操作用以调变最终被传递至该工件102的激光脉冲的脉冲能量(并且相应地调变通量、尖峰功率、光学强度、平均功率、…等)。

[0064] 应该明白的是,用以形成该AO胞体的材料相依于沿着该射束路径116传播以便入射于该AO胞体上的激光脉冲的波长。举例来说,诸如结晶Ge的材料能够使用在要被偏折的激光脉冲的波长落在从2μm(或是大约2μm)至12μm(或是大约12μm)的范围之中;诸如石英与TeO_2的材料则能够使用在要被偏折的激光脉冲的波长落在从200nm(或是大约200nm)至5μm(或是大约5μm)的范围之中。

[0065] 应该明了的是,AOD系统为分散组件,且因此,最适合偏折具有合宜狭窄频谱线宽的激光脉冲(举例来说,以该脉冲中的光学功率频谱密度的半峰全宽(FWHM)为基础)。可操作用以产生具有位在紫外光、可见光、或是NIR范围中的一或更多个范围之中的一或更多个波长的激光脉冲的激光源104通常会产生具有合宜狭窄频谱线宽的激光脉冲。诸如高功率CW气体激光(举例来说,平均功率大于约300W的二氧化碳或一氧化碳CW激光)以及其它低功率CW或脉冲式气体激光(例如,平均功率小于约300W)的激光源104同样能够在SWIR、MWIR、或是LWIR范围中产生具有合宜狭窄频谱线宽的激光脉冲。在习知技术中,能够产生激光脉冲的高功率脉冲式气体激光(例如,平均功率大于约300W的二氧化碳或一氧化碳脉冲式激光)是以主振荡器功率电荷放大器(Master Oscillator Power Amplifier,MOPA)激光系统架构为基础。

[0066] 该些AOD系统中的任一者可以被提供成为单轴AOD系统(举例来说,可操作用以沿着单一方向来移动射束轴118)或是借由偏折该射束路径116而被提供成为多轴AOD系统(举例来说,可操作用以沿着一或更多条轴,举例来说,沿着X轴、沿着Y轴、或是前述的任何组合Y方向来移动射束轴118)。一般来说,多轴AOD系统能够被提供成为一多胞体系统或是一单胞体系统。多胞体、多轴系统通常包含多个AOD系统,每一个AOD系统皆操作用以沿着不同轴来移动该射束轴118。举例来说,多胞体、多轴系统会包含:第一AOD系统(举例来说,一单元件或相位数组AOD系统),其操作用以沿着X轴来移动该射束轴118(举例来说,「X轴AOD系统」);以及第二AOD系统(举例来说,单元件或相位数组AOD系统),其操作用以沿着Y轴来移动该射束轴118(举例来说,「Y轴AOD系统」)。单胞体、多轴系统(举例来说,「X/Y轴AOD系统」)

通常包含单AOD系统，其操作用以沿着该X轴或Y轴来移动该射束轴118。举例来说，单胞体系统会包含至少两个超音波换能器组件，其被音频耦接至共同AO胞体的正交排列平面、小面、侧边、…等。

[0067] C.第二定位器

[0068] 第二定位器108被设置在射束路径116之中，并且可操作用以对由激光源104所产生并且通过该第一定位器106的激光脉冲进行绕射、反射、折射、或是类似作用、或是前述的任何组合(也就是，用以「偏折」该些激光脉冲)，以便偏折或移动射束路径116(举例来说，以扫描透镜112为基准)，且因此，以该工件102为基准来偏折或移动该射束轴118。一般来说，第二定位器10可操作用以沿着X轴(或方向)、Y轴(或方向)、或是前述组合，以该工件102为基准来移动该射束轴118。

[0069] 由该第二定位器108所赋予的以该工件102为基准移动该射束轴118通常受到限制，使得该加工光点能够被扫描、被移动、或是被定位在由扫描透镜112所投影的第二扫描场或「第二扫描范围」里面。一般来说，并且相依于一或更多项系数(例如，第二定位器108的配置、第二定位器108在射束路径116中的位置、入射于该第二定位器108上的激光脉冲的射束尺寸、光点尺寸、…等)，该第二扫描范围可以延伸在X方向或Y方向的任一者之中的距离大于第一扫描范围的对应距离。有鉴于上述，该第二扫描范围可以延伸在X方向或Y方向的任一者之中的距离小于、大于、或是等于下面数值的距离：1mm、25mm、50mm、75mm、100mm、250mm、500mm、750mm、1cm、25cm、50cm、75cm、1m、1.25m、1.5m、…等；或是介于任何此些数值之间。该第二扫描范围的最大维度(举例来说，在X方向或Y方向之中，或是其它方向之中)可以大于、等于、或是小于一要被形成在该工件102之中的特征组件(举例来说，开口、凹部、通孔、沟渠、切割线、导体线路、…等)的最大维度(于X-Y平面中所测得)。

[0070] 有鉴于本文中所述的配置，应该明了的是，由该第一定位器106所赋予的射束轴118的移动会迭加由该第二定位器108所赋予的射束轴118的移动。因此，该第二定位器108可操作用以于该第二扫描范围里面扫描该第一扫描范围。

[0071] 一般来说，该第二定位器108能够将该加工光点定位于该第二扫描范围里面的任何位置处(因而于该第二扫描范围里面移动该射束轴118及/或于该第二扫描范围里面扫描该第一扫描范围)的定位速率的范围(于本文中亦称为「第二定位带宽」)小于该第一定位带宽。于其中一实施例中，该第二定位带宽落在从500Hz(或是大约500Hz)至8kHz(或是大约8kHz)的范围之中。举例来说，该第二定位带宽可以大于、等于、或是小于500Hz、750Hz、1kHz、1.25kHz、1.5kHz、1.75kHz、2kHz、2.5kHz、3kHz、3.5kHz、4kHz、4.5kHz、5kHz、5.5kHz、6kHz、6.5kHz、7kHz、7.5kHz、8kHz、…等；或是介于任何此些数值之间。

[0072] 有鉴于上述，应该明白的是，该第二定位器108能够被提供成为微机电系统(MEMS)面镜或面镜数组、AOD系统、电光偏折器(EOD)系统、快速操控面镜(FSM)组件(举例来说，其并入压电式致动器、电致伸缩式致动器、音圈致动器、…等)、检流计面镜系统、共振扫描检流计面镜系统、旋转多边形扫描仪、或是类似物、或是前述的任何组合。于一个实施例中，该第二定位器108能够被提供成为包含两个检流计面镜构件的检流计面镜系统，也就是：第一检流计面镜构件(举例来说，X轴检流计面镜构件)，其被排列成用以沿着X轴以工件102为基准来移动该射束轴118；以及第二检流计面镜构件(举例来说，Y轴检流计面镜构件)，其被排列成用以沿着Y轴以工件102为基准来移动该射束轴118。然而，该第二定位器108亦可被提

供成为包含单一检流计面镜构件的检流计面镜系统，该检流计面镜构件被排列成用以沿着X轴与Y轴以工件102为基准来移动该射束轴118。于又一实施例中，该第二定位器108亦可被提供成为旋转多边形面镜系统、…等。因此，应该明白的是，相依于该第二定位器108与该第一定位器106的特定配置而定，该第二定位带宽可能大于或等于该第一定位带宽。

[0073] D.第三定位器

[0074] 该第三定位器110可操作用以以扫描透镜112为基准移动该工件102，且因此，以射束轴118为基准来移动该工件102。以该射束轴118为基准来移动该工件102通常受到限制，使得该加工光点能够被扫描、被移动、或是被定位在一第三扫描场或「第三扫描范围」里面。相依于一或更多项系数(例如，第三定位器110的配置)，该第三扫描范围可以延伸在X方向或Y方向的任一者之中的距离大于或等于第二扫描范围的对应距离。然而，一般来说，该第三扫描范围的最大维度(举例来说，在X方向或Y方向之中，或是其它方向之中)大于或等于要被形成在该工件102之中的任何特征组件的对应最大维度(于X-Y平面中所测得)。视情况，该第三定位器110可以操作用以于一延伸在Z方向之中的扫描范围里面以该射束轴118为基准来移动该工件102(举例来说，落在1mm与50mm之间的范围之中)。因此，该第三扫描范围可以沿着X方向、Y方向、及/或Z方向延伸。

[0075] 有鉴于本文中所述的配置，应该明了的是，加工光点以工件102为基准的移动(举例来说，由该第一定位器106及/或该第二定位器108所赋予)会叠加由该第三定位器110所赋予的工件102的移动。因此，该第三定位器110可操作用以于该第三扫描范围里面扫描该第一扫描范围及/或该第二扫描范围。一般来说，该第三定位器110能够将该工件102定位于该第三扫描范围里面的任何位置处(因而移动该工件102、于该第三扫描范围里面扫描该第一扫描范围、及/或于该第三扫描范围里面扫描该第二扫描范围)的定位速率的范围(于本文中亦称为「第三定位带宽」)小于该第二定位带宽。于一个实施例中，该第三定位带宽小于500Hz(或是大约500Hz)。举例来说，该第三定位带宽可以等于或是小于500Hz、250Hz、150Hz、100Hz、75Hz、50Hz、25Hz、10Hz、7.5Hz、5Hz、2.5Hz、2Hz、1.5Hz、1Hz、…等；或是介于任何此些数值之间。

[0076] 于一个实施例中，该第三定位器110被提供成为一或更多个线性载台(举例来说，每一者皆能够沿着该些X方向、Y方向、及/或Z方向来平移移动该工件102)、一或更多个旋转载台(举例来说，每一者皆能够绕着平行于该些X方向、Y方向、及/或Z方向的轴来旋转移动该工件102)、或是类似物、或是前述的任何组合。于一个实施例中，该第三定位器110包含：X载台，用于沿着该X方向来移动该工件102；以及Y载台，其受到该X载台支撑(且因此，可借由该X载台而沿着该X方向移动)，用于沿着该Y方向来移动该工件102。图中虽然并未显示；不过，设备100还可能包含非必要的基底(举例来说，花岗石块)，用以支撑该第三定位器110。

[0077] 图中虽然并未显示；不过，设备100还可能包含固定装置(举例来说，夹盘)，其被耦接至该第三定位器110的某一载台。该固定装置会包含支撑区并且工件102能够以机械方式被钳止、固定、固持、固锁至该固定装置或是以其它方式被该固定装置支撑于该支撑区内。于一个实施例中，该工件102能够被钳止、固定、固持、固锁、或是以其它方式被支撑，以便直接接触该固定装置的一主要(通常为平坦的)支撑表面。于另一实施例中，该工件102能够被钳止、固定、固持、固锁、或是以其它方式被支撑，以便和该固定装置的该主要支撑表面隔开。于一个实施例中，该工件102能够借由从该固定装置选择性施加至该工件102或是出现

在该工件102与该固定装置之间的作用力(举例来说,静电力、真空力、磁力)被固定、固持、或是固锁。

[0078] 如目前已述,设备100运用如同第三定位器110之所谓的「堆栈式」定位系统,其可以让工作102被移动同时让诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等其它构件的位置以该工件102为基准保持静止于该设备100里面(举例来说,如本技术中已知,通过一或更多个支撑架、框架、…等)。于另一实施例中,该第三定位器110可以被排列并且操作用以移动诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等的一或更多个构件,而工件102则可以保持静止。

[0079] 于又一实施例中,第三定位器110可被提供成为所谓的「分光轴」定位系统,其中,一或更多个构件(例如,第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、或是类似物、或是前述任何组合)由一或更多个线性载台或旋转载台来携载(举例来说,安置于一框架、托架、…等之上),而工件102由一或更多个其它线性载台或旋转载台来携载。于此实施例中,该第三定位器110包含:一或更多个线性载台或旋转载台,其被排列并且操作用以移动诸如扫描头的一或更多个构件(举例来说,包含第二定位器108与扫描透镜112);以及一或更多个其它线性载台或旋转载台,其被排列并且操作用以移动工件102。举例来说,该第三定位器110可以包含Y载台,用于沿着该Y方向来移动该工件102;以及X载台,用于沿着该X方向来移动该扫描头。可以有利或卓越地运用在设备100之中的分光轴定位系统的某些范例包含下面所揭示的范例中的任何范例:美国专利案第5,751,585号、第5,798,927号、第5,847,960号、第6,606,999号、第7,605,343号、第8,680,430号、第8,847,113号;美国专利申请公开案第2014/0083983号;或是前述的任何组合,本文以引用的方式将前述每一案完全并入。

[0080] 于该第三定位器110包含Z载台的一个实施中,该Z载台可被排列并且被配置成用以沿着Z方向来移动工件102。于此情况中,该Z载台可由用于移动或定位工件102的其它前述载台中的一或更多者来携载;可以携载用于移动或定位工件102的其它前述载台中的一或更多者;或是前述任何组合。于该第三定位器110包含Z载台的另一实施中,该Z载台可被排列并且被配置成用以沿着Z方向来移动该扫描头。因此,于第三定位器110被提供成为分光载台定位系统的情况中,该Z载台可以携载X载台或是可被X载台携载。沿着Z方向移动工件102或是该扫描头会造成该工件102处的光点尺寸的变动。

[0081] 于又一实施例中,诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等的一或更多个构件可以由铰接式多轴自动手臂(举例来说,2轴手臂、3轴手臂、4轴手臂、5轴手臂、或是6轴手臂)来携载。于此一实施例中,该第二定位器108及/或扫描透镜112可以视情况由该自动手臂的末端效果器来携载。于再一实施例中,该工件102可以直接被携载于铰接式多轴自动手臂的末端效果器之上(也就是,没有第三定位器110)。于又一实施例中,该第三定位器110可以被携载于铰接式多轴自动手臂的末端效果器之上。

[0082] D.扫描透镜

[0083] 扫描透镜112(举例来说,被提供成为简易透镜或是复合透镜)通常被配置成用以聚焦沿着该射束路径被引导的激光脉冲,一般来说,以便产生能够被定位在该所希望的加工光点处或附近的束腰。该扫描透镜112可以被提供成为f-希塔透镜、远心透镜、轴锥透镜(于此情况中,一连串的束腰会被产生,从而沿着射束轴118产生彼此有位移的多个加工光点)、或是类似物、或是前述的任何组合。于其中一实施例中,该扫描透镜112被提供成为固

定焦距透镜并且被耦接至一扫描透镜定位器(举例来说,透镜致动器,图中未显示),该扫描透镜定位器可操作用以移动该扫描透镜112(举例来说,以便沿着该射束轴118改变该束腰的位置)。举例来说,该透镜致动器可以被提供成为音圈,其可操作用以沿着Z方向来线性平移该扫描透镜112。于此情况中,该扫描透镜112可以由诸如下面的材料形成:熔融石英、光学玻璃、硒化锌、硫化锌、锗、砷化镓、氟化镁、…等。于另一实施例中,该扫描透镜112被提供成为一可变焦距透镜(举例来说,变焦透镜,或是所谓的「液体透镜(liquid lens)」,其并入目前由COGNEX、VARIOPTIC、…等所提供的技术),其能够被致动(举例来说,通过透镜致动器)用以沿着射束轴118来改变束腰的位置。沿着射束轴118来改变束腰的位置会造成该工件102处的光点尺寸的变动。

[0084] 于一个实施例中,该扫描透镜112与该第二定位器108被整合于共同壳体或是「扫描头」之中。因此,于该设备100包含透镜致动器的实施例中,该透镜致动器可以被耦接至该扫描透镜112(举例来说,以便以该第二定位器108为基准于该扫描头里面致能移动该扫描透镜112)。或者,该透镜致动器亦可被耦接至该扫描头(举例来说,以便致能移动该扫描头本身,于此情况中,该扫描透镜112与该第二定位器108会一起移动)。于另一实施例中,该扫描透镜112与该第二定位器108被整合于不同的壳体之中(举例来说,使得其中整合着该扫描透镜112的壳体可以以其中整合着该第二定位器108的壳体为基准来移动)。该扫描头的构件,或是整个该扫描头本身,可以由模块式装配件组成,使得该扫描头的构件能够轻易地被移除并且以另一构件来取代、使得其中一个扫描头能够轻易地被移除并且以另一扫描头来取代、…等。

[0085] E.视觉

[0086] 设备100可以进一步包含一或更多部相机,例如,相机113(举例来说,CCD相机、CMOS相机、或是类似物、或是前述的任何组合),其视场涵盖被提供给设备100加工的工件102所占据的区域。相机113可被耦接至扫描透镜112或是被耦接至前面提及的扫描头。相机113会产生代表于其视场内捕捉到的影像的影像数据并且将该影像数据(举例来说,一或更多个影像讯号)输出给控制器114。

[0087] 影像数据会被解译、操控、输入至算法或是以任何所希望或本技术中已知其它合宜方式来处理(例如在该控制器114、该远程系统126或是类似物、或是前述的任何组合处),以便促成一或更多像操作,例如,于设备100内对准该工件102、校正、视觉检查(举例来说,视觉检查因加工该工件102所形成的特征组件)、或是类似操作、或是前述的任何组合。

[0088] 图1中所示的设备100虽然仅包含一相机113;不过,应该明白的是,亦可包含多部相机113(举例来说,不同的分辨率、视场、或是类似物、或是前述的任何组合)。举例来说,于一个实施例中,设备100可以包含第一相机与第二相机。该第一相机可以有相对大的视场及相对低的分辨率;而该第二相机可以有相对小的视场及相对高的分辨率。一般来说,该第二相机的视场位在该第一相机的视场里面。然而,该些第一相机与第二相机亦能够被排列成使得该第二相机的视场位在该第一相机的视场外面。

[0089] F.控制器

[0090] 一般来说,设备100包含一或更多个控制器,例如,控制器114,用以控制或是达成控制该设备100的操作。于一个实施例中,控制器114被通讯耦接至(举例来说,在一或更多条有线或无线、串联或并联的通讯链路上,例如,USB、RS-232、以太网络、Firewire、Wi-Fi、

RFID、NFC、蓝牙、Li-Fi、SERCOS、MARCO、EtherCAT、或是类似通讯链路、或是前述的任何组合)设备100中的一或更多个构件,例如,激光源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为可变焦距透镜时)、固定装置、相机113、VOA、射束尺寸调整机制、…等,且因此可响应于由该控制器114所输出的一或更多个控制讯号来操作。

[0091] 举例来说,控制器114可以控制第一定位器106、第二定位器108、或是第三定位器110的操作,以便在该射束轴与该工件之间赋予相对移动,而导致该加工光点与该工件102之间沿着该工件102里面的路径或轨线(于本文中亦称为「加工轨线」)的相对移动。应该明白的是,此些定位器中的任两者或是此些定位器中的全部三者可以受到控制,使得两个定位器(例如,第一定位器106与第二定位器108、第一定位器106与第三定位器110、或是第二定位器108与第三定位器110)或是全部三个定位器同时在该加工光点与该工件102之间赋予相对移动(从而在该射束轴与该工件之间赋予「复合的相对移动」)。当然,于任何时间,亦可能仅控制其中一个定位器(例如,第一定位器106、第二定位器108、或是第三定位器110),用以在该加工光点与该工件102之间赋予相对移动(从而在该射束轴与该工件之间赋予「非复合的相对移动」)。

[0092] 前述构件中的一或更多者能够被控制以实施的操作的某些其它范例包含如下面已于前面提及的专利案中揭示的任何操作、功能、处理、方法、…等:美国专利案第5,751,585号、第5,847,960号、第6,606,999号、第8,680,430号、第8,847,113号;或是美国专利案第4,912,487号、第5,633,747号、第5,638,267号、第5,917,300号、第6,314,463号、第6,430,465号、第6,600,600号、第6,606,998号、第6,816,294号、第6,947,454号、第7,019,891号、第7,027,199号、第7,133,182号、第7,133,186号、第7,133,187号、第7,133,188号、第7,244,906号、第7,245,412号、第7,259,354号、第7,611,745号、第7,834,293号、第8,026,158号、第8,076,605号、第8,288,679号、第8,404,998号、第8,497,450号、第8,648,277号、第8,896,909号、第8,928,853号、第9,259,802号;或是美国专利申请公开案第2014/0026351号、第2014/0197140号、第2014/0263201号、第2014/0263212号、第2014/0263223号、第2014/0312013号;或是德国专利案第DE102013201968B4号;或是国际专利公开案第WO2009/087392号;或是前述案件的任何组合,本文以引用的方式将前述每一案完全并入。于另一范例中,该控制器114可以控制包含一或更多个AOD系统的任何定位器(例如,于某些实施例中,第一定位器106、第二定位器108、或是、或是前述的组合)的操作,用以改变被传递至该加工光点的激光脉冲的光点形状或光点尺寸(例如,借由啁啾(chirping)被施加至该一或更多个AOD系统的一或更多个超音波换能器组件的RF讯号、借由施加一经频谱塑形的RF讯号至该一或更多个AOD系统的一或更多个超音波换能器组件、或是类似的作法或前述的任何组合),举例来说,如国际专利公开案第WO2017/044646A1号的揭示,本文以引用的方式将前述完全并入。该外加RF讯号可以任何所希望或合宜的方式被线性或非线性啁啾(chirped)。举例来说,该外加RF讯号可先以第一速率啁啾并且接着以第二速率啁啾,以便以两种不同方式绕射穿越该AO胞体的激光脉冲。于此情况中,该第一速率可以慢于或快于该第二速率。

[0093] 一般来说,控制器114包含一或更多个处理器,其可操作用以在执行指令时产生前面提及的控制讯号。一处理器能够被提供成为一可程序化处理器(例如,其包含一或更多个

一般用途计算机处理器、微处理器、数字信号处理器、或是类似物、或是前述的任何组合)，其可操作用以执行该些指令。可由该(些)处理器来执行的指令可以以软件、固件、…等来施行，或是以包含以下任何合宜形式的电路系统来施行：可程序化逻辑设备(Programmable Logic Device，PLD)；可场程序化闸极数组(Field Programmable Gate Array，FPGA)；可场程序化物体数组(Field Programmable Object Array，FPOA)；特定应用集成电路(Application-Specific Integrated Circuit，ASIC)，其包含数字电路系统、模拟电路系统、以及混合式模拟/数字电路系统；或是类似物；或是前述的任何组合。指令的执行能够在处理器上被实施、分散于多个处理器之间、平行跨越装置里面的多个处理器或是跨越一由多个装置所组成的网络；或是类似物；或是前述的任何组合。

[0094] 于其中一实施例中，控制器114包含有形媒体，例如，计算机内存，其可让该处理器来存取(例如，通过一或更多条有线或无线通信链路)。如本文中的用法，「计算机内存」包含：磁性媒体(举例来说，磁带、硬盘机、…等)；光盘；挥发性或非挥发性半导体内存(例如，RAM、ROM、NAND型闪存、NOR型闪存、SONOS内存、…等)；…等，并且可以区域性存取、远程访问(例如，跨越一网络)、或是前述的组合。一般来说，该些指令可以以本文中所提供的描述符(举例来说，以C、C++、Visual Basic、Java、Python、Tel、Perl、Scheme、Ruby、汇编语言、硬件描述语言(例如，VHDL、VERILOG、…等)、…等所撰写)被储存成为能够由技师轻易创造的计算机软件(例如，可执行的编码、档案、指令、…等；链接库档案、…等)。计算机软件经常被储存在由计算机内存所传达的一或更多个数据结构中。

[0095] 图中虽然并未显示；不过，一或更多个驱动器(例如，RF驱动器、伺服驱动器、行驱动器、电源、…等)亦能够被通讯耦接至一或更多个构件(例如，激光源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为一可变焦距透镜时)、固定装置、相机113、VOA、射束尺寸调整机制、…等)。于一个实施例中，每一个驱动器通常包含被通讯耦接至控制器114的输入，且因此，该控制器114可以操作用以产生一或更多个控制讯号(例如，触发讯号、…等)，该些控制讯号能够被传送至和设备100的一或更多个构件相关联的一或更多个驱动器的(多个)输入。因此，诸如激光源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、扫描透镜112(当被提供成为可变焦距透镜时)、固定装置、相机113、VOA、射束尺寸调整机制、…等的构件会响应于由该控制器114所产生的控制讯号。

[0096] 于另一实施例中，图中虽然并未显示；不过，一或更多个额外的控制器(举例来说，构件特定控制器)可以视情况被通讯耦接至驱动器的输入且该驱动器的输入被通讯耦接至构件(例如，激光源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为一可变焦距透镜时)、固定装置、相机113、VOA、射束尺寸调整机制、…等)且因此该一或更多个额外的控制器与该构件相关联。于此实施例中，每一个构件特定控制器会被通讯耦接至该控制器114并且可操作用以响应于接收自该控制器114的一或更多个控制讯号而产生一或更多个控制讯号(举例来说，触发讯号、…等)，该些控制讯号会被传送至与其通讯耦接的(多个)驱动器的(多个)输入。于此实施例中，一构件特定控制器可以雷同于针对控制器114所述的方式操作。

[0097] 于提供一或更多个构件特定控制器的另一实施例中，和其中一个构件(举例来说，激光源104)相关联的构件特定控制器会被通讯耦接至和其中一个构件(举例来说，第一定位器106、…等)相关联的构件特定控制器。于此实施例中，该些构件特定控制器中的一或更

多者能够操作用以响应于接收自一或更多个其它构件特定控制器的一或更多个控制讯号而产生一或更多个控制讯号(举例来说,触发讯号、…等)。

[0098] G.用户接口

[0099] 设备100可以进一步包含用户接口120,其被通讯耦接至(举例来说,在一或更多条有线或无线、串联或并联的通讯链路上,例如,USB、RS-232、以太网络、Firewire、Wi-Fi、RFID、NFC、蓝牙、Li-Fi、SERCOS、MARCO、EtherCAT、或是类似通讯链路、或是前述的任何组合)控制器114。用户接口120会包含一或更多个输出装置、一或更多个输入设备、或是前述的任何组合。一般来说,输出装置能够经由任何人体可察觉刺激(举例来说,视觉、听觉、触觉、…等)来表达或传达信息的任何装置。输出装置的范例包含屏幕、打印机、扬声器、触觉致动器、以及类似物。一般来说,输入设备能够让设备100的用户提供指令、命令、参数、信息、或是类似物的任何装置,以便操作设备100(或是达成设备100的操作)。输入设备的范例包含键盘、鼠标、触控垫、触控屏幕、麦克风、相机、以及类似物。

[0100] H.通讯模块

[0101] 视情况,设备100包含通讯模块122,其被通讯耦接至(举例来说,在一或更多条有线或无线、串联或并联的通讯链路上,例如,USB、RS-232、以太网络、Firewire、Wi-Fi、RFID、NFC、蓝牙、Li-Fi、SERCOS、MARCO、EtherCAT、或是类似通讯链路、或是前述的任何组合)控制器114。该通讯模块122可操作用以传送数据、接收数据、或是前述的组合。据此,该通讯模块122会包含电路系统、天线、连接器、或是类似物、或是前述的任何组合,以便经由有线或无线链路传送数据至另一装置或网络(举例来说,网络124)及/或从另一装置或网络(举例来说,网络124)处接收数据。于一个范例中,该通讯模块122能够为一连接器,其配合控制器114中的软件或固件操作,用以充当串行端口(举例来说,RS232)、通用串行总线(Universal Serial Bus,USB)端口、IR接口、或是类似物、或是前述的任何组合。于另一范例中,该通讯模块122能够为一通用接口驱动器特定应用集成电路(Universal Interface Driver Application Specific Integrated Circuit,UIDA),其支持多个不同的主机接口协议,例如,RS-232C、IBM46XX、键盘楔型接口、或是类似物、或是前述的任何组合。该通讯模块122可以包含如本技术中已知的一或更多个模块、电路、天线、连接器、或是类似物,以便支持其它已知的通讯模式,例如,USB、以太网络、蓝牙、Wi-Fi、红外线(举例来说,IrDa)、RFID通讯、或是类似通讯、或是前述的任何组合。除了与控制器114分离的构件,应该注意的是,该通讯模块122亦可以任何已知或合宜的方式被并入成为控制器114的一部分。

[0102] 网络124可以被通讯耦接至(举例来说,在一或更多条有线或无线、串联或并联的通讯链路上,例如,USB、RS-232、以太网络、Firewire、Wi-Fi、RFID、NFC、蓝牙、Li-Fi、SERCOS、MARCO、EtherCAT、或是类似通讯链路、或是前述的任何组合)位于设备100远程的一或更多个系统(举例来说,远程系统126,如图1中所示)。于一个实施例中,远程系统126可以为诸如下面的装置:计算机(举例来说,桌面计算机、膝上型计算机、平板计算机、智能电话、…等);计算系统(举例来说,云端计算平台);另一控制器或通讯模块(举例来说,和另一设备(例如,设备100)相关联);或是类似装置、或是前述的任何组合。该远程系统126能够为由设备100的使用者拥有或操作的装置、由设备100的制造商拥有或操作的装置、由负责对设备100实施维护的技术人员拥有或操作的装置、或是类似装置、或是前述的任何组合。

[0103] 经由通讯模块122与网络124,控制器114可以将各种数据传送至远程系统126。能

够因而被输出至该远程系统126的数据的范例包含前面提及的影像数据、或是量测数据或通知数据(两者于下面有更详细讨论)、或是类似物、或是前述的任何组合。由远程系统126输出的数据可以被输入至控制器114(举例来说,通过网络124与通讯模块122)并且代表指令、命令、参数、信息、或是类似物,用以操作设备100或者影响或达成设备100的任何操作。

[0104] I.射束特征化工具

[0105] 视情况,该设备100包含一或更多个射束特征化工具,例如,射束特征化工具128,其可操作用以量测该激光能量射束的一或更多项特征。能够在该射束特征化工具128处被量测的特征的范例包含由该入射激光能量射束照射在该射束特征化工具128处的光点的空间能量分布、相位、偏振、功率、或是类似物、或是前述的任何组合。据此,该射束特征化工具128会被提供成为选择自由下面所组成之群中的至少其中一个传感器:狭缝传感器、刀缘传感器、相机(举例来说,CCD、CMOS、…等)、波前传感器(举例来说,Shack-Hartmann波前传感器)、或是本技术中已知的任何其它激光射束轮廓器、或是类似物、或是前述的任何组合。该射束特征化工具128会产生代表该些已量测射束特征中一或更多者的量测数据并且将该量测数据(举例来说,当作一或更多个量测讯号)输出至该控制器。视情况,该量测数据(或是,举例来说,由控制器114从该量测数据处推导的数据)会从该控制器114处被传送至该远程系统126(举例来说,通过通讯模块122与网络124)。

[0106] 如图1中概略显示,该射束特征化工具128会被配置并且被排列成以本技术中已知的任何方式量测该激光能量射束的一或更多项特征(每一者于本文中通常被称为一「射束特征」)。举例来说,该射束特征化工具128被排列成用以量测下面位置处(举例来说,如箭头128a所示)的激光能量射束的一或更多项特征:工件102会被该激光能量射束加工的位置处或附近(于本文中亦称为「加工区」);射束路径116中的位置(也就是,取样位置);或是前述的任何组合。于一个实施例中,该取样位置会介于第二定位器108与扫描透镜112之间(举例来说,如箭头128b所示)、介于第一定位器106与第二定位器108之间、介于激光源104与第一定位器106之间、或是类似位置。

[0107] 在另一实施例中,相机113(举例来说,第一相机、第二相机、或是类似物、或是前述的任何组合)会被操作用以捕捉下面位置处的光点的影像:工件102处、固定装置处、固定装置外面的一区域处、或是类似位置、或是前述的任何组合。而后,于一个施行方式中,经捕捉的影像会在相机113处被处理,便由相机113所产生的影像数据代表该光点的空间能量分布。于此情况中,由相机113所输出的影像数据会被视为「量测数据」并且相机113被视为该射束特征化工具128的一实施例。

[0108] i.加工区中的量测

[0109] 于一个实施例中,并且参考图2与3,该射束特征化工具128会在具备第三定位器110的固定装置(图中未显示)之前述支撑区外面的一位置处被安置于该第三定位器110。举例来说,该第三定位器110会包含一或更多个线性载台(例如,如上面所述)并且该射束特征化工具128会被安置于该固定装置所耦接的线性载台(例如,在其侧表面处)。于另一实施例中,该射束特征化工具128会被安置于该固定装置本身处,而非安置于该线性载台。为达成量测射束特征,该第三定位器110会被操作用以将该射束特征化工具128移动至一与射束轴118相交的位置(例如,如图2中所示)。于量测射束特征之后,该第三定位器110会被操作用以移动该固定装置的支撑区(例如,其上支撑着工件102),使得射束轴118会相交于该工件

102(例如,如图3中所示)。

[0110] 参考图4,射束特征化工具128会包含符记400,叠置在光侦测器402上。举例来说,该符记400会包含基板404以及由被形成在该基板404上的多个非透射性目标物406所组成的图样。该符记400会借由框架(举例来说,框架408)被固定在该光侦测器402上方。基板404是由一种材料(举例来说,通常为玻璃)所形成,该材料对于沿着射束轴118传播之激光能量射束是透明的(或者至少实质上透明的)。相反地,该些目标物406通常是由一种材料(举例来说,通常为铬或是其合金)所形成,该材料反射或吸收沿着射束轴118传播的该激光能量射束。

[0111] 目标物406的尺寸、形状、或是其它配置可以所希望或有利的任何方式提供。举例来说,并且参考图5,该些目标物406可被排列用以形成一「目标物格栅」,其包含多个实心方形目标物(例如,如500所示)、多个实心菱形目标物(例如,如502所示)、多个空心方形目标物(例如,如504所示)、或是类似物、或是前述的任何组合。方形目标物(例如,如500与504所示)具有配向至X轴与Y轴的侧边(例如,从X轴处量起的0度与90度处)。菱形目标物(例如,如502所示)具有偏离X轴与Y轴的侧边(例如,从X轴处量起的45度与135度处)。

[0112] 该目标物格栅可以视情况包含周边目标物(举例来说,如506所示),其包围该些实心方形目标物500、实心菱形目标物502、以及空心方形目标物504。图5虽然显示12x12的目标物406数组(也就是,目标物500、502、504组成的数组);不过,应该明白的是,可以提供任何数量的目标物406,并且以任何所希望或有利的方式排列。该目标物格栅的长度及/或宽度落在10mm至30mm的范围中(举例来说,20mm,或是大约20mm)。周边目标物506的个别侧边可以有宽度w1,落在1mm至5mm的范围中(举例来说,2.5mm,或是大约2.5mm),并且目标物500、502、以及504的最大维度(举例来说,在X方向或Y方向之中)落在100μm至500μm的范围中(举例来说,250μm,或是大约250μm)。空心方形目标物504的侧边会有宽度w2,落在5μm至15μm的范围中(举例来说,10μm,或是大约10μm)。

[0113] 于一个实施例中,由扫描透镜112透射的激光能量射束会将光点照射在符记400的目标物406上,其通量(举例来说,第一通量)足以熔融或烧蚀形成目标物406的材料。于此实施例中,光侦测器402的作用面积(也就是,该光侦测器中能够侦测光的区域,如图5中被虚线方形508围住的区域所示)小于该目标物格栅的面积(也就是,从图5中所示的俯视平面图看见的面积)。光侦测器402的作用面积508的侧边的长度落在5mm至20mm的范围中(举例来说,10mm,或是大约10mm)。

[0114] 于另一实施例中,由扫描透镜112透射的激光能量射束会将光点照射在符记400的目标物406上,其通量(举例来说,第二通量)不足以熔融或烧蚀形成目标物406的材料,但是足以破坏光侦测器402。于此情况中,并且参考图4,射束特征化工具128会包含光学滤波器410(举例来说,中性密度滤波器),其被插设在符记400与光侦测器402之间,用以降低被透射入射于该光侦测器402上的透射激光能量射束的通量,以免该光侦测器402遭到破坏。

[0115] 于又一实施例中,由扫描透镜112透射的激光能量射束会将光点照射在符记400的一目标物406上,其通量(举例来说,第三通量)不足以熔融或烧蚀形成目标物406的材料,并且不足以破坏光侦测器402。于此情况中,射束特征化工具128会省略光学滤波器410。

[0116] 于一个实施例中,设备100的一或更多个构件的操作会被选择性控制(举例来说,通过控制器114、用户接口120、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合),用以确保

被照射在目标物406处的光点为第一通量或第二通量。同样地，设备100的一或更多个构件的操作会被选择性控制(举例来说，通过控制器114、用户接口120、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合)，用以确保被照射在光侦测器402处的光点为第二通量或第三通量。

[0117] ii.射束路径中的量测

[0118] 于一个实施例中，并且参考图6，设备100会包含分光器600(举例来说，举例来说，如图中所示的分光器方块、部分反射面镜、光纤分光器、或是类似物、或是前述的任何组合)，其被排列在射束路径116里面的位置处(也就是，前面提及的「取样位置」)。该分光器600能够介于第二定位器108与扫描透镜112之间、介于第一定位器106与第二定位器108之间、介于激光源104与第一定位器106之间、或是类似位置。然而，一般来说，该分光器600会将入射激光能量射束分离成加工射束与取样射束。该加工射束沿着射束路径116传播(举例来说，因而最终透射穿过扫描透镜112)，而该取样射束则沿着射束路径602传播至射束特征化工具128。

[0119] J.激光传感器系统

[0120] 于一个实施例中，设备100包含激光传感器系统，其被配置成用以量测激光能量或功率。由该激光传感器系统所产生的(举例来说，响应于量测激光能量或功率)量测数据系被输出至控制器114(以及视情况被输出至远程系统126)，该量测数据会于该处经过处理用以支持各项功能，例如，实时脉冲能量控制(举例来说，用以补偿激光功率变化)、系统校正(举例来说，用以补偿第一定位器106的AOD系统中相对于RF功率与频率的透射变化)、或是类似功能、或是前述的任何组合。可利用来自该激光传感器系统的量测数据施行的功能的范例已在下面讨论过：前述的美国专利案第7,244,906号；或是美国专利申请公开案第第2014/0196140号、第2014/0263201号、第2014/0263223号；或是类似专利案、或是前述的任何组合。

[0121] 于一个实施例中，并且参考图7，设备100包含第一定位器106，其被提供成为AOD系统(举例来说，如上面讨论)，可操作用以沿着不同轴线偏折射束路径116。举例来说，该第一定位器106可以包含第一单轴AOD系统700(例如，X轴AOD系统)以及第二单轴AOD系统702(例如，Y轴AOD系统)。第一定位器106可视情况包含其它光学构件，例如，半波板704，插设在该第一单轴AOD系统700与该第二单轴AOD系统702之间。设备100可以还包含中继透镜706(举例来说，包含第一中继透镜(或第一透镜群)708、第二中继透镜(或第二透镜群)710、以及插设于其间的孔径712)。设备100可以还包含四分之一波板714，其被排列在第二定位器108的光学「上游」处(举例来说，如上讨论提供)。设备100可以还包含多个面镜716，其被设置在射束路径116中。一般来说，该些面镜716被排列并且被配置成以任何所希望或有利的方式将射束路径116弯折至上面讨论的各种构件。

[0122] 于上面所述的配置中，该激光传感器系统(图7中718所示)被配置成用以量测在第一定位器106与第二定位器108之间的射束路径116中某一点处所取样的一部分激光能量射束的激光能量。据此，设备100可以进一步包含分光器720(举例来说，如图中所示的部分反射面镜、分光器方块、光纤分光器、或是类似物、或是前述的任何组合)，其被排列并且被配置成用以离开中继模块706(举例来说，沿着路径116)的激光能量射束中的多数光引导(举例来说，反射)至第二定位器108，同时透射少量的光(举例来说，2％，或是大约2％)以便沿

着路径722传播至激光传感器系统718。

[0123] 一般来说，激光传感器系统718包含光侦测器724，其被配置成用以量测激光能量。然而，该激光传感器系统718被排列在第一定位器106的光学下游处，并且由该光侦测器724取得的读数通常相依于该能量射束入射的位置或角度而改变。因此，该光侦测器724上的入射激光能量射束的移动会导致读数误差，其会造成错误的功率控制、系统校正、…等。于一个实施例中，和光侦测器724相关联的的空间与方向敏感性会因在激光能量射束撞击该光侦测器724之前扩展及/或扩散(举例来说，利用一或更多个扩散板、射束扩展器、…等)沿着路径722传播的激光能量射束而下降。于此情况中，已扩散/扩展射束的空间均匀性应该大于跨越该光侦测器724的入射激光能量射束的移动范围。于另一实施例中，并且参考图7，积分球726被用来降低和该光侦测器724相关联的空间与方向敏感性。如果提供该积分球726的话，便可省略在入射于该光侦测器724之前用于扩展及/或扩散沿着路径722传播的激光能量射束的前述构件(举例来说，一或更多个扩散板、射束扩展器、…等)。

[0124] 一般来说，并且如本技术中所知，积分球726是光学构件，其包含空心球体(或者至少实质上球体)凹腔，其内表面涂布着扩散反射涂剂。该积分球726包含收集埠728与侦测埠730，并且被排列成使得沿着路径722传播的光能够经由收集埠728进入积分球726的凹腔。入射于该凹腔之内表面上任何点的光会被散射，并且最后在侦测埠730处离开该积分球726，以便入射于光侦测器724。如上面讨论般建构，应该明白的是，激光传感器系统718可被视为配合射束特征化工具128所讨论的光侦测器402的一个实施例。

[0125] 相较于利用一或更多个扩散板、射束扩展器、…等来扩展及/或扩散沿着路径722传播的激光能量射束，当激光传感器系统718包含积分球726时(举例来说，如图7中所示)，和光侦测器724相关联的空间与方向敏感性会进一步降低。因此，来自光侦测器724的实时能量量测的精确性会改善，因而改善利用光侦测器724产生的量测数据所进行的功率控制、校正、…等。进一步言之，相较于直接光侦测器对准路径722，光侦测器724亦能够非常轻易对准积分球726的收集埠730。同样地，相较于其它机制(例如，扩散板、射束扩展器、…等)，积分球726能够更容易对准路径722。

[0126] K.工件搬运系统

[0127] 图1中虽然并未显示；但是，可以提供工件搬运系统。一般来说，该工件搬运系统会被配置成用以加载要被加工的工件102、于加工后卸除该工件102、或是前述的组合。于工件102为较薄、可挠性物件(亦称为「网板(web)」，其可以包含布料、纸张、金属薄片、层迭板、FPC面板、FPC、或是类似物、或是前述的任何组合)的实施例中，该工件搬运系统可被提供成为卷轴式搬运系统，其被配置成用以将该工件102(举例来说，从轴筒或滚筒处抽出)引导至设备100进行加工以及从设备100处移除已加工的工件102(举例来说，借由将该已加工工件102载入至另一轴筒或滚筒上)。参考图8，被配置成用以搬运网板的工件搬运系统(例如，工件搬运系统800)可被配置成用以将该工件102(举例来说，从由该工件102形成的解绕材料滚筒802a处抽出)引导至设备100(也就是，设备100的固定装置804)进行加工。该工件搬运系统800可被配置成用以将已加工的工件102从固定装置804处移除至由该工件102形成的重绕材料滚筒802b。

[0128] 于图中所示的实施例中，固定装置804被耦接至设备100的第三定位器110的某一载台。于此情况中，该第三定位器110被提供成为如上讨论的分光载台定位系统，并且携载

该固定装置804的载台为Y载台。据此，固定装置804可沿着Y方向移动，并且一或更多个构件(例如，第二定位器108、扫描透镜112、或是类似物、或是前述的任何组合)可沿着X方向在该固定装置804上移动(举例来说，借由线性载台，其被安置于框架、托架、…等之上)。如上面提及，固定装置804可操作用以施加作用力(举例来说，机械力、静电力、真空力、磁力、…等)至工件102，用以将该工件102固定、固持、或是固锁于其上(举例来说，在该工件102的加工期间)。据此，固定装置804可被提供成为如本技术中已知的真空夹盘、静电夹盘、磁性夹盘、…等。

[0129] 工件搬运系统800包含：解绕装配件808a，其可操作用以将该工件102引导至固定装置804上(例如，经由设备100的第一埠806a)；以及重绕装配件808b其可操作用以将已加工工件102从固定装置804处移除(例如，经由设备100的第二埠806b)。该解绕装配件808a包含用以支撑解绕滚轮802a的解绕转轴810a、解绕惰滚轮812a、第一解绕空转轮814a、解绕跳动装配件816a、第二解绕空转轮818a、以及解绕支撑系统820a。同样地，该重绕装配件808b包含用以支撑重绕滚筒802b的重绕转轴810b、重绕惰滚轮812b、第一重绕空转轮814b、重绕跳动装配件816b、第二重绕空转轮818b、以及重绕支撑系统820b。解绕跳动装配件816a与重绕跳动装配件816b(每一者于本文中通常被称为「跳动装配件816」)可以各自包含跳动滚轮822，其被安置在跳动框架824上。如本技术中所知，「空转轮」是圆柱形组件，具有开槽表面、穿孔表面、或是有孔表面，其被配置成用以在工件102与该圆柱之间产生高压气垫。

[0130] 图中虽然未显示；不过，该工件搬运系统800亦可包含一或更多个控制器(于本文中统称且一般称为「搬运控制器」)，用以控制或是达成控制该工件搬运系统800的操作。于一个实施例中，该搬运控制器被通讯耦接至(举例来说，在一或更多条有线或无线、串联或并联的通讯链路上，例如，USB、RS-232、以太网络、Firewire、Wi-Fi、RFID、NFC、蓝牙、Li-Fi、SERCOS、MARCO、EtherCAT、或是类似通讯链路、或是前述的任何组合)该工件搬运系统之前述构件中的一或更多者(举例来说，被耦接至解绕转轴810a、重绕转轴810b、任何跳动装配件816的跳动框架824、…等的任何马达或致动器)，该些构件因而可响应于由该搬运控制器所输出的一或更多个控制讯号来操作。

[0131] 一般来说，该搬运控制器包含一或更多个处理器，其可操作用以在执行指令时产生前面提及的控制讯号。处理器能够被提供成为可程序化处理器(举例来说，其包含一或更多个一般用途计算机处理器、微处理器、数字信号处理器、或是类似物、或是前述的任何组合)，其可操作用以执行该些指令。可由该(些)处理器来执行的指令可以以软件、韧体、…等来施行，或是以包含以下任何合宜形式的电路系统来施行：可程序化逻辑设备(PLD)；可场程序化闸极数组(FPGA)；可场程序化物体数组(FPOA)；特定应用集成电路(ASIC)，其包含数字电路系统、模拟电路系统、以及混合式模拟/数字电路系统；或是类似物；或是前述的任何组合。指令的执行能够在处理器上被实施、分散于多个处理器之间、平行跨越装置里面的多个处理器或是跨越由多个装置所组成的网络；或是类似物；或是前述的任何组合。

[0132] 于一个实施例中，该搬运控制器包含有形媒体，例如，计算机内存，其可让该处理器来存取(举例来说，通过一或更多条有线或无线通信链路)。如本文中的用法，「计算机内存」包含：磁性媒体(举例来说，磁带、硬盘机、…等)；光盘；挥发性或非挥发性半导体内存(举例来说，RAM、ROM、NAND型闪存、NOR型闪存、SONOS内存、…等)；…等，并且可以区域性存取、远程访问(举例来说，跨越一网络)、或是前述的组合。一般来说，该些指令可以以本文中

所提供的描述符(举例来说,以C、C++、Visual Basic、Java、Python、Tel、Perl、Scheme、Ruby、汇编语言、硬件描述语言(举例来说,VHDL、VERILOG、…等)、…等所撰写)被储存成为能够由技师轻易创造的计算机软件(举例来说,可执行的编码、档案、指令、…等;链接库档案、…等)。计算机软件经常被储存在由计算机内存所传达的一或更多个数据结构中。

[0133] 于图中所示的实施例中,在经由第一埠806a被引导至固定装置804(举例来说,使得在该固定装置804上方的一部份工件102能够被设备100加工)之前,工件102先从解绕材料滚筒802a处被解绕并且接着送往解绕空转滚轮812a上方、第一解绕空转轮814a上方、解绕跳动装配件816a的跳动滚轮822下方、以及第二解绕空转轮818a上方。工件102会从该固定装置804处被引导通过第二埠806b并且在最后被卷绕于重绕转轴810b上方(举例来说,因而形成重绕材料滚筒802b)之前先被送往第二重绕空转轮818b上方,接着被送往重绕跳动装配件816b的跳动滚轮822下方、接着第一重绕空转轮814b上方、并且送往重绕空转滚轮812b上方。一开始,工件102被手动送往各种前述滚筒和空转轮上方及下方(举例来说,从解绕转轴810a、固定装置804上方、以及重绕转轴810b之上,如上面讨论),以便被安装于工件搬运系统800之中。

[0134] 解绕转轴810a及重绕转轴810b中的每一者被耦接至一或更多个马达或其它致动器(未显示,分别被排列在第一支撑系统820a与第二支撑系统820b之中)并且被该些一或更多个马达或其它致动器驱动(也就是,旋转)。因此,于初始安装后,工件102会在固定装置804上方移位或是移动,以协调的方式旋转解绕转轴810a及重绕转轴810b(每一者于本文中一般称为「转轴810」)。举例来说,如图8中所示,工件102会借由以顺时钟方向旋转解绕转轴810a及重绕转轴810b而被移动至右边。同样地,工件102会借由以逆时钟方向旋转解绕转轴810a及重绕转轴810b而被移动至左边。

[0135] 解绕支撑系统820a可以包含被耦接至解绕转轴810a的一马达或其它致动器,以便沿着其纵轴(也就是,沿着X轴,垂直于图中所示的Y轴与Z轴)来移动该解绕转轴810a,用以沿着该解绕跳动装配件816a的跳动滚轮822的长度调整或保持工件102之所希望的轴线位置并且进入第一端口806a。同样地,重绕支撑系统820b可以包含被耦接至重绕转轴810b的马达或其它致动器,以便沿着其纵轴(也就是,沿着X轴)来移动该重绕跳动装配件816b的跳动滚轮822,用以调整或保持离开第二埠806b的工件102之所希望的轴线位置。

[0136] 解绕空转滚轮812a被安置在轴在线,该轴线由解绕支撑系统820a支撑。同样地,重绕空转滚轮812b被安置在轴在线,该轴线系由重绕支撑系统820b支撑。每一条轴线的位置皆可被调整(例如,手动),但是该位置在该材料搬运系统800的操作期间通常为固定。不同于解绕转轴810a及重绕转轴810b,解绕空转滚轮812a及重绕空转滚轮812b系所谓的「无驱动」滚筒(也就是,当工件102绕过该些空转滚轮时,该些空转滚轮系在其个别轴在线旋转,如本技术中已知)。

[0137] 第一解绕空转轮814a及第二解绕空转轮818a被安置于第一支撑系统820a。同样地,第一重绕空转轮814b及第二重绕空转轮818b被安置于第一支撑系统820b。每一个空转轮的位置皆可被调整(举例来说,手动),但是在该材料搬运系统800的操作期间通常为固定。不同于空转滚轮,每一个空转轮被安置于一个别的支撑系统,以便旋转上为固定(举例来说,使得该空转轮不旋转)。在该工件搬运系统800的操作期间,高压气体(举例来说,从压缩机或其它来源处提供,该压缩机或其它来源被排列在支撑系统里面并且和每一个空转轮

进行流体交换)会被送至每一个空转轮之中,以便在该空转轮与工件102之间产生气垫(举例来说,使得当工件102绕过该空转轮时,该工件不会接触该空转轮)。

[0138] 在第一跳动装配件816a与第二跳动装配件816b中的每一者里面,跳动滚轮822被耦接至一个别的跳动框架824,使得该跳动滚轮822可绕着其纵轴旋转(举例来说,可绕着X轴旋转,如图9中所示),如本技术中已知。如图9中所示,每一个跳动装配件816还包含一组弹压机制900,它们之中的每一者将跳动滚轮822的末端连接至跳动框架824。一般来说,在操作期间,工件102在+Z方向中(举例来说,往上的方向,如图9中所示)施加作用力于该跳动滚轮822上。因此,弹压机制900被配置成用以在-Z方向中(举例来说,往下的方向,如图9中所示)施加反向作用力于该跳动滚轮822上。据此,弹压机制900可被提供成为气动式圆柱、液压式圆柱、弹簧式单一作动圆柱、或是类似物、或是前述的任何组合。于一个实施例中,弹压机制900被配置成用以施加恒定(或者至少实质上恒定)作用力于该跳动滚轮822上。

[0139] 继续参考图9,每一个跳动装配件816还包含距离传感器902(举例来说,被安置于跳动框架824,在跳动滚轮822底下),其被配置成用以量测和被送至一相关联跳动滚轮822底下的一部分工件102的相隔距离并且产生代表所量测距离的传感器数据。该传感器数据会从该距离传感器902处被输出至(举例来说,当作一或更多个传感器讯号)控制器(举例来说,搬运控制器),该传感器数据会于该控制器被用来控制解绕转轴810a及重绕转轴810b旋转的方式(举例来说,针对方向、速度、数额、或是类似物、或是前述的任何组合)。

[0140] 每一个跳动装配件816的跳动框架824被耦接至一或更多个马达或其它致动器(未显示,分别被排列在第一支撑系统820a与第二支撑系统820b之中)并且被该些一或更多个马达或其它致动器驱动(也就是,沿着Z轴平移或转移)。因此,如下文的更详细讨论,每一个跳动装配件816的跳动框架824沿着Z轴的移动会配合固定装置804沿着Y方向的移动。

[0141] 如上面示范性说明的建构,现在将说明工件搬运系统800的操作。在被设备100加工之前,工件102先被安装于该工件搬运系统800之中(例如,如上面讨论)。接着,解绕转轴810a及重绕转轴810b可被驱动(例如,顺时钟方向旋转),以便推进要在固定装置804上方被加工的一部分工件102。被定位在固定装置804上方的该部分工件102于本文中亦称为「工件102的被载入部分」。当该工件102正在被推进时,该些跳动装配件816中的其中一者或每一者的距离传感器902所输出的传感器讯号会被用来(例如,在搬运控制器处)控制该解绕转轴810a及该重绕转轴810b如何旋转。举例来说,如果该传感器讯号表示介于该距离传感器902和被送往相关联的(例如,第一跳动装配件816a的)跳动滚轮822下方的工件102之间的距离小于预设临界距离范围的话,那么,搬运控制器便会控制马达或致动器的操作,用以降低转轴(例如,解绕转轴810a)旋转的速率。如果该传感器讯号表示介于该距离传感器902和被送往相关联的(例如,第一跳动装配件816a的)跳动滚轮822下方的工件102之间的距离大于预设临界距离范围的话,那么,搬运控制器便会控制马达或致动器的操作,用以提高转轴(例如,解绕转轴810a)旋转的速率。在降低或提高转轴旋转的速率时,介于该距离传感器902和正被送往相关联的跳动滚轮822下方的一部分工件102之间的距离会保持在该预设临界距离里面。

[0142] 在所希望的工件102部分于该固定装置上方被推进之后,该固定装置804会被操作(例如,响应于由控制器114所输出的控制讯号)用以施加作用力(举例来说,机械力、静电力、真空力、磁力、…等)至工件102的被载入部分,用以将工件102的被加载部分固定、固持、

或是固锁于该处。在设备100对工件102的被加载部分进行加工期间，固定装置804会沿着Y轴来回移动(例如，因为设备100的Y载台移动)。一旦被固锁至该固定装置804，工件102的被加载部分便同样会沿着Y轴移动。一般来说，支撑该固定装置804的Y载台沿着Y轴的移动(且因此，工件102移动)的特征为加速度明显大于转轴810的角加速度。

[0143] 为消弭或降低因支撑该固定装置804的Y载台与该些转轴810之间的加速度能力差异所导致的工件102中的抖动、褶皱、或是断裂，该些跳动装配件816会被驱动便配合该固定装置804沿着Y轴的移动而上升或下降(例如，沿着Z轴)。举例来说，如果支撑该固定装置804的Y载台沿着Y轴以速度「v」、距离「d」移动至左边的话；那么，第一跳动装配件816a便会沿着Z轴以一半的速度及距离(也就是，速度v/2、距离d/2)向下移动，而第二跳动装配件816b则会沿着Z轴以一半的速度及距离(也就是，速度v/2、距离d/2)向上移动。同样地，如果支撑该固定装置804的Y载台沿着Y轴以速度「v」、距离「d」移动至右边的话；那么，第一跳动装配件816a便会沿着Z轴以一半的速度及距离(也就是，速度v/2、距离d/2)向上移动，而第二跳动装配件816b则会沿着Z轴以一半的速度及距离(也就是，速度v/2、距离d/2)向下移动。一般来说，该些跳动装配件816被驱动的加速度密切匹配该Y载台被驱动的加速度。借由如上述般上升及下降该些跳动装配件816，即使工件102的被加载部分因该固定装置804而沿着Y轴移动，介于解绕材料滚筒802a与第一解绕空转轮814a之间的一部分工件102(以及介于重绕材料滚筒802b与第一重绕空转轮814b之间的一部分工件102)仍能够保持静止(或者至少实质上静止)。

[0144] 为达成该些跳动装配件816以及支撑该固定装置804的Y载台的协调移动，设备100可以包含编码器(图中未显示)，其在操作上被耦接至该Y载台并且被配置成用以产生代表诸如下面数据(于本文中亦称为「编码器数据」)的编码器讯号：Y载台的位置、Y载台移动的方向、Y载台移动的速度、或是类似物、或是前述的任何组合，如本技术中已知。该编码器可被通讯耦接至(例如，在一或更多条有线或无线、串联或并联的通讯链路上)搬运控制器，且因此能够传送编码器数据方向至该搬运控制器。或者，该编码器可被通讯耦接至(例如，在一或更多条有线或无线、串联或并联的通讯链路上)控制器114，该控制器114接着被通讯耦接至该搬运控制器。于此替代实施例中，该搬运控制器可从控制器114处接收编码器数据，而控制器114则从该编码器处接收编码器数据。在接收该编码器数据时，该搬运控制器会产生并且输出一或更多个控制讯号以便如上面讨论般移动该些跳动装配件816。

[0145] 在该编码器输出编码器讯号的时间以及该些跳动装配件816响应于Y载台移动而上升或下降的时间之间必定有延迟。该延迟通常为数毫秒的大小。每一个跳动装配件816的弹压机制900恒定施加作用力于跳动滚轮822上，因而作动解决该延迟，以便在该些跳动装配件816响应于Y载台移动而上升或下降之前保持工件102于所希望的张力状态。

[0146] 如上面示范性讨论的建构，工件搬运系统800被调适成用以搬运单一工件102(举例来说，将工件102引导至设备100，以及将工件102从设备100处移开)。然而，于其它实施例中，工件搬运系统能够被配置成用以搬运多个工件。举例来说，该工件搬运系统800会被修正成用以搬运两个工件。为能够搬运两个工件，该些跳动装配件816中的每一者能够以一跳动装配件取代，例如，图10中所示的跳动装配件1000。参考图10，该跳动装配件1000包含两个跳动滚轮(也就是，第一跳动滚轮822a和第二跳动滚轮822b，每一者通称为「跳动滚轮822」)，每一跳动滚轮以和上面针对图8与9的讨论相同的方式(举例来说，借由一组弹压机

制900)被安置于跳动框架824。该跳动装配件1000可以还包含一距离传感器902,其被排列并且被配置成用以量测和被送至相关联的跳动滚轮822底下的一部分工件的相隔距离(例如,利用与上面针对图9的讨论相同的方式)。

[0147] 进一步言之,为能够搬运两个工件,解绕装配件808a与重绕装配件808b中的每一者会被修正成包含两个转轴以及两个空转滚轮。举例来说,并且参考图11与12,解绕装配件808a会被修正成解绕装配件1100a。如图示,除了解绕装配件808a之前述构件之外,该解绕装配件1100a还包含用以支撑额外解绕滚轮1104a的解绕转轴1102a以及解绕惰滚轮1106a。如同上面针对图8的讨论,解绕支撑系统820a可以包含一或更多个马达或其它致动器,以便以针对解绕转轴810a所述的方式(和该解绕转轴810a无关)来移动解绕转轴1102a。图中虽然未显示;不过,重绕装配件808b亦能够以如同上面针对图11与12所讨论的方式被修正成包含额外的重绕转轴以及额外的重绕惰滚轮。

[0148] 参考图12与13,如上面针对图10至12的讨论般修正后的工件搬运系统800因而能够搬运两个工件,举例来说,第一工件102a以及第二工件102b,每一者皆通称为「工件102」。如上述之建构,于该经修正的解绕装配件1100a内,该第一工件102a与该第二工件102b被送至不同的惰滚轮上方以及同一个跳动装配件的不同跳动滚轮底下;但是,该第一工件102a与该第二工件102b每一个者被送至共同的空转轮上方。第一工件102a与第二工件102b同样被送至重绕装配件808b的各种构件上方与下方,如上述般修正。相依于第一工件102a与第二工件102b的材料滚筒的直径,该第一工件102a可以以和该第二工件102b不同的速度在相关联的转轴和惰滚轮之间移动。同样地,相依于第一跳动滚轮822a与第二跳动滚轮822b附近的第一工件102a与第二工件102b中的张力差异,在一共同的跳动装配件1000里面,该第一跳动滚轮822a可以和该第二跳动滚轮822b不同的方式上升或下降。

[0149] III.关于量测数据的实施例

[0150] 已产生的量测资料(例如,如上面讨论)会经过处理(例如,在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置、或是前述的任何组合处自动处理)用以预测、推导、辨别、或是取得该激光能量射束的一或更多个空间特征、该激光能量射束的一或更多个能量特征、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0151] 能够被量测的的空间特征的范例包含空间能量分布、空间相位分布、空间偏振分布、光点尺寸、光点形状、光点配向、光点质心、光点质量(例如,以M^2参数来表示,如本技术中已知)、或是类似特征、或是前述的任何组合。光点形状可利用任何已知或合宜的技术(例如,用于计算圆形度(circularity)、真圆度(roundness)、…等的任何已知技术)来量测、计算、预测、或是决定。举例来说,圆形度可以根据下面公式来决定:

[0152] $$C = \frac{4\pi A}{P^2}$$

[0153] 其中,C为激光能量射束所照射的光点的圆形度,A为光点的面积,以及P为光点面积的周长。

[0154] 能量特征的范例包含光点通量、脉冲能量(也就是,当激光能量射束包含一或更多个激光能量脉冲时)、平均功率、尖峰功率、或是类似特征、或是前述的任何组合。于某些实施例中,可以利用代表前述特征(例如,脉冲能量(也就是,当激光能量射束包含一或更多个激光能量脉冲时)、平均功率、尖峰功率、…等、或是类似特征、或是前述的任何组合)中一或

更多者的数据来帮助决定一能量特征，例如，光点通量。亦可以利用代表一或更多项其它特征(例如，脉冲时间持续长度或脉冲重复率(也就是，当激光能量射束包含一或更多个激光能量脉冲时)、…等)的数据来帮助决定一或更多个能量特征。如果所产生的并非量测数据的话，此数据可被输入至控制器114(例如，通过用户接口120、通讯模块122、…等)，或者可由控制器114、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合来存取。

[0155] 量测数据能够以下面方式产生：周期性、连续性(例如，在一段时间周期中)、在一事件发生之前或之后、或是前述的任何组合。能够触发量测数据生成的事件范例包含：开始一工件102的加工、结束一或更多个工件102的加工、操作该设备100一段预设时间、操作该激光源104一段预设时间、或是类似事件、或是前述的任何组合。能够触发量测数据生成的事件的另一范例包含收到用以量测一或更多个射束特征的指令(例如，通过用户接口120、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合所输入)。

[0156] 一般来说，激光能量射束的任何空间特征皆能够在产生量测数据时取得(例如，如上面讨论)。一旦取得，代表一或更多个空间或能量特征的数据(本文中通称为「光点资料」)便会被解译、操控、输入至算法或是以其它方式来处理(例如，在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置处、或是前述的任何组合处以自动方式处理)，以便支持一或更多项操作。此些操作的范例实施例在下面标题为「适应性处理」、「处理控制」、以及「通知」的段落中有更详细说明。

[0157] A.适应性处理

[0158] 从量测数据处取得之代表空间特征的光点数据能够经过处理用以判断其是否超出相关联的临界加工公差。于一个实施例中，判断从量测资料处取得的特殊空间特征是否超出相关联的临界加工公差会涉及比较该特殊空间特征的数值(也就是，「已量测数值」)以及该特殊空间特征的基准数值。如本文中用法，「公差」一词是指特殊空间特征的基准数值的可接受变异量。

[0159] 于一个实施例中，如果该已量测数值大于或小于特殊空间特征的基准数值的话，该特殊空间特征便超出相关联的临界加工公差。于另一实施例中，如果特殊空间特征的已量测数值大于(或小于)该基准数值临界数额的话，该已量测数值便超出该特殊空间特征的临界加工公差。当判断一空间特征超出临界加工公差时，设备100的一或更多个构件的操作便可能受到控制(例如，由控制器114、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合以自动方式控制)，以便调整该激光能量射束的一或更多项特征、调整加工轨线、或是类似物、或是前述的任何组合。此些响应的范例实施例在下文有更详细说明。

[0160] 该基准数值(或临界数额)能够为任意值，或者能够对应于：加工被进行时所使用之特殊空间特征的数值(或数值范围)、加工要产出可接受的总处理量时所使用的特殊空间特征的数值(或数值范围)、加工要产出可接受的质量时所使用的特殊空间特征的数值(或数值范围)、或是类似物、或是前述的任何组合。于一个实施例中，该临界数额能够通过用户接口120、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合以手动设定(举例来说，由设备100的使用者或其它操作员、负责开发用以加工工件102的制程或配方的应用工程师或技术人员、或是类似人员、或是前述的任何组合)。于另一实施例中，该临界数额能够(至少部分)以下面为基础来推导(举例来说，在控制器114处、在远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)：正在操作的激光源104的时间数额、正在操作的设备100的时间数额、扫

描透镜112(或是设备100之任何其它光学构件)被清洗或置换之后已经过的时间数额、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0161] i.空间特征的改正

[0162] 当判断空间特征的已量测数值超出该特殊空间特征的临界加工公差时,一或更多个控制讯号会被产生并且(举例来说,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为一可变焦距透镜时)、VOA、射束尺寸调整机制、射束形状调整机制、…等所组成之群中的至少其中一者,以便以将该空间特征带回到公差之中的方式来调整此些构件中一或更多者的操作。将超出公差的空间特征带回到公差之中于本文中称为「改正」该超出公差空间特征。

[0163] 举例来说,如果判断光点尺寸大于参考光点尺寸(或是大于参考光点尺寸一临界数额)的话,那么,该一或更多个控制讯号便会被产生并且(举例来说,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为一可变焦距透镜时)、射束尺寸调整机制、…等所组成的群中的至少其中一者,以便以缩减光点尺寸至等于参考光点尺寸(或是缩减光点尺寸至大于参考光点尺寸的数额小于临界数额)的方式来调整此些构件中一或更多者的操作,因而将该已量测光点尺寸带回到公差之中。

[0164] 于另一范例中,如果判断光点形状的圆形度小于参考圆形度(或是小于参考圆形度一临界数额)的话,那么,该一或更多个控制讯号便会被产生并且(例如,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为一可变焦距透镜时)、射束尺寸调整机制、射束形状调整机制、…等所组成的群中的至少其中一者,以便以提高光点形状圆形度至等于参考圆形度(或是提高光点形状圆形度至小于参考圆形度的数额小于临界数额)的方式来调整此些构件中一或更多者的操作,因而将该已量测圆形度带回到公差之中。

[0165] ii.空间特征的补偿

[0166] 当判断空间特征的数值超出该特殊空间特征的临界加工公差时,可以进行另一判断(例如,在控制器114处、在远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合),判断对应能量特征的数值是否超出该能量特征的临界加工公差。当判断该能量特征的数值超出该能量特征的临界加工公差时,一或更多个控制讯号会被产生并且(例如,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由激光源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为一可变焦距透镜时)、VOA、射束尺寸调整机制、射束形状调整机制、…等所组成的群中的至少其中一者,以便以将该能量特征的数值带回到公差之中的方式来调整此些构件中一或更多者的操作。将超出公差的能量特征带回到公差之中于本文中称为「补偿」该超出公差空间特征。于此情况中,该空间特征未必如上面讨论般「被改正」,但是,前述构件中的一或更多者的操作可视情况被控制,用以降低该空间特征超出其个别临界加工公差的程度。

[0167] 举例来说,如果判断光点尺寸大于参考光点尺寸(或是大于参考光点尺寸一临界数额)导致该光点处的通量小于参考通量数值的话,那么,一或更多个控制讯号便会被产生

并且(例如,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由激光源104、第一定位器106、第二定位器108、VOA、…等所组成的群中的至少其中一者,以便提高被传递至工件102的激光能量射束的功率或能量内容。于一个施行方式中,激光源104的操作用以作会被控制用以提高从该处输出的激光能量射束的功率或能量内容,因而将该通量带回到公差之中。激光源104的操作能够借由下面方式来控制:调整被施加至激光源104(例如,被施加至激光源104的泵激光二极管)的电流、调整驱动激光源104的RF讯号、或是类似方式、或是前述的任何组合。于另一施行方式中,第一定位器106或第二定位器108(例如,当该些定位器中任一者包含AOD系统时)或VOA中一或更多者、或是类似物、或是前述任何组合的操作会被控制用以降低此些构件衰减透射通过的激光能量射束的程度,因而将该通量带回到公差之中。视情况,一或更多个控制讯号会被产生并且(例如,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为一可变焦距透镜时)、射束尺寸调整机制、…等所组成之群中的至少其中一者,以便降低该光点尺寸大于参考光点尺寸的程度。

[0168] iii.轨线调整

[0169] 在判断空间特征(例如,光点尺寸、光点形状、…等)之数值超出该特殊空间特征的临界加工公差时,会判断(例如,在控制器114处、在远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)具有该空间特征数值的光点(如果沿着一默认轨线被扫描的话)是否会形成具有衍生自所希望尺寸及/或形状的形状及/或尺寸的特征组件。当判断会形成具有衍生自所希望尺寸及/或形状的尺寸及/或形状的特征组件时,一或更多个控制讯号会被产生并且(例如,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由第一定位器106、第二定位器108、以及第三定位器110所组成的群中的至少其中一者,以便以调整该预设轨线使得最终形成的特征组件具有所希望尺寸及/或形状的方式来控制此些构件中一或更多者的操作。

[0170] 举例来说(并且假设一所希望的轨线定义一具有所希望直径的圆形通孔),如果光点尺寸小于参考光点尺寸(或是小于参考光点尺寸临界数额)的话,那么沿着一默认轨线扫描该光点便会形成直径小于该所希望直径的圆形通孔。当判断该光点尺寸会形成一径小于所希望直径的圆形通孔时,一或更多个控制讯号会被产生并且(举例来说,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由第一定位器106、第二定位器108、以及三定位器110所组成的群中的至少其中一者,以便以调整该预设轨线使得最终形成的圆形通孔具有所希望直径的方式来控制此些构件中一或更多者的操作。

[0171] 于另一范例中(并且仍然假设一所希望的轨线定义一具有所希望直径的圆形通孔),如果一光点形状的圆形度小于参考光点圆形度(或是小于参考光点圆形度一临界数额)的话,那么沿着一默认轨线扫描该光点便会形成一椭圆形通孔。当判断该光点形状会形成具有椭圆形形状的通孔而非具有圆形形状的通孔时,一或更多个控制讯号会被产生并且(举例来说,从控制器114处、从远程系统126处、或是类似位置处、或是前述的任何组合)输出至选择自由第一定位器106、第二定位器108、以及第三定位器110所组成之群中的至少其中一者,以便以调整该预设轨线使得最终形成的通孔具有所希望的圆形度的方式来控制此

些构件中一或更多者的操作。

[0172] B.加工控制

[0173] 量测数据、光点数据、或是任何其它数据(例如,代表脉冲时间持续长度或脉冲重复率的数据,当激光能量射束包含一或更多个激光能量脉冲时)、实施视觉检查操作时所产生或取得的数据、或是类似数据、或是前述的任何组合皆可被储存。于一个实施例中,此数据可连同代表下面的辅助信息一起储存(例如,储存在数据库中):设备100的辨识符(举例来说,依照序号、型号、…等)、即将(或是已经)由设备100加工的工件102的辨识符(举例来说,依照整批号(batch number)或分批号(lot number)、序号、型号、…等)、数据被产生或取得的日期及/或时间、或是类似信息、或是前述的任何组合。此已储存数据与信息通称为「加工控制数据」。该数据库可以区域性存在(举例来说,在控制器114的计算机内存中,或者可由控制器114存取)、位于设备100远程(举例来说,在远程系统126的计算机内存中,或者可由远程系统126存取)、或是类似位置、或是前述的任何组合。加工控制数据一可以包含从一或更多个下游测试或检测系统处(举例来说,自动光学检测(Automated Optical Inspection,AOI)系统、自动X射线检测(Automated X-ray Inspection,AOI)系统、电路内测试(In-Circuit Test,ICT)系统、晶圆探测系统、…等)取得或产生的数据,该些下游测试或检测系统会被由设备100加工之后测试或检测工件102。

[0174] 储存后,该加工控制数据会被解译、操控、输入至一算法或是以其它方式来处理(例如,在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置处、或是前述的任何组合),以便支持一或更多项操作。举例来说,该加工控制数据能够被处理用以:执行一或更多个已知的统计性加工控制(Statistical Process Control,SPC)方法(例如,以便了解和由设备100实施的加工相关联的极限值、了解和工件102的任何规格或是要被形成在工件102中的任何特征组件相关联的极限值);辨识及/或消除加工变异源;监视生产过程;侦测加工变异变化;预估是否需要改正性维护或预防性维护;预估何时(依照时间及/或日期)实施预防性维护;类似操作;或是前述的任何组合。如本文中的用法,「维护」会包含一或更多项作动,例如,测试、量测、零件置换、清洗、以及类似作动。应该明白的是,此些SPC方法可借由处理该加工控制数据用以产生一或更多个加工控制表来达成。该加工控制数据亦能够针对任何其它合宜或所希望目的而被存取(例如,通过用户接口120、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合)。

[0175] 任何SPC方法皆能够以下面方式执行:周期性、连续性(例如,在一段时间周期中)、在一事件发生之前或之后、或是前述的任何组合。能够触发任何SPC方法之执行的事件范例包含:开始一工件102的加工、结束一或更多个工件102的加工、操作该设备100一段预设时间、操作该激光源104一段预设时间、或是类似事件、或是前述的任何组合。能够触发任何SPC方法的执行的事件的另一范例包含收到用以量测一或更多个射束特征的指令(举例来说,通过用户接口120、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合所输入)。

[0176] 于一个实施例中,第一SPC方法会被执行(举例来说,在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置处、或是前述的任何组合),以便借由本技术中已知的任何技术来判断该加工控制数据是否表示工件102的加工已经产出具有不良质量的一或更多个特征组件。视情况,如果该第一SPC方法表示工件102的加工产出具有不良质量的一或更多个特征组件的话,那么,第二SPC方法便会被执行(举例来说,在控制器114处、在远程系统126处、或

是在类似位置处、或是前述的任何组合)，以便借由本技术中已知的任何技术来判断任何空间或能量特征是否显现异于历史趋势的资料或移动。于一个实施例中，如果工件102的加工产出具有不良质量的一或更多个特征组件的话，该第一SPC方法会产生表示需要改正性或预防性维护的数据。或者，于另一实施例中，表示需要改正性或预防性维护的数据仅可能在该第二SPC方法判断空间或能量特征显现异于历史趋势的数据或移动才被产生。

[0177] 于一个实施例中，光点数据和其它加工控制数据会被解译、操控、输入至一算法(举例来说，机器学习算法)或是以其它方式来处理(例如，在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置处、或是前述的任何组合处以自动方式处理)，以便以任何所希望或本技术中已知其它合宜方式来：决定会在一给定加工中造成不可接受特征组件质量的一或更多个空间或能量特征的数值；辨识相关空间或能量特征中的趋势，以便判断应该何时实施预防性维护，用以避免不可接受的特征组件质量；或是类似物；或是前述的任何组合。

[0178] 第一SPC方法会被执行(例如，在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置处、或是前述的任何组合)，以便借由本技术中已知的任何技术来判断该加工控制数据是否表示工件102的加工已经产出具有不良质量的一或更多个特征组件。视情况，如果该第一SPC方法表示工件102的加工产出具有不良质量的一或更多个特征组件的话，那么，第二SPC方法便会被执行(例如，在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置处、或是前述的任何组合)，以便借由本技术中已知的任何技术来判断任何空间或能量特征是否显现异于历史趋势的资料或移动。于一个实施例中，如果工件102的加工产出具有不良质量的一或更多个特征组件的话，该第一SPC方法会产生表示需要改正性或预防性维护的数据。或者，于另一实施例中，表示需要改正性或预防性维护的数据仅可能在该第二SPC方法判断空间或能量特征显现异于历史趋势的数据或移动才被产生。

[0179] C.通知

[0180] 当判断激光能量射束的任何空间或能量特征超出临界加工公差时，通知数据会被产生(例如，在控制器114处、在远程系统126处、或是在类似位置处、或是前述的任何组合处以自动方式产生)。通知数据可以：表示该特征超出公差；表示该超出公差特征的已量测数值；表示该特征被判定超出公差的日期及/或时间；辨识具有该超出公差的特征的设备100(例如，借由序号、型号、…等)；或是类似信息；或是前述的任何组合。于一个实施例中，该通知数据会表示(例如，以执行一或更多个SPC方法的结果为基础)应该对设备100实施改正性或预防性维护。于该通知数据表示应该实施维护的实施例中，设备100的自动控制会被实施(例如，以上面在标题为「适应性处理」的段落中所讨论的任何方式)，或者，设备100的自动控制会被省略。

[0181] 产生后，通知数据会以用户友善的方式通过和用户接口120、远程系统126、或是类似物、或是前述的任何组合相关联的输出装置以本技术中已知的任何方式被表达或传达。于通知数据经由远程系统126被表达或传达的实施例中，该通知数据会通过文字、电子邮件、推送通知(push notification)、应用程序内讯息(in-app message)、或是类似物、或是前述的任何组合被传递给用户。

[0182] 于另一实施例中，控制器114及/或远程系统126会在取得激光能量射束的任何空间或能量特征时产生该通知数据，不论任何此些特征是否超出公差。于此情况中，该通知数据未必表示该特征为超出公差。

[0183] D.其它实施例、考虑、含意、…等

[0184] 光点质量和尺寸可能在不同的激光加工设备100中会不同，并且亦可能随着时间经过而改变(例如，从设备100被安装的时间至加工开始的时间至大量加工工件102的时间)。此些改变的含意为在时间T1处于第一设备100中开发的一组加工参数可能有一或更多个第一空间或能量特征C1；但是，客户则希望在第二设备100、第三设备100、…等之中使用相同的加工参数(所有设备皆包含和第一设备100相同的构件)以及在时间T2处于第一设备100中使用相同的加工参数。第一、第二、第三、以及第四设备100在时间T2处会分别有一或更多个第二空间或能量特征C2、一或更多个第三空间或能量特征C3、一或更多个第四空间或能量特征C4、以及一或更多个第五空间或能量特征C5。因此，除非一加工被开发成不受此些空间或能量特征变异的影响，否则，将会降低加工产量。上面讨论的实施例会补偿可能产生的空间或能量特征变异，以便维持所希望的总处理量以及加工产量。

[0185] 光点质量和尺寸亦可能随着时间经过、温度、光学污染、以及其它外在因素而改变。此些改变的含意为会在时间T1以及一或更多个空间或能量特征C1处利用一给定设备100在一给定材料上造成给定加工质量的一组加工参数可能会在后续的时间T2以及一或更多个空间或能量特征C2(不同于C1)处于相同的材料及相同的设备100上造成不同或不足的质量。上面讨论的实施例借由提供达成实施改正性与预防性维护的技术来解决此些变异。

[0186] V.关于扫描技术的实施例

[0187] 如本文中的用法，「扫描技术」一词能够表示加工光点相对于工件102被扫描的方式(例如，于第一扫描范围内、第二扫描范围内、第三扫描范围内、或是类似范围、或是前述的任何组合)；第一扫描范围于第二扫描范围内被扫描的方式；第一或第二扫描范围中任一者于第三扫描范围内被扫描的方式；或是类似扫描方式；或是前述的任何组合。一般来说，一扫描技术能够以诸如下面一或更多个参数为特征：加工光点要被扫描的加工轨线；方向(也就是，加工光点、第一扫描范围、第二扫描范围、或是类似物、或是前述任何组合要被扫描的方向)；扫描速率(也就是，加工光点、第一扫描范围、第二扫描范围、或是类似物、或是前述任何组合要被扫描的速度)；或是类似参数；或是前述的任何组合。

[0188] A.关于共振扫描的实施例

[0189] 如上面提及，被一共振扫描面镜系统偏折的激光能量射束的加工光点的位置系以时间为函数正弦改变。因此，如果激光源104以恒定(或者实质恒定)脉冲重复率输出一由一系列激光脉冲组成的激光能量射束的话，那么，该共振扫描面镜系统将会偏折该系列激光脉冲使得激光脉冲在不均匀分散于一轴线中的多个加工光点处被传递至工件102(例如，当实施诸如下面的加工时：削切、穿孔、熔焊、切割、标记、光阻曝光、…等)。举例来说，参见图14，图中图解利用一共振扫描面镜系统沿着一任意轴线偏折一激光脉冲射束所取得的不均匀加工光点排列1400。这使其难以均匀或其它所希望的方式将激光能量分散至工件102。

[0190] 于一实施例中，该正弦扫描会借由下方式被补偿：控制激光源104的操作用以改变该输出激光能量射束中的激光脉冲的脉冲重复频率(例如，使得脉冲重复频率变化同步于该共振扫描面镜系统的正弦振荡)。

[0191] 于另一实施例中，该正弦扫描会借由下方式被补偿：提供第一定位器106，其包含AOD系统(例如，如上面讨论的任何AOD系统)；以及提供第二定位器108作为该共振扫描面镜系统。于此实施例中，第二定位器108的共振扫描面镜系统被排列并且被配置成用以让射束

轴118沿着第一轴线移动;并且第一定位器106包含第一AOD系统,该第一AOD系统被排列并且被配置成用以让该射束轴118沿着该第一轴线移动。该第一AOD系统接着可在该第二定位器108的操作期间以补偿该共振扫描面镜系统中的振荡面镜加速度变化的方式(举例来说,使得激光脉冲在至少实质上均匀分散于一轴线中的多个加工光点处被传递至工件102)被驱动(举例来说,当施加一或更多个RF讯号至一或更多个超音波换能器组件时,每一个超音波换能器组件被音频耦接至AO胞体)。举例来说,参见图15,图中图解利用第一定位器106的第一AOD系统以及第二定位器108的共振扫描面镜系统沿着任意轴线偏折激光脉冲射束所取得的均匀(或者至少实质上均匀)加工光点排列1400。应该明白的是,该第一AOD系统可以任何其它合宜或所希望的方式被驱动,并且未必要被驱动用以补偿该共振扫描面镜系统中的振荡面镜加速度变化。视情况,第一定位器106会包含第二AOD系统,该第二AOD系统被排列并且被配置成用以让该射束轴118沿着不同于第一轴线的第二轴线移动。于此情况中,第一轴线可以为X轴,以及第二轴线可以为Y轴。

[0192] B.帮助特征组件形成

[0193] 一般来说,该第一定位器106能够被操作用以在下面的情况中沿着X方向(例如,在+X或-X方向之中)及/或沿着Y方向(例如,在+Y或-Y方向之中)来扫描该加工光点:当第二定位器108沿着X方向(例如,在+X或-X方向之中)扫描该第一扫描范围时、当第二定位器108沿着Y方向(例如,在+Y或-Y方向之中)扫描该第一扫描范围时、当第三定位器110沿着X方向(例如,在+X或-X方向之中)扫描该第一及/或第二扫描范围时、当第三定位器110沿着Y方向(例如,在+Y或-Y方向之中)扫描该第一及/或第二扫描范围时、或是前述的任何组合。但是,应该明了的是,该第一定位器106能够被操作用以在下面的情况中沿着X方向(例如,在+X或-X方向之中)及/或沿着Y方向(例如,在+Y或-Y方向之中)来扫描该加工光点:当第二定位器108没有在扫描该第一扫描范围时、当第三定位器110没有在扫描该第一或第二扫描范围时、或是前述的任何组合。另外应该明了的是,在任何时点处,该加工光点被该第一定位器106扫描的方向(沿着该方向或是在该方向中被该第一定位器106扫描)会和下面的方向相同或是不相同:该第一扫描范围于该第二扫描范围里面被该第二定位器108扫描的方向(沿着该方向或是在该方向中被该第二定位器108扫描)、该第一扫描范围于该第三扫描范围里面被该第三定位器110扫描的方向(沿着该方向或是在该方向中被该第三定位器110扫描)、或是前述的任何组合。

[0194] 于某些实施例中,工件102被提供成为PCB面板、PCB、FPC、IC、ICP、半导体装置、…等。因此,该工件102可以包含一或更多个组成结构,例如:一电气导体结构,举例来说,薄膜、金属薄片、…等,其可以由铜、铜合金、互联机或绕线结构(其包括诸如下面的一或更多种金属:铜、钛、氮化钛、钽、…等)、或是类似物、或是前述的任何组合所形成;介电结构,举例来说,累增膜、玻璃强化环氧树脂层叠板、层间介电材料、低k介电材料、防焊剂、或是类似物、或是前述的任何组合。于某些实施例中,该工件102可以包含介电结构(例如,玻璃强化环氧树脂层叠板、由聚合物(例如,聚酰亚胺、聚酯、PEN、PET、防焊剂、…等)所形成的薄膜),其第一侧被黏接至第一导体(例如,铜或是铜合金薄片,其可以有已变暗(例如,借由化学反应、借由激光暗化处理、…等)或是没有变暗的外露表面),并且视情况,在其和该第一侧反向的第二侧被黏接至第二导体(例如,由铜或是铜合金所形成的触垫、线路、金属薄片、…等)。一或更多个特征组件(举例来说,一或更多个开口、狭槽、沟槽、盲孔、贯穿通孔、狭槽通

孔、…等)可以借由因烧蚀工件102的一或更多个构件的材料来移除材料而被形成在该一或更多个构件之中或之上(举例来说,在切割制程期间、在钻凿制程期间、在雕刻制程期间、在绕线制程期间、或是在类似制程期间、或是前述的任何组合)。如本文中的用法,「特征组件区域」指工件102中要被加工用以形成特征组件的区域。

[0195] 一般来说,除非额外明确叙述,否则,「烧蚀」一词表示「直接烧蚀(direct ablation)」、「间接烧蚀(indirect ablation)」、或是前述的任何组合。直接烧蚀工件102之中的材料系发生在当烧蚀的主要成因系因为该材料吸收落在被传递激光能量射束里面的能量而分解该材料的时候。间接烧蚀(亦称为「剥离(lift-off)」)工件102之中的材料则系发生在当烧蚀的主要成因系因为吸收落在被传递激光能量射束里面的能量的相邻材料中所产生并且传输过来的热能而造成熔融并且蒸发的时候。

[0196] 于一个实施例中,该特征组件可以被形成用以完全或部分延伸贯穿该工件102的一或更多个构件(举例来说,一或更多个电气导体结构、一或更多个介电结构、或是类似物、或是前述的任何组合)。于一个实施例中,该电气导体结构或介电结构会具有落在从5μm至500μm的范围之中的厚度。然而,应该明白的是,一电气导体结构或是一介电结构亦能够有小于5μm或是大于500μm的厚度。因此,一电气导体结构或介电结构的厚度能够大于或等于1μm、3μm、5μm、10μm、15μm、18μm、20μm、25μm、30μm、35μm、40μm、50μm、70μm、80μm、100μm、110μm、120μm、250μm、300μm、350μm、400μm、450μm、550μm、600μm、…等,或是介于任何此些数值之间。同样地,该厚度亦能够小于550μm、450μm、400μm、350μm、300μm、250μm、120μm、110μm、100μm、80μm、70μm、50μm、40μm、35μm、25μm、20μm、18μm、15μm、10μm、5μm、3μm、1μm、0.5μm、0.1μm、…等,或是介于任何此些数值之间。

[0197] 一般来说,特征组件成形可以借由沿着一定义一或更多个扫描图样的加工轨线扫描加工光点来实施(举例来说,借由控制该第一定位器106,用以根据落在该第一扫描范围里面的一或更多对应扫描图样来扫描加工光点)。端视诸如下面的一或更多项因素而定,该特征组件可以借由沿着扫描图样(亦称为「特征组件成形」扫描图样)扫描加工光点一次或多次而被形成:要被形成的特征组件的所希望的深度、在特征组件成形期间要被移除的(多种)材料、在特征组件成形期间要被传递的激光脉冲射束的一或更多项参数、或是类似因素、或是前述的任何组合。当加工光点沿着一扫描图样被扫描多次时,该加工光点会沿着同一个扫描图样被重复扫描(也就是,同一个扫描图样会被重复使用)。于另一实施例中,在特征组件成形期间会使用至少两个不同的扫描图样。如果同一个扫描图样被重复使用的话,后面使用的扫描图样能够和前面使用的扫描图样的配向有相同的配向(举例来说,以该特征组件轴线为基准所量测)或是不同的配向。

[0198] i.关于高重复率激光源的考虑

[0199] 如上面提及,该第一定位器106具有落在从8kHz至250MHz的范围之中的第一定位带宽。当被提供成为一或更多个AOD系统时,该第一定位器106的定位带宽会大于、等于、或是小于50kHz、75kHz、80kHz、100kHz、250kHz、500kHz、750kHz、1MHz、5MHz、10MHz、20MHz、40MHz、50MHz、75MHz、100MHz、125MHz、150MHz、175MHz、200MHz、225MHz、250MHz、…等;或是介于任何此些数值之间。AOD系统的相对大定位速率(例如,相较于检流计面镜系统)可以让激光源104的有效运用能够以高脉冲重复率输出激光脉冲(例如,脉冲重复率大于或等于150kHz、175kHz、225kHz、250kHz、275kHz、500kHz、800kHz、900kHz、1MHz、1.5MHz、1.8MHz、

1.9MHz、2MHz、2.5MHz、3MHz、4MHz、5MHz、10MHz、20MHz、50MHz、60MHz、100MHz、150MHz、200MHz、250MHz、300MHz、350MHz、500MHz、550MHz、600MHz、900MHz、2GHz、10GHz、…等;或是介于任何此些数值之间)。因为和已知检流计面镜系统相关联的相对低定位速率的关系,此些高重复率激光源通常不适合仅使用检流计面镜系统移动射束轴118来加工工件102。设备100的最大可使用定位速率因而系由该激光源104的第一定位带宽或脉冲重复率中的较小者来决定。

[0200] 在利用高重复率激光源运作中,独特激光脉冲的脉冲能量通常低于由具有相同(或是大约相同)平均功率但是较低脉冲重复率的激光源所输出的一独特激光脉冲的脉冲能量。经判定,产生具有相对低脉冲能量但是相对高脉冲重复率的激光脉冲有利于许多激光加工应用,因为尖峰烧蚀效率(其中,「烧蚀效率」能够以每单位时间每单位功率中所移除的单位材料体积来定义,也就是,$mm^3/s/W$)的最佳通量经常系低于用以优化利用具有相对低脉冲重复率的激光源进行相同激光加工应用之总处理量与质量的通量。申请人已经判定具有相对低脉冲能量相对高脉冲重复率的激光脉冲传递可以利用标准束腰维度针对许多材料以接近最佳通量来进行加工,因而提高工件102能够被加工的效率。举例来说,申请人已经直接观察到,相较于利用相对低脉冲重复率激光源(举例来说,产生脉冲时间持续长度落在10ns至80ns范围中的相对高脉冲能量激光脉冲),以相同(或是大约相同)的平均功率,利用高脉冲重复率激光源(举例来说,产生脉冲时间持续长度落在10ns至80ns相同范围中的相对低脉冲能量激光脉冲)能够以较高的总处理量在工件(例如,PCB、FPC、…等)中钻凿盲孔。进一步言之,申请人已经直接观察到,即使200kHz处的平均功率比300kHz处的平均功率高出50%,相较于200kHz的脉冲重复率,在300kHz脉冲重复率处仍有较高的盲孔钻凿总处理量。

[0201] ii.扫描图样的范例实施例

[0202] 用于形成特征组件(例如,通孔或是其它孔洞、开口、凹部、沟渠、…等)的扫描图样的范例包含分别如图16、17、18、以及19中所示的扫描图样1600、1700、1800、以及1900,或是类似的扫描图样,或是前述的任何组合。一般来说,该扫描图样可以类似或描绘一格栅图样(例如,如图16中所示)、星形多边形或是具有星形形状的多边形(例如,如图17中所示)、螺旋或是一组弧形或圆形(同心排列或是其它排列方式,举例来说,如图18中所示)、圆形(例如,如图19中所示)、一组圆形、或是一或更多个其它形状(举例来说,椭圆形、三角形、方形、矩形、或是其它规则或不规则形状、…等)、或是类似图样,或是前述的任何组合。于一个实施例中,可以使用一或更多个扫描图样(例如,一或更多个扫描图样1600、1700、1800、或是1900、或是前述的任何组合)在形成一特征组件(例如,一圆形开口、一通孔、…等)期间来移除(例如,借由直接烧蚀、间接烧蚀、或是前述的任何组合)一或更多个电气导体结构、一或更多个介电结构、或是类似结构、或是前述的任何组合之中的材料。

[0203] 在图16至19中,虚线1602代表要由工件102的电气导体结构或介电结构形成在工作表面102a处的特征组件(例如,于本范例中为圆形开口或通孔)的所希望的边界。为达本范例的讨论的目的,一旦被形成在该工件102之中,该特征组件便能够被特征化成包含「顶端部分」,其被形成在该工作表面102a并且沿着一轴线延伸至该工件102之中(例如,终止于该工件102里面,或是完全延伸穿过该工件102)。依此方式终止于该工件102里面或是出现在该工件102另一侧的特征组件的部分在本文中可被称为该特征组件的「底部部分」。

[0204] 图16至图19中图解的要被形成的特征组件的边界1602(于本文中亦称为「特征组件边界」)虽然为圆形;不过,应该明白的是,该边界亦可以具有任何合宜或是所希望的形状(举例来说,椭圆形、方形、矩形、三角形、六角形、不规则形、或是类似形状、或是前述的任何组合)。于本文中所讨论的实施例中,位在该特征组件的顶端部分与底部部分处的边界1602的形状为相同或是雷同(举例来说,圆形)。于其它实施例中(举例来说,借由直接烧蚀来移除材料,并且在该材料的加工期间扫描多个扫描图样),位在该特征组件的顶端部分处的边界1602可以不同于位在该特征组件的底部部分处的边界1602的形状。举例来说,该特征组件的顶端部分可以具有一圆形的边界1602,而该特征组件的底部部分可以具有一椭圆形、矩形、…等的边界1602。

[0205] 菱形1604表示扫描图样里面的加工光点的位置的中心(每一者通称为「光点位置」,或是统称为「光点位置」)。图中所示的扫描图样1600、1700、1800、以及1900虽然具有如图中所示的多个光点位置1604所组成的特殊排列;不过,应该明白的是,任何扫描图样可以包含具有任何合宜或是所希望排列的较多或较少的光点位置。由在扫描图样里面或是沿着共同扫描线所设置的光点位置1604所组成的排列(也就是,其能够被特征化成光点位置的数量、光点位置的定位、相邻光点位置之间的间距、或是类似特性、或是前述的任何组合)会相依于诸如下面的因素而改变:在该光点位置处或附近的材料的热传导系数、热扩散系数、比热容量、光吸收系数、…等;在该特征组件的形成期间位在该光点位置处或附近的材料的黏性;在该光点位置处或附近的材料的光吸收系数(以被传递的激光能量射束为基础);在该光点位置附近存在或不存在任何电气导体结构或介电结构;在该光点位置附近的任何电气导体结构或介电结构的几何配置;光点尺寸;空间强度轮廓的类型与形状;脉冲时间持续长度;通量;脉冲重复率;扫描速率;要被形成的特征组件的尺寸与形状;或是类似因素;或是前述的任何组合。一般来说,沿着特殊扫描图样的其中一条扫描线所共同设置的光点位置所组成的排列能够相同或是不相同于沿着该特殊扫描图样的另一条扫描线所共同设置的光点位置所组成的排列。

[0206] 在该些光点位置1604中,光点位置1604a代表要被激光脉冲照射的扫描图样中的第一光点位置;以及光点位置1604b代表要被激光脉冲照射的扫描图样中的最后光点位置。据此,连接该些光点位置1604的实线表示该些光点位置1604被寻址的顺序(举例来说,被一或更多道被传递激光脉冲寻址)。然而,应该明了的是,在扫描图样里面的光点位置1604可以任何其它所希望的顺序来寻址(从而改变该实线的配置),并且甚至可以随机寻址。在加工期间的任何时间处,扫描图样之中的一点位置1604能够被特征化成先前已寻址的光点位置(也就是,已被传递过激光脉冲的光点位置)、目前被寻址的光点位置(也就是,正在被传递激光脉冲的光点位置)、以及即将被寻址的光点位置(也就是,即将被传递激光脉冲的光点位置)。

[0207] 于一个实施例中,光点位置1604的排列以及光点位置1604被寻址的顺序会视情况经过选择,以便减少或避免在特征组件成形期间于该工件102里面发生非所希望的热累积(例如,其会导致非所希望的碎裂、熔融、蒸发、烧蚀、结晶、退火、碳化、氧化、…等)。于另一实施例中(并且如下面的更详细说明),光点位置1604的排列以及光点位置1604被寻址的顺序会视情况经过选择,以便影响(举例来说,减少)最终形成的特征组件渐细部。于另一实施例中,光点位置1604的排列以及光点位置1604被寻址的顺序会视情况经过选择,以便以帮

助在工件102上或里面有效形成一或更多个特征组件的方式来促进加热该工件102。

[0208] 端视诸如下面的一或更多项因素而定，至少两道时间上依序的激光脉冲(举例来说，2道激光脉冲、3道激光脉冲、5道激光脉冲、8道激光脉冲、10道激光脉冲、20道激光脉冲、…等)可以被传递至相同的光点位置1604或是被传递至不同的光点位置1604：脉冲重复率、第一定位带宽、要被扫描的扫描图样、…等。于此情况中，该脉冲重复率通常能够被特征化成大于该第一定位带宽。然而，于另一实施例中，该脉冲重复率亦能够小于或等于该第一定位带宽。

[0209] 时间上依序的激光脉冲被传递至相同光点位置1604(或是被传递至一共同光点位置1604的区域性邻近位置里面)的时间周期在本文中被称为和该光点位置1604相关联的「驻留时间」。为达讨论的目的，倘若一激光脉冲被传递至一光点位置1604的1μm里面的话，该激光脉冲便被视为被传递至该光点位置1604的区域性邻近位置。于一个实施例中，倘若一激光脉冲被传递至一光点位置1604的下面距离里面的话，该激光脉冲便被视为被传递至该光点位置1604的区域性邻近位置：10.0μm、8.0μm、7.0μm、6.0μm、5.0μm、4.0μm、3.5μm、3.0μm、2.5μm、2.0μm、1.5μm、1.0μm、0.9μm、0.8μm、0.75μm、0.7μm、0.65μm、0.6μm、0.5μm、0.4μm、0.3μm、0.25μm、0.2μm、0.15μm、0.1μm、0.08μm、0.05μm、0.01μm、或是小于0.01μm。

[0210] 于图中所示的实施例中，一扫描图样能够被特征化成包含一或更多系列的依序寻址光点位置1604。每一个此些系列的光点位置1604通常会被特征化成沿着一共同扫描线被设置。一般来说，相较于被设置在不同扫描线中的依序寻址光点位置，被设置在一共同扫描线中的依序寻址光点位置彼此会比较接近。一扫描线可以为笔直(举例来说，如图16或17中所示)、弯曲(举例来说，如图18或19中所示)、或是类似形状、或是前述的任何组合。举例来说，图16中所示的扫描图样1600包含复数条笔直的平行扫描线，而图17中所示的扫描图样1700则包含彼此倾斜的复数条笔直的扫描线。扫描图样1700中的扫描线沿着径向(或是大体上径向)延伸自特征组件边界1602的中心(或是延伸来自涵盖特征组件边界1602的该中心的中央区域)的多条轴线朝该特征组件边界1602延伸。图18中所示的扫描图样1800包含复数条同心排列的弧形扫描线(该些扫描线中的径向最外侧扫描线会沿着所希望的特征组件边界1602延伸)。在图18中所示的光点位置1604绕着圆形特征组件边界1602的中心周状均匀分散。于另一实施例中，该些光点位置1604可以分散在类似费波纳契序列(Fibonacci Sequence)的排列中，其对齐该圆形特征组件边界1602的中心。在类似费波纳契序列的光点位置1604照射工件102能够帮助提高分散至该扫描图样的外加激光能量的均匀性。然而，应该明白的是，任何其它合宜或所希望的光点位置1604排列皆能被提供。举例来说，图18中所示的光点位置1604同心环中的不同同心环能够彼此周状偏移，以便在该扫描图样被扫描时提高或调整被施加至该工件的激光能量分布。图19所示的扫描图样1900包含单一弧形扫描线(举例来说，沿着所希望的特征组件边界1602延伸)。

[0211] 至少一个激光脉冲会被传递至每一个光点位置1604。于一个实施例中，多道激光脉冲会被传递至一或更多个光点位置1604(或是被传递至共同光点位置1604的区域性邻近位置里面)。一般来说，相同数量的激光脉冲会被传递至扫描图样中的至少两个光点位置1604；或者，不同数量的激光脉冲会被传递至扫描图样中的至少两个光点位置1604。

[0212] 一般来说，相邻光点位置1604之间的间距会被视为大于涵盖在光点位置1604的区域性邻近位置里面的距离。于一个实施例中，扫描图样里面的相邻光点位置之间的间距会

落在从0.1μm至50μm的范围之中。同样地，沿着共同扫描线被设置的相邻光点位置1604之间的间距可以落在从0.1μm至50μm的范围之中。因此，相邻光点位置1604之间的间距(通常在该扫描图样里面，或者，沿着一共同扫描线被设置)可以大于或等于0.1μm、0.2μm、0.3μm、0.4μm、0.5μm、1μm、1.5μm、2μm、3μm、3.5μm、4.5μm、5μm、10μm、15μm、20μm、30μm、40μm、55μm、60μm、80μm、…等，或是介于任何此些数值之间；或者，可以小于50μm、40μm、30μm、20μm、15μm、10μm、5μm、4.5μm、3.5μm、3μm、2μm、1.5μm、1μm、0.5μm、0.4μm、0.3μm、0.2μm、0.1μm、0.08μm、0.05μm、0.01μm、…等，或是介于任何此些数值之间。为达本文中讨论的目的，光点位置之间的间距为两个相邻光点位置的中心之间的距离。两个光点位置之间如果不存在任何中间光点位置的话，它们便被视为彼此相邻。

[0213] 在相邻光点位置1604所组成的光点位置对中(通常在该扫描图样里面，或者，沿着共同扫描线被设置)，它们之间的间距能够为恒定、可变、或是前述的任何组合。于一个实施例中，沿着共同扫描线被设置的相邻光点位置之间的间距会在从其中一道激光脉冲被传递的光点位置处延伸至激光脉冲接续被传递的另一光点位置的方向中递增或递减。因此，沿着共同扫描线被设置的相邻光点位置之间的间距在沿着该扫描线移动时能够为恒定、递增、递减、或是前述的任何组合。一般来说，被传递的激光脉冲的光点尺寸以及相邻光点位置1604所组成的光点位置对之间的间距会经过选择或是被设定成使得由被传递至该对相邻光点位置1604的激光脉冲照射的光点区域会彼此重叠或是彼此不重叠。

[0214] 于一个实施例中，扫描图样里面的扫描线的排列(也就是，其能够被特征化成扫描线的数量、扫描线相对于另一扫描线的配向、扫描线相对于边界1602的配向、扫描线的长度、相邻扫描线之间的间距、…等)并不受限于图16至图19中所示的排列，并且能够相依于诸如上面参考光点位置1604的排列所述的一或更多项因素而改变。因此，扫描图样能够有奇数条扫描线或是偶数条扫描线。于一个实施例中，扫描图样中的扫描线的数量能够落在从1条至64条的范围之中。举例来说，一扫描图样中的扫描线的数量大于或等于2条、4条、8条、16条、32条、50条、60条、…等，或者，小于64条、32条、16条、8条、4条、2条。还应该明了的是，扫描图样亦能够具有64条以上的扫描线。于一扫描图样内，该些扫描线中的至少一部分能够对称(或者至少实质上对称)排列或者不对称排列。对称排列的范例包含旋转对称排列(也就是，n折旋转对称，其中，n为大于1的任何整数，例如，2、3、4、5、6、7、8、9、10、12、15、20、50、…等)以及反射式对称排列。

[0215] VI.关于射束特征调变的实施例

[0216] 如上面提及，在工件102的加工期间被传递至该工件102的激光能量射束(不论为连续式或脉冲式)皆能够被特征化为一或更多项特征，例如：波长、平均功率、空间强度轮廓类型、M^2系数、空间强度轮廓形状、光点尺寸、光学强度、通量、…等。当该激光能量射束包含一或更多道激光脉冲时，该射束同样能够被特征化为一或更多项特征，例如：脉冲重复率、脉冲时间持续长度、脉冲能量、尖峰功率、…等。该激光能量射束(不论为连续式或脉冲式)的所有此些特征在本文中通称并且统称为该激光能量射束的「特征」，或者简称为「射束特征」。此些以及其它射束特征亦可以本技术中已知或是本文中(于本段落或是其它地方)所揭示的任何其它合宜或所希望的方式来改变。应该注意的是，以提供最佳或可接受工件加工的方式被传递的激光能量射束的配置(举例来说，辨识及选择特殊的射束特征组合)需要全面性了解形成该工件102的(多种)材料的基本激光-材料相互作用以及要被实施的激光

加工。利用此知识以及正确的激光源便能够开发出用以优化加工总处理量及/或质量的激光加工技术。

[0217] 举例来说，可以借由控制透镜致动器、扫描透镜112(当被提供成为可变焦距透镜时)、射束尺寸调整机制、或是类似物、或是前述任何组合的操作来调整光点尺寸。

[0218] 于另一范例中，M^2系数以及空间强度轮廓形状可以借由依照上面所述方式来操作一或更多个AOD系统(举例来说，不论被提供成为第一定位器106或是其它构件)而被调整。进一步言之，上面配合操作AOD系统来改变M^2系数所讨论的技术能够经过修正用以依照上面讨论的方式来调整一激光脉冲射束的空间强度轮廓类型。举例来说，要被施加至AOD系统(举例来说，不论被提供成为第一定位器106或是其它构件)的一或更多个换能器的RF讯号的频谱能够被塑形成具有非高斯频谱轮廓(举例来说，矩形或是「高帽形」频谱轮廓)。当此RF讯号被施加至AOD系统(举例来说，不论被提供成为第一定位器106或是其它构件)的一或更多个换能器时，离开该AOD系统的激光脉冲便能够经过改变而导致产生一具有对应非高斯空间强度轮廓类型(举例来说，矩形或是「高帽形」空间强度轮廓)的激光脉冲。于一个实施例中，该经频谱塑形的RF讯号不会被啁啾。于另一实施例中，该经频谱塑形的RF讯号可以被啁啾。因此，端视AOD系统被驱动(也就是，响应于一或更多个外加RF讯号)的方式而定，离开该AOD系统的激光脉冲和入射激光脉冲会有不同的一或更多项特征，例如，M^2系数、空间强度轮廓类型、空间强度轮廓形状、以及光点尺寸。

[0219] 于另一范例中，借由改变激光源104的操作能够调整脉冲时间持续长度、脉冲重复率、或是前述的任何组合。于此范例中，该激光源104能够被提供成为能够产生并且输出具有可变脉冲时间持续长度及/或可变脉冲重复率的激光脉冲的任何合宜脉冲式激光源(举例来说，本技术中已知的前述PYROFLEX及QUASAR激光便拥有此些能力)。如果激光源104包含QCW或CW激光源的话，该激光源104可以进一步包含脉冲闸控单元(举例来说，声光(AO)调变器(AOM)、射束斩波器、…等)，用以在时间上调变从该QCW或CW激光源处所输出的激光辐射射束。于第一定位器106包含AOD系统的实施例中，该AOD系统可以任何合宜或已知方式被操作，用以充当脉冲闸控单元。

[0220] 于另一范例中，脉冲能量能够借由下面方式被调整：改变激光源104的操作、控制VOA的操作、或是类似方式、或是前述的任何组合。于第一定位器106包含AOD系统的实施例中，该AOD系统可以任何合宜或已知方式被操作，用以改变透射通过该AO胞体的激光能量射束的衰减程度。

[0221] 被传递至共同光点位置(或是被传递至共同光点位置的邻近位置里面)的激光脉冲的射束特征可以相同或不相同。举例来说，被传递至特殊光点位置或是其邻近位置里面的第一激光脉冲(或是依序被传递至特殊光点位置或是其邻近位置里面的第一组激光脉冲)的一或更多项特征(例如，光点尺寸、脉冲能量、脉冲时间持续长度、脉冲重复率、…等)可以相同或不同于被传递至该特殊光点位置或是其邻近位置里面的第二激光脉冲(或是依序被传递至该特殊光点位置或是其邻近位置里面的第二组激光脉冲)的对应特征。同样地，被传递至共同扫描图样的不同光点位置的依序传递的激光脉冲的射束特征可以相同或不相同。因此，被传递至工件102的激光能量射束的一或更多个(或是全部)射束特征在工件102的加工期间可以保持恒定(或者至少实质上恒定)、可以被调变(举例来说，如此以实质上不恒定)、或是前述的任何组合。下面说明在特征组件加工期间一或更多个射束特征会被

调变的范例实施例。

[0222] i.多层式工件中的特征组件成形

[0223] 具有多层式构造的工件能够被加工用以形成延伸穿过该工件的多层的一或更多个特征组件。于其中一实施例中，多层式工件102可以经过加工，用以形成一至少部分延伸穿过该多层式工件102中两个不同层的特征组件(例如，开口、狭槽、通孔、或是其它孔洞、沟槽、沟渠、切割线、刻口、下凹区、…等)。该多层式工件102中的该些不同层可以由不同材料所形成、具有不同的光学吸收特征(举例来说，以被传递的激光能量射束为基准)、或是类似特性、或是前述的任何组合。据此，特征组件可以借由利用被特征化为第一组射束特征的被传递的激光能量射束来烧蚀该工件102的第一层而被形成在该多层式工件102之中，举例来说，以便露出该工件102的第二层。而后，该工件102的该第二层可以利用被特征化为第二组射束特征的被传递的激光能量射束而被烧蚀，该第二组射束特征不同于该第一组射束特征(举例来说，波长、平均功率、空间强度轮廓类型、M^2系数、空间强度轮廓形状、光点尺寸、光学强度、通量、脉冲重复率、脉冲时间持续长度、尖峰功率、或是类似特征、或是前述的任何组合)。该第二组射束特征中的任何特征可以和该第一组射束特征中的一对应特征相同，只要至少其中一项特征大于、小于、或是不同于该第一组射束特征中的一对应特征即可。

[0224] 举例来说，多层式工件102可以被提供成为PCB面板、PCB、FPC面板、FPC、…等，其包含介电结构(举例来说，玻璃强化环氧树脂层叠板、由聚合物(例如，聚酰亚胺、聚酯、PEN、PET、防焊剂、…等所形成的薄膜)，在其第一侧被黏接至第一导体(例如，铜或是铜合金薄片，其可以有已变暗(例如，借由化学反应、借由激光暗化处理、…等)或是没有变暗的外露表面)，并且视情况，在其和该第一侧反向的第二侧被黏接至第二导体(举例来说，由铜或是铜合金所形成的触垫、线路、金属薄片、…等)。该多层式工件102可以经过加工用以形成完全延伸穿过该第一导体并且至少部分穿过该介电结构的通孔。该通孔可以终止于该第二导体(于此情况中，该通孔为盲孔)，或是可以完全延伸穿过该第二导体(于此情况中，该通孔可以为贯穿通孔)。

[0225] 于上面给定的范例中，被特征化为第一组射束特征的激光能量射束可以在第一加工步骤中被传递至该第一导体(举例来说，并且视情况，根据上面示范性说明的扫描技术被扫描)，用以直接或间接烧蚀该第一导体，以便形成露出该介电结构的开口。而后，在第二加工步骤中，被特征化为第二组射束特征的激光能量射束可以经由该开口被传递至该介电结构(举例来说，并且视情况，根据上面示范性说明的扫描技术被扫描)，用以直接烧蚀该介电结构，以便形成延伸至该介电结构之中的孔洞。

[0226] 于一个实施例中，该些第一组射束特征与第二组射束特征可以有相同的波长(举例来说，该被传递的激光能量射束可以具有落在电磁频谱的UV、可见光、或是IR范围之中的波长)；但是，可以有不同的通量、光学强度、或是类似特征、或是前述的任何组合。举例来说，在第一加工步骤期间的通量可以大于第二加工步骤期间的通量。在该些第一加工步骤与第二加工步骤之间，该通量可以借由下面方式来调整：减低该被传递的激光脉冲射束的脉冲能量、增加该被传递的激光脉冲射束的光点尺寸、或是类似的方式、或是前述的任何组合。举例来说，在第二加工步骤期间被传递的激光脉冲射束的光点尺寸(也就是，「第二光点尺寸」)会相对于在第一加工步骤期间被传递的激光脉冲射束的光点尺寸(也就是，「第一光点尺寸」)被增加，以便降低该加工光点处的通量(举例来说，降低至形成该些第一导体与第

二导体的材料能够被直接烧蚀的临界通量之下)，而没有降低平均功率。因此，用以于该介电结构之中形成该孔洞所需要的脉冲数量能够保持相对低的数量并且能够避免破坏邻近的导体结构。于某些实施例中，该第一光点尺寸可以落在从2μm(或是大约2μm)至35μm(或是大约35μm)的范围之中；而大于该第一光点尺寸的第二光点尺寸可以落在从40μm(或是大约40μm)至150μm(或是大约150μm)的范围之中。举例来说，该第一光点尺寸可以等于(或是大约等于)2μm、3μm、5μm、7μm、10μm、15μm、20μm、25μm、30μm、35μm、…等，或是介于任何此些数值之间；以及该第二光点尺寸可以等于(或是大约等于)40μm、50μm、60μm、80μm、100μm、125μm、140μm、155μm、…等。

[0227] 于另一实施例中，该些第一组射束特征与第二组射束特征可以有相同的波长(举例来说，该被传递的激光能量射束可以具有落在电磁频谱的UV、可见光、或是IR范围之中的波长)；但是，可以有不同的脉冲时间持续长度、脉冲重复率、或是类似特征、或是前述的任何组合。举例来说，在第一加工步骤期间的脉冲时间持续长度可以大于在第二加工步骤期间的脉冲时间持续长度。在第一加工步骤期间的脉冲时间持续长度(也就是，第一脉冲时间持续长度)可以大于30ns(举例来说，落在从30ns(或是大约30ns)至200ns(或是大约200ns)的范围之中)，以及在第二加工步骤期间的脉冲时间持续长度(也就是，第二脉冲时间持续长度)可以小于40ns(举例来说，落在从800ps(或是大约800ps)至40ns(或是大约40ns)的范围之中)，前提系第一脉冲时间持续长度大于第二脉冲时间持续长度。在第一加工步骤期间的对应脉冲重复率(也就是，第一脉冲重复率)可以小于或等于500kHz(举例来说，落在从150kHz(或是大约150kHz)至500kHz(或是大约500kHz)的范围之中)，以及在第二加工步骤期间的对应脉冲重复率(也就是，第二脉冲重复率)可以大于300kHz(举例来说，落在从500kHz(或是大约500kHz)至2MHz(或是大约2MHz)的范围之中)，前提是第一脉冲重复率小于第二脉冲重复率。应该明白的是，最大可用脉冲能量相依于脉冲时间持续长度和脉冲重复率的特定组合，但是于某些组合中会高达数百个μJ。

[0228] 于另一实施例中，该些第一组射束特征与第二组射束特征可以有相同的波长(举例来说，该被传递的激光能量射束可以具有落在电磁频谱的UV、可见光、或是IR范围之中的波长)、脉冲时间持续长度、脉冲重复率、或是类似特征、或是前述的任何组合；但是，可以有不同的脉冲能量。举例来说，在第一加工步骤期间的脉冲能量可以大于在第二加工步骤期间的脉冲能量。在第一加工步骤期间的脉冲能量(也就是，第一脉冲能量)可以很高足以达成有效且均匀移除该第一导体；以及在第二加工步骤期间的脉冲能量(也就是，第二脉冲能量)可以低于第一脉冲能量，但是仍然很高足以烧蚀该介电结构。于要被形成的特征组件为盲孔的其中一实施例中，该第二脉冲能量可能很低以免非所希地破坏该第二导体。

[0229] ii.特征组件成形的其它考虑

[0230] 不论工件102是否为多层式，皆可能希望调变脉冲能量(举例来说，以如上面讨论的任何方式)，使得在开始扫描一扫描图样(举例来说，上面讨论的任何扫描图样)时被传递至工件102的激光脉冲的脉冲能量高于在结束扫描该扫描图样时被传递至工件102的激光脉冲的脉冲能量。

[0231] 于另一实施例中，被传递的激光脉冲的光点尺寸会相依于扫描图样中的光点位置的定位而被调变(举例来说，以如上面讨论的任何方式)。举例来说，针对上面讨论的光点图样，被传递的激光脉冲的光点尺寸会被调变，使得在相邻于特征组件边界1604的光点位置

处的光点尺寸小于被传递至不相邻于特征组件边界1604的光点位置处的光点尺寸。相邻于特征组件边界1604的较小光点尺寸有助于产生侧壁具有相对小渐细部的特征组件，而远离特征组件边界1604的较大光点尺寸则有助于从工件102处快速移除材料。

[0232] 于另一实施例中，并且不论工件102是否为多层式，皆可能希望调变脉冲能量(举例来说，以如上面讨论的任何方式)，使得在开始扫描一扫描图样(举例来说，上面讨论的任何扫描图样)时被传递至工件102的激光脉冲的脉冲能量高于在结束扫描该扫描图样时被传递至工件102的激光脉冲的脉冲能量。

[0233] 于另一实施例中，并且不论工件102是否为多层式，皆可能希望以下面为函数来调整被第一定位器106的AOD系统绕射的每一道激光脉冲被啁啾(举例来说，以逐个脉冲为基础、…等)的程度：以被照射的光点位置的定位为函数、以激光脉冲被传递至工件102里面的深度为函数、以正在被加工的工件102里面的材料的温度为函数、以正在被加工的工件102里面的材料附近的材料的温度为函数、或是类似方式、或是前述的任何组合。于其中一实施例中，该啁啾可以被调整，使得前述的第二导体是在该些第一加工步骤与第二加工步骤被实施之后才被研磨。

[0234] IV.结论

[0235] 前面是解释本发明的实施例和范例，而不应被视为限制本发明。本文虽然已经参考图式说明数个特定实施例和范例；不过，熟习本技术的人士便很容易明白，可以对该些已揭实施例和范例以及其它实施例进行许多修正，其并不会实质上脱离本发明的新颖教示内容以及优点。据此，所有此些修正皆希望涵盖于申请专利范围之中所定义的本发明的范畴里面。举例来说，熟习的人士便会明白，任何语句、段落、范例、或是实施例的主要内容皆能够结合某些或是所有其它语句、段落、范例、或是实施例的主要内容，除非此些结合彼此互斥。所以，本发明的范畴应该由下面的申请专利范围来决定，其涵盖该些申请专利范围的等效范围。

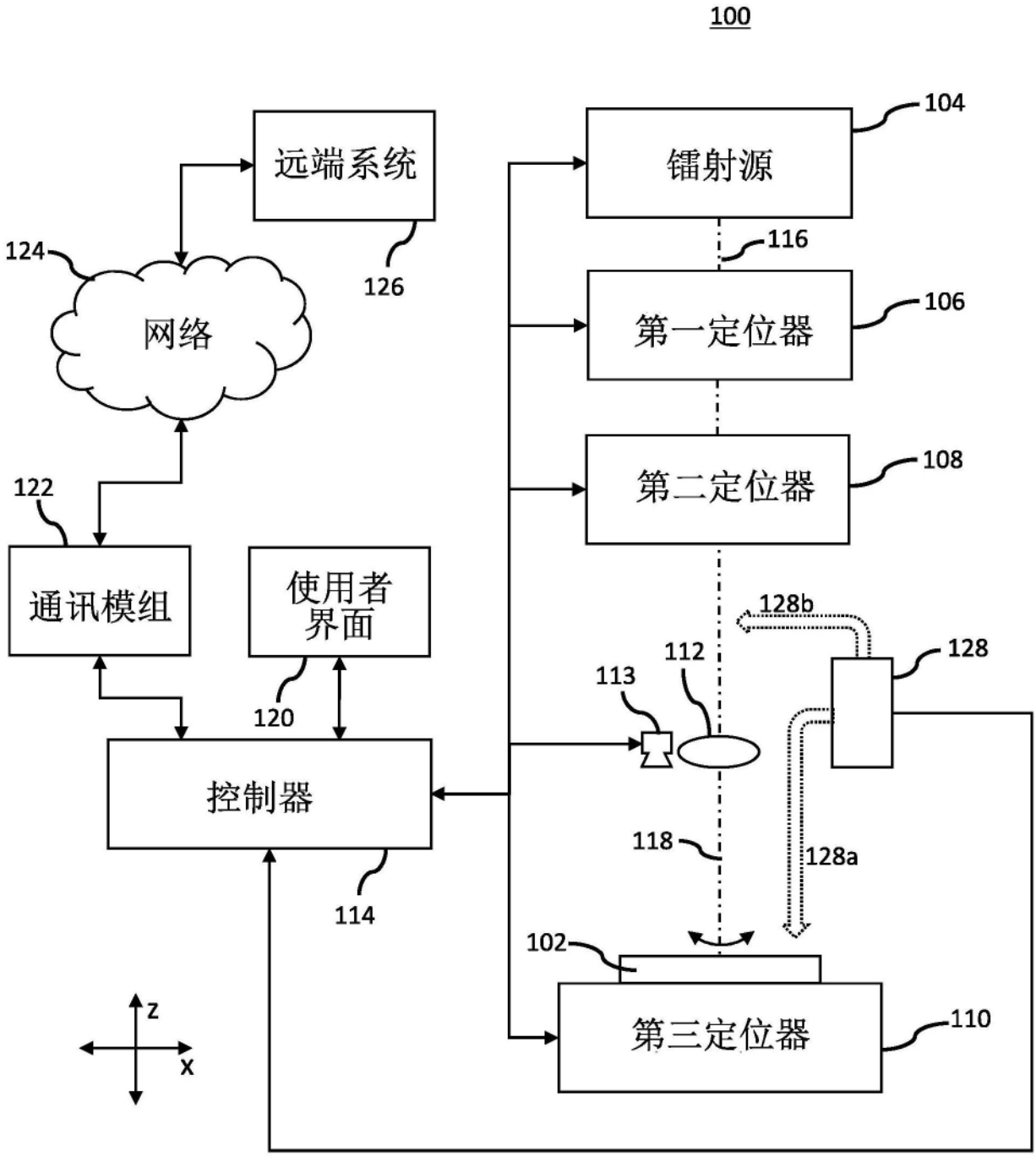

100
远端系统
126
124
网络
122
通讯模组
使用者界面
120
控制器
114
104
镭射源
116
第一定位器
106
第二定位器
108
128b
128
112
113
118
128a
102
第三定位器
110
z
x

图1

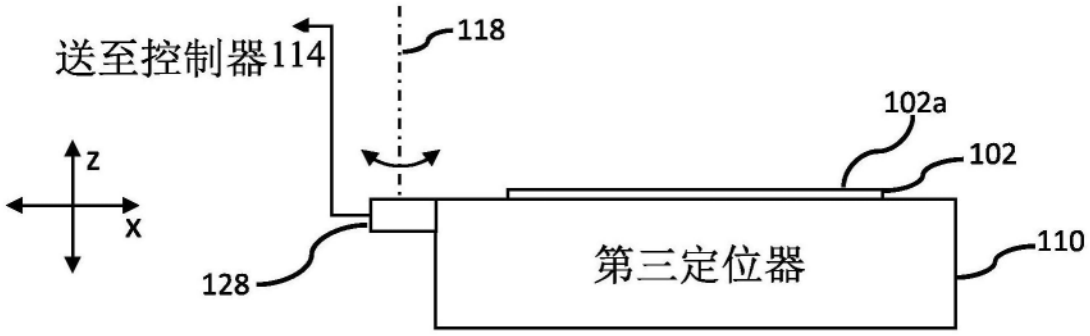

送至控制器114
118
102a
102
z
x
128
第三定位器
110

图2

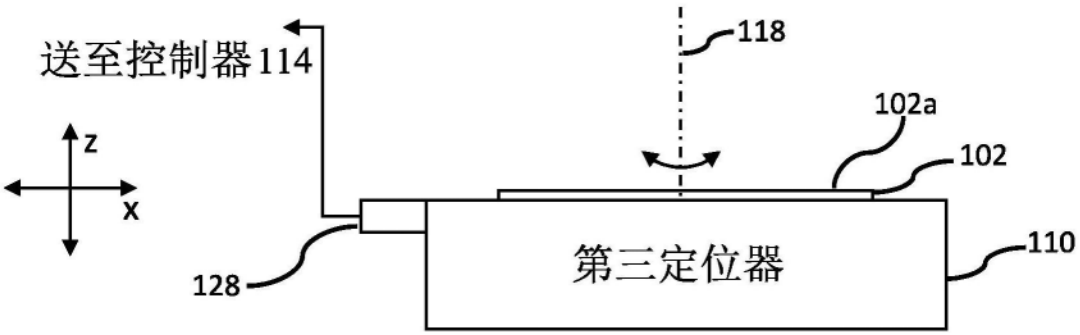

送至控制器114
118
102a
102
z
x
128
第三定位器
110

图3

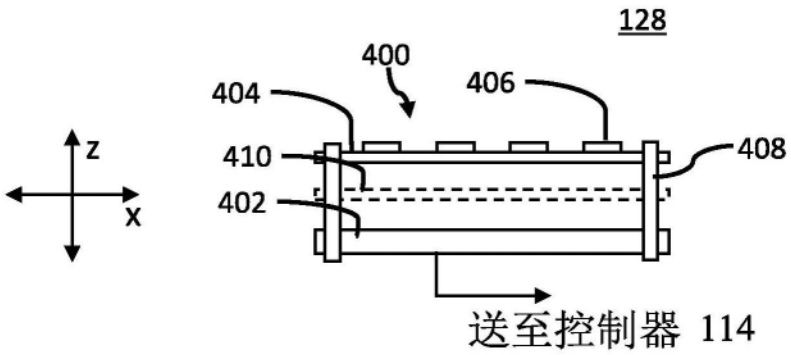

128
400
404
406
410
408
402
z
x
送至控制器 114

图4

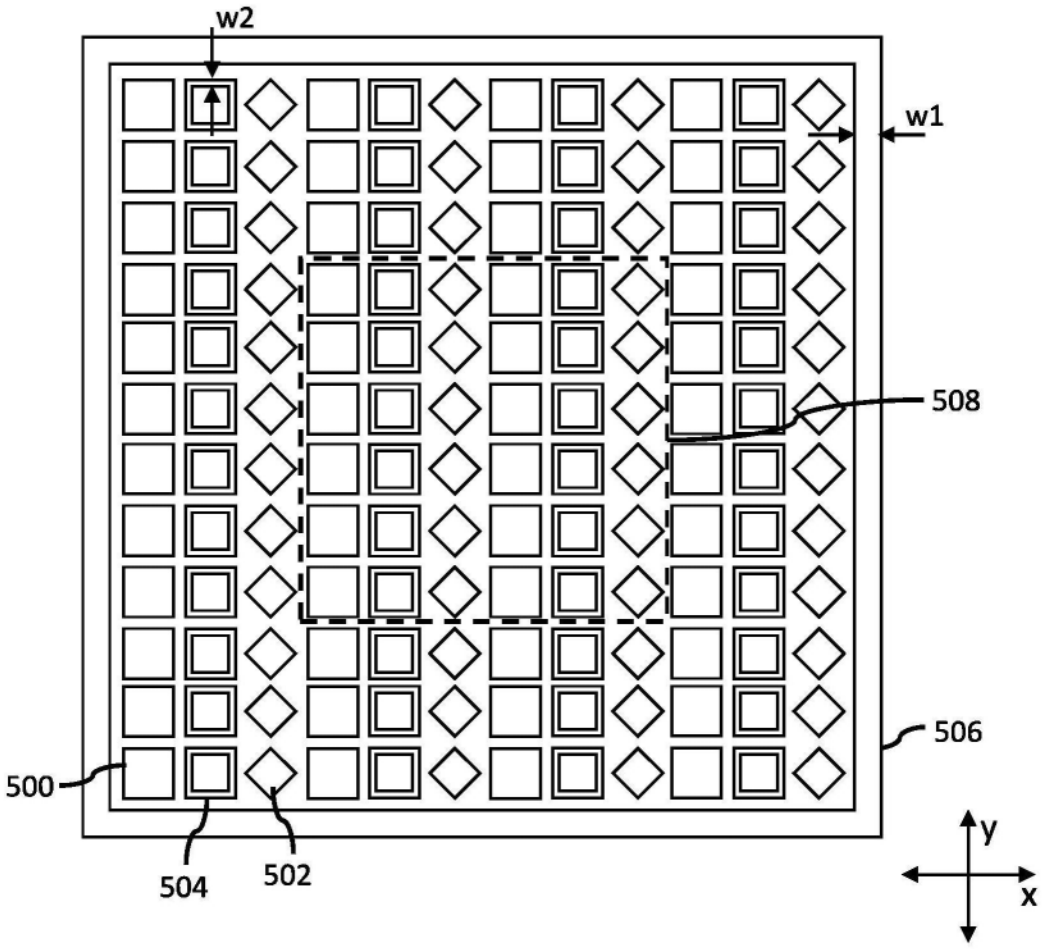


图5

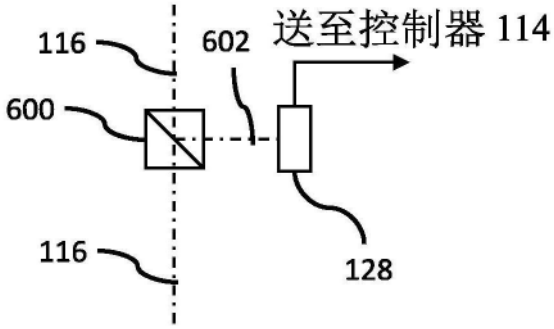


图6

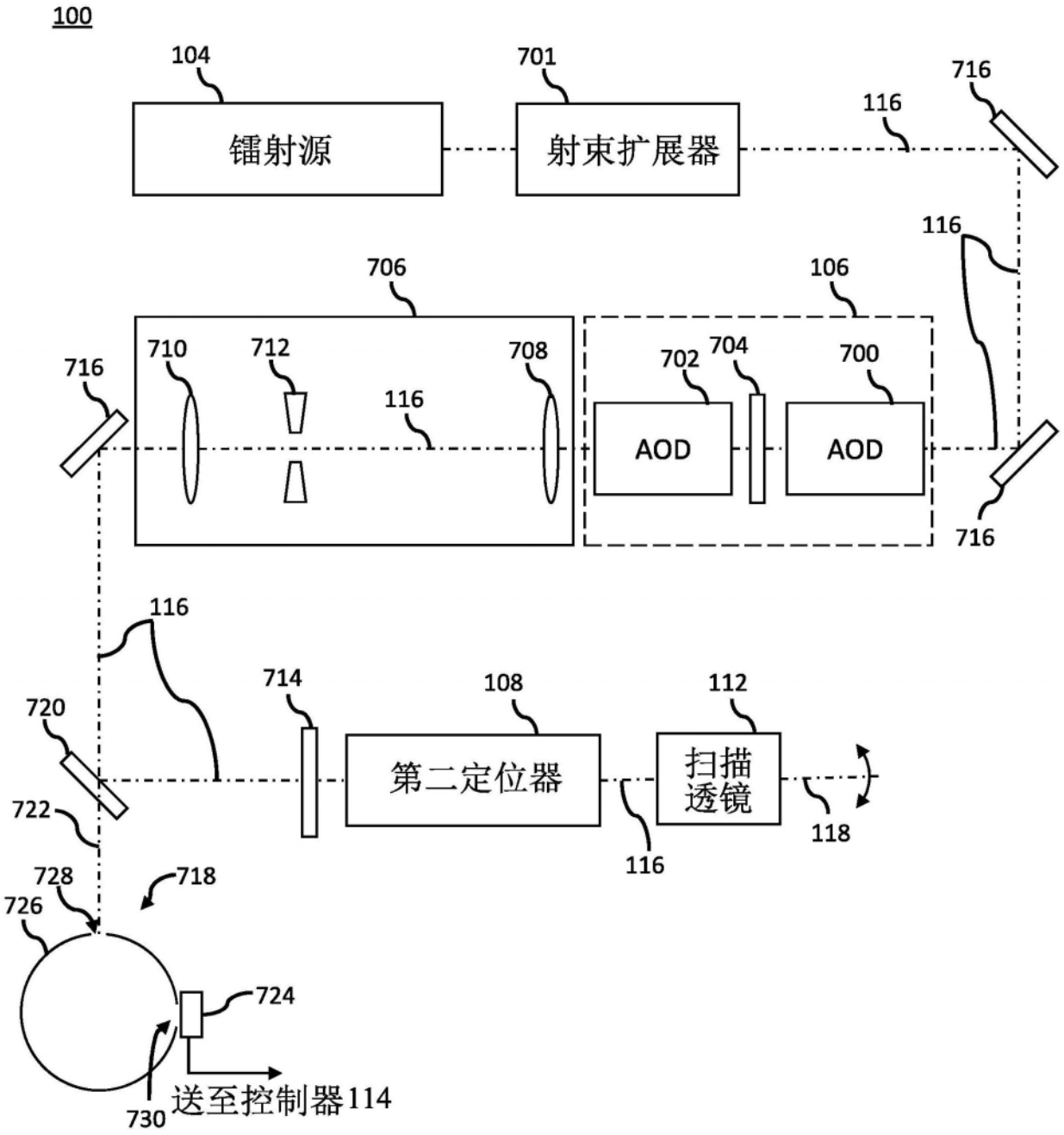

100
104
镭射源
701
射束扩展器
716
116
116
706
106
710
712
708
702
704
700
716
116
AOD
AOD
716
116
714
108
112
720
第二定位器
扫描
透镜
722
118
116
728
718
726
724
送至控制器114
730

图7

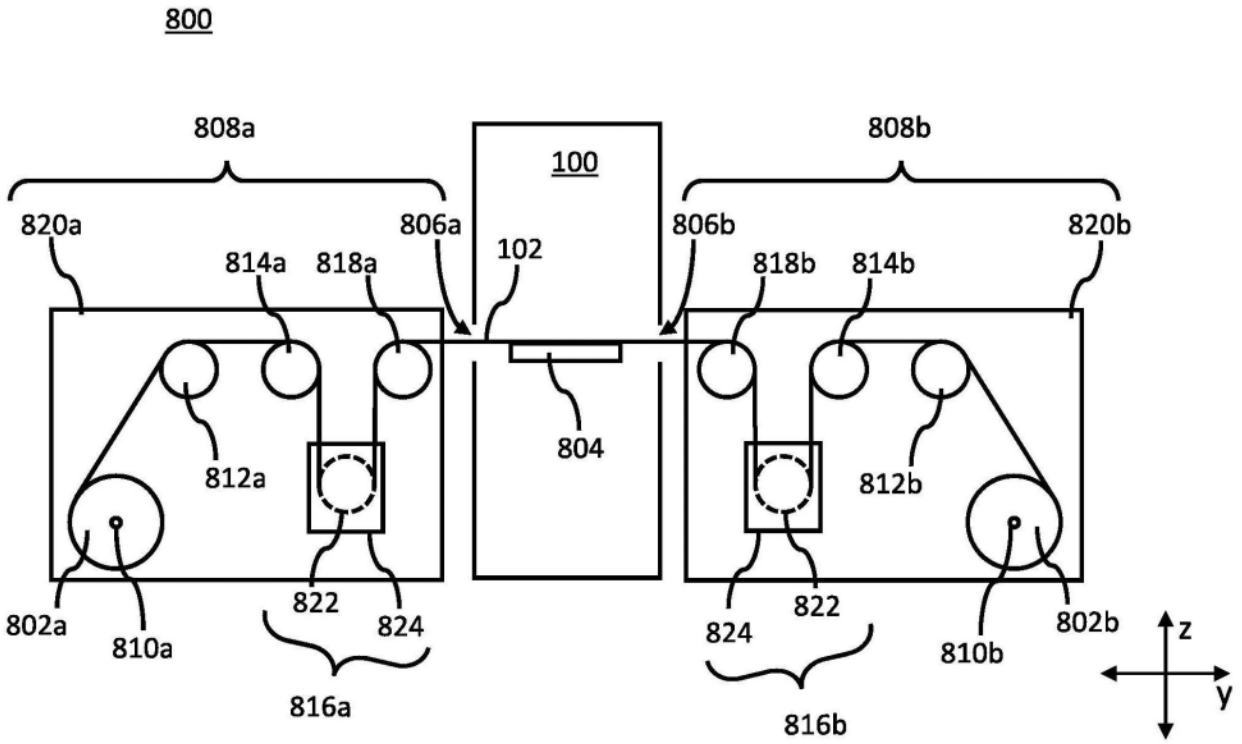

800
808a
808b
100
820a
806a
806b
820b
814a
818a
102
818b
814b
804
812a
812b
822
824
822
824
802a
810a
816a
816b
810b
802b
z
y

图8

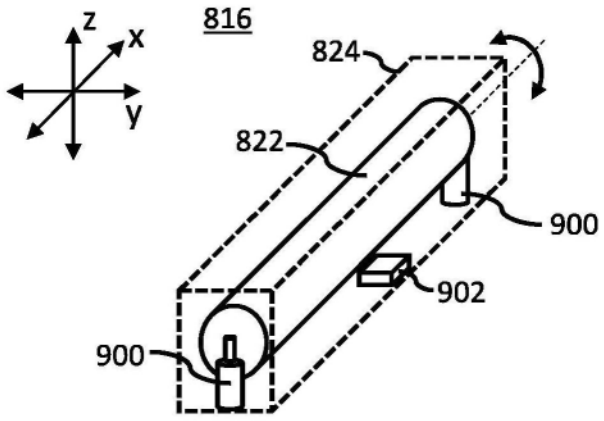

z
x
y
816
824
822
900
902
900

图9

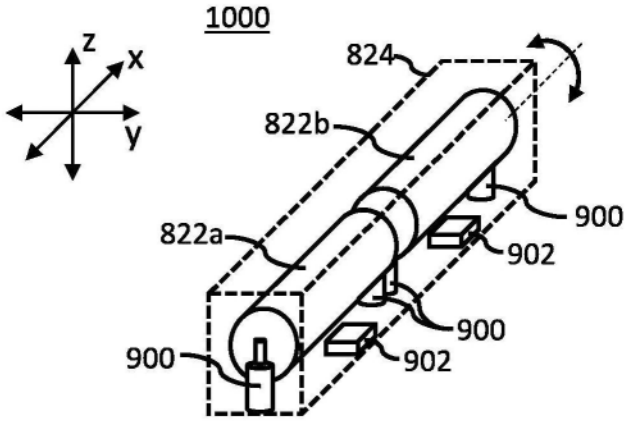

1000
z
x
y
824
822b
900
822a
902
900
902
900

图10

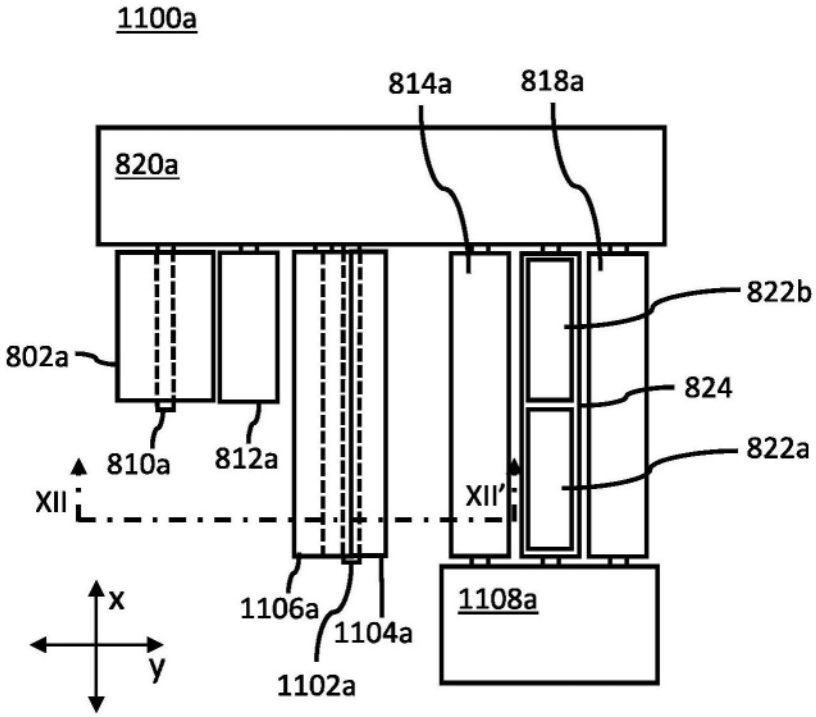

1100a
814a
818a
820a
822b
802a
824
822a
810a
812a
XII
XII'
x
y
1106a
1104a
1102a
1108a

图11

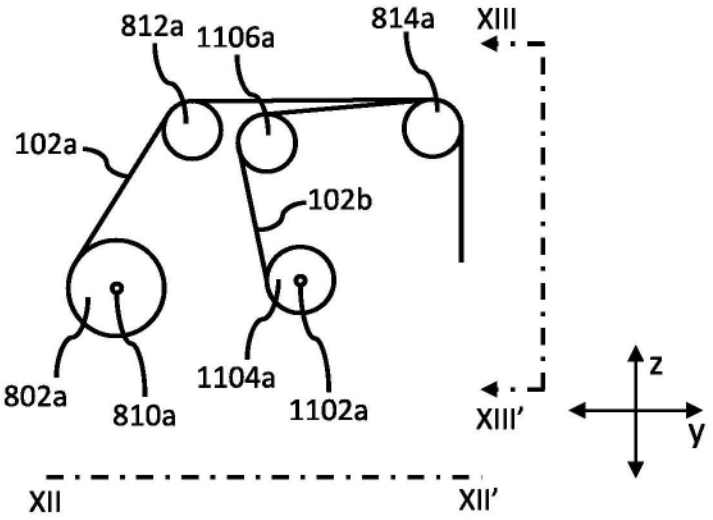


图12

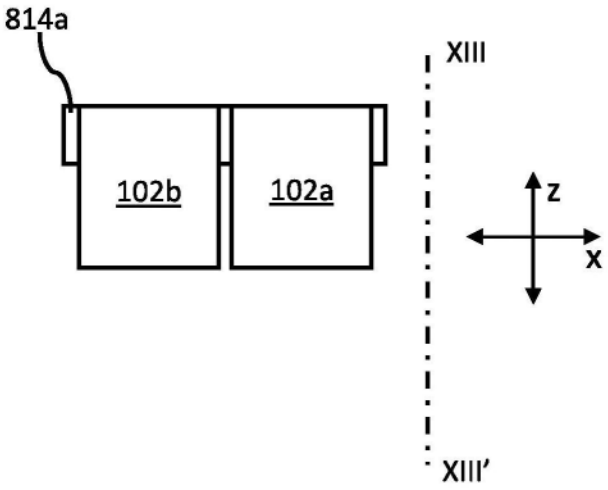


图13



图14

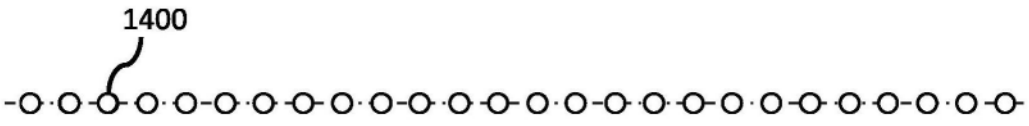


图15

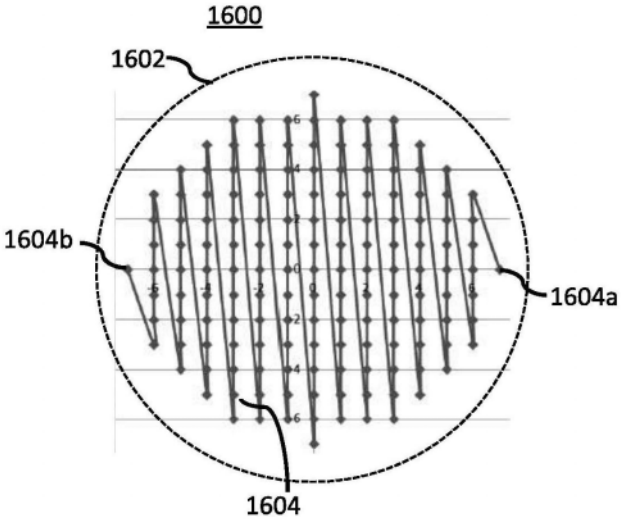

1600
1602
1604b
1604a
1604

图16

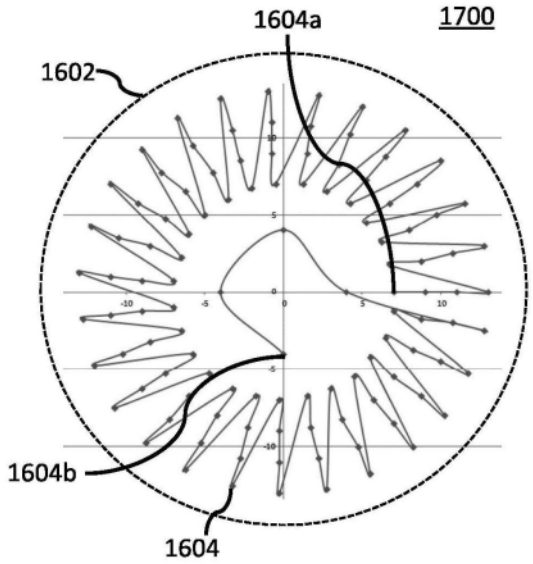
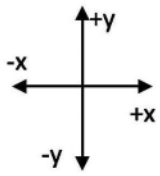

1604a
1700
1602
1604b
1604

图17


+y
-x
+x
-y

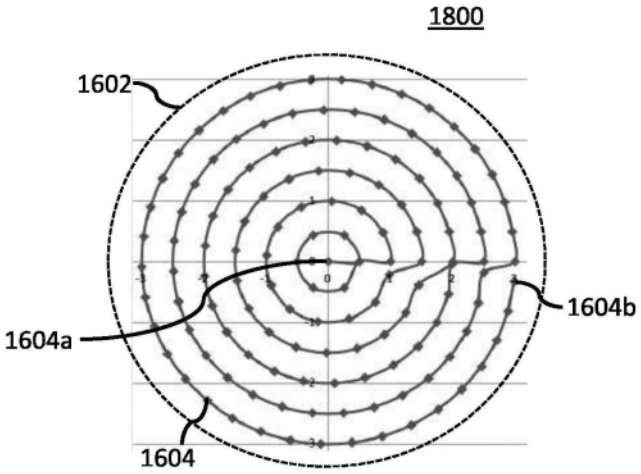

1800
1602
1604a
1604b
1604

图18

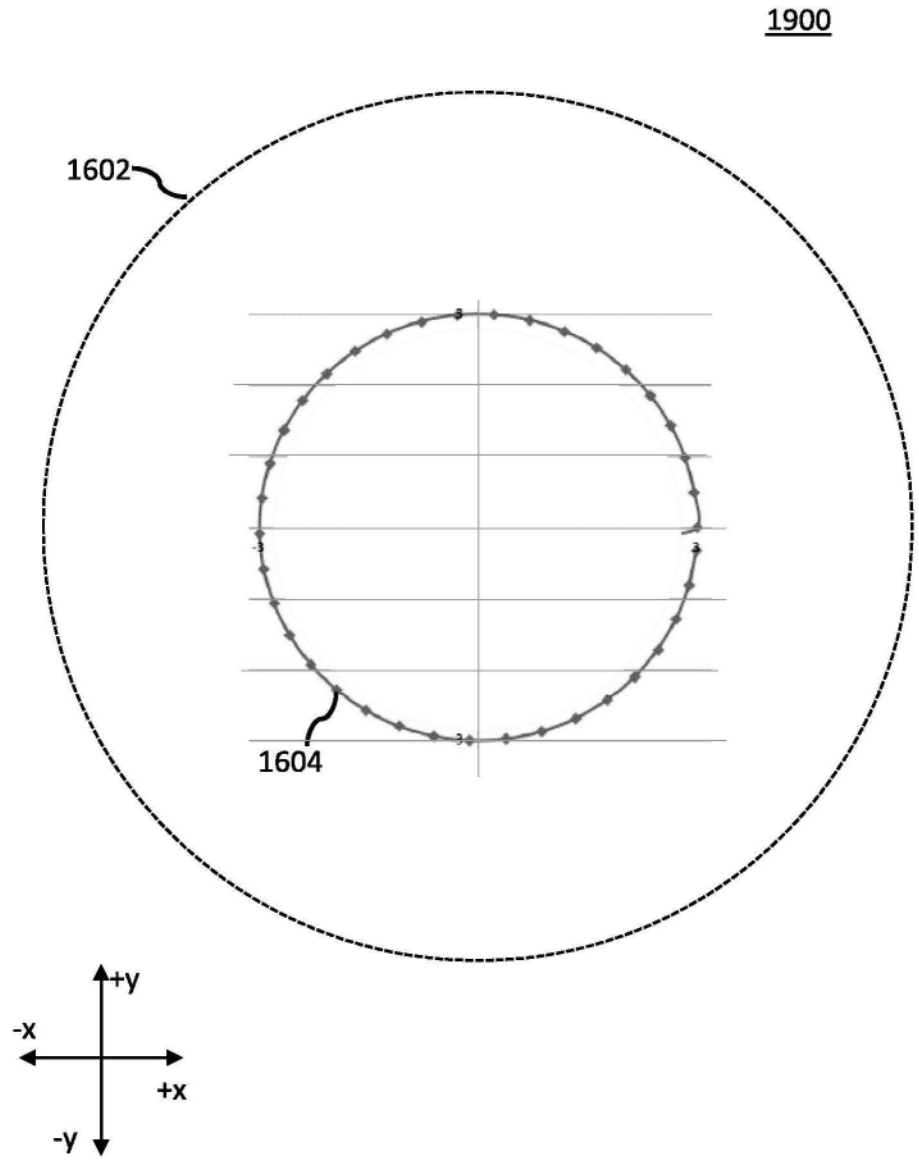


图19