(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116213918 A
(43)申请公布日 2023.06.06

(21)申请号 202211600049.1

(22)申请日 2016.09.08

(30)优先权数据
62/216,102 2015.09.09 US
62/241,624 2015.10.14 US
62/271,446 2015.12.28 US
62/294,991 2016.02.12 US
62/366,984 2016.07.26 US

(62)分案原申请数据
201680048544.2 2016.09.08

(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 马克·昂瑞斯 杨川
言恩·克雷能特 马克·匹柏斯
休·欧文斯 格温多林·拜恩
张海滨 贾斯汀·雷德
柯瑞·纽菲尔德
詹姆斯·布鲁克伊塞 大迫·康
玛密特·艾尔帕 林智斌
派崔克·莱歇尔 提姆·纽寇斯
松本久 克里斯·莱德

(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 26/70(2014.01)

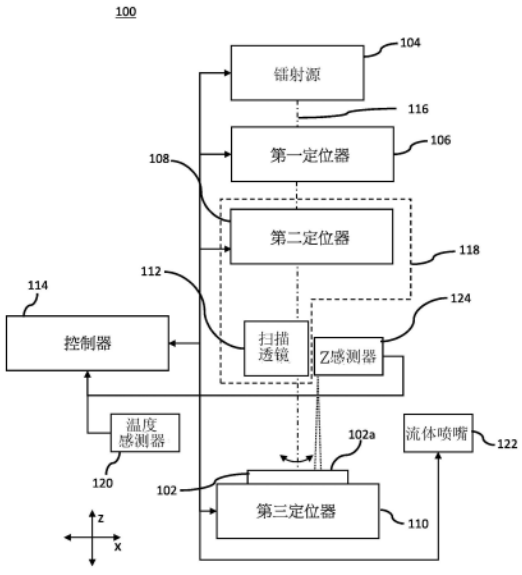
权利要求书15页 说明书73页 附图15页

(54)发明名称

镭射处理设备、镭射处理工件的方法及相关配置

(57)摘要

本发明改良用于镭射处理工件的设备与技术，并且提供新功能。本发明讨论的某些实施例与以会提高精确性、总处理量、…等的方式来处理工件有关。其它实施例则关于即时Z高度量测，并且在合宜时，进行特定Z高度偏差补偿。本发明的再其它实施例则关于扫描图样、射束特征、…等的调变，以便帮助进行特征元件成形、避免非所希望的热能累积、或是提高处理总处理量。本发明亦详细说明大量的其它实施例和配置。



CN 116213918 A

1.一种镭射处理工件的设备,其特征在于,所述设备包括:

镭射源,被配置成产生多道镭射脉冲;

扫描透镜,被排列在射束路径中,其中所述多道镭射脉冲沿着所述射束路径引导至所述工件且因而照射在所述工件处的处理光点;

第一定位器,包括排列在所述射束路径中的所述镭射源与所述扫描透镜之间的声光偏折器系统,其中运作所述第一定位器来偏折所述多道镭射脉冲;

至少一个另外的定位器,运作所述至少一个另外的定位器来赋予所述射束路径与所述工件之间的相对运动;以及

控制器,被通讯耦接至所述第一定位器且配置成产生一或更多个控制讯号,其中所述第一定位器响应于所述控制讯号:

使所述至少一个另外的定位器赋予所述射束路径和所述工件之间的相对运动;以及

在赋予所述射束路径和所述工件之间的相对运动的同时,使所述第一定位器沿着处理轨迹扫描所述处理光点,以在所述工件中形成开口,

其中所述处理轨线定义了在所述开口形成期间以所述多道镭射脉冲照射所述工件时被寻址的一连串光点位置,并且其中在所述工件的表面中的所述开口的最大尺寸小于或等于第一扫描范围,其中所述第一扫描范围是所述处理光点能藉由所述声光偏折器系统扫描的最大范围。

2.根据权利要求1所述的设备,其中所述至少一个另外的定位器包括用以相对于所述扫描透镜移动所述工件的载台。

3.根据权利要求1或2所述的设备,其中所述至少一个另外的定位器包括检流计面镜系统,运作所述检流计面镜系统以使所述射束路径相对于所述扫描透镜偏折。

4.一种镭射处理工件的方法,其特征在于,所述方法包括:

产生多道镭射脉冲;

利用被排列在射束路径中的扫描透镜聚焦所述多道镭射脉冲,其中所述多道镭射脉冲沿着所述射束路径引导至所述工件且因而照射在所述工件处的处理光点;

利用第一定位器偏折所述多道镭射脉冲,所述第一定位器包括排列在所述射束路径中的所述镭射源与所述扫描透镜之间的声光偏折器系统;以及

在利用所述第一定位器偏折所述多道镭射脉冲的同时,利用至少一个另外的定位器赋予所述射束路径与所述工件之间的相对运动;

其中利用所述第一定位器偏折所述多道镭射脉冲包括沿着处理轨线扫描所述处理光点以在所述工件中形成开口,以及

其中所述处理轨线定义了在所述开口形成期间以所述多道镭射脉冲照射所述工件时被寻址的一连串光点位置,并且其中在所述工件的表面中的所述开口的最大尺寸小于或等于第一扫描范围,其中所述第一扫描范围是所述处理光点能藉由所述声光偏折器系统扫描的最大范围。

5.根据权利要求4所述的方法,其中赋予所述射束路径和所述工件之间的相对运动包括相对于所述扫描透镜移动所述工件。

6.根据权利要求4或5所述的方法,其中赋予所述射束路径和所述工件之间的相对运动包括使所述射束路径相对于所述扫描透镜偏折。

7.一种用于镭射处理工件的设备,其特征在于,所述设备包括:

镭射源,被配置为产生多道镭射脉冲;

扫描透镜,被排列在射束路径中,其中所述多道镭射脉冲沿着所述射束路径引导至所述工件且因而照射在所述工件处的处理光点,其中,所述扫描透镜配置为将扫描范围投射到所述工件的一部分上,所述扫描范围包括所述处理光点能够照射所述工件的区域;

具有感测范围的Z高度感测器,所述Z高度感测器被配置为感测位于所述感测范围内的所述工件的一部分的Z高度位置;

定位器,用于赋予在所述工件和所述扫描透镜之间以及在所述工件和所述Z高度感测器之间的相对运动,以扫描整个所述工件的所述扫描范围和所述感测范围;

用于改变指向所述工件的所述多道镭射脉冲中的至少一个的光点尺寸的机构;以及

控制器,通信耦合到所述镭射源、所述Z高度感测器、所述定位器和所述机构,其中所述控制器配置为生成一个或多个控制信号,所述镭射源、所述Z高度感测器、所述定位器和所述机构响应于所述一个或多个控制信号,以使:

在第一时间周期内操作所述定位器以扫描整个所述工件的所述扫描范围和所述感测区域;

在扫描所述扫描范围的同时,操作所述镭射源以产生所述多道镭射脉冲;

在扫描所述感测区域的同时,操作所述Z高度感测器以感测位于所述感测区域内的所述工件的一部分的Z高度位置;和

在第二时间周期内操作所述机构,使指向所述工件的所述多道镭射脉冲中的至少一个镭射脉冲的光点尺寸根据所述工件的经感测的所述Z高度位置的特性进行调整。

8.根据权利要求7所述的设备,其中,所述感测范围在所述扫描范围内。

9.根据权利要求7所述的设备,其中,所述感测范围在所述扫描范围之外。

10.根据权利要求9所述的设备,其中,所述感测范围在与扫描所述扫描范围的方向平行的方向上偏离所述扫描范围。

11.根据权利要求9所述的设备,其中,所述感测范围沿着与所述扫描范围被扫描的方向不平行的方向从所述扫描范围偏移。

12.根据权利要求7所述的设备,其中,所述机构包括配置为移动所述扫描透镜的致动器。

13.根据权利要求7所述的设备,其中,所述机构包括声光偏折器(AOD)系统。

14.根据权利要求7所述的设备,其中,所述机构包括配置为移动所述工件的定位器。

15.根据权利要求7所述的设备,其中,所述机构包括可变焦距透镜。

16.根据权利要求7所述的设备,其中,所述机构包括MEMS镜或镜阵列。

17.一种利用包括镭射源、扫描透镜、Z高度感测器、定位器和用于指向工件的多道镭射脉冲中的至少一个的光点尺寸的机构的设备对所述工件进行镭射处理的方法,其特征在于,所述镭射源用于产生所述多道镭射脉冲,所述扫描透镜被配置为将扫描范围投射到所述工件的一部分上,所述扫描范围包括所述工件能够被所述多道镭射脉冲照射的处理光点所照射的区域,所述Z高度感测器具有感测范围并且被配置为感测位于所述感测范围内的所述工件的一部分的Z高度位置,所述定位器可操作以赋予于所述工件和所述扫描透镜之间以及于所述工件和所述Z高度感测器之间的相对运动,以扫描整个所述工件的所述扫描

范围和所述感测范围,其中,该方法包括:

在第一时间周期内操作所述定位器,以扫描整个所述工件的所述扫描范围和所述感测区域;

在扫描所述扫描范围的同时,操作所述镭射源以产生所述多道镭射脉冲;

在扫描所述感测区域的同时,操作所述Z高度感测器以感测位于所述感测区域内的所述工件的一部分的Z高度位置;和

在第二时间周期内操作所述机构,以基于所述工件的经感测的所述Z高度位置的特性来调整指向所述工件的所述多道镭射脉冲中的至少一个镭射脉冲的光点尺寸。

18.根据权利要求17所述的方法,其中,所述感测范围在所述扫描范围内。

19.根据权利要求17所述的方法,其中,所述感测范围在所述扫描范围之外。

20.根据权利要求19所述的方法,其中,所述感测范围在与扫描所述扫描范围的方向平行的方向上偏离所述扫描范围。

21.根据权利要求19所述的方法,其中,所述感测范围沿着与所述扫描范围被扫描的方向不平行的方向从所述扫描范围偏移。

22.一种用于控制声光偏折器(AOD)系统的操作的设备,其特征在于,所述设备包括:声光单元和至少一个换能器组件,所述至少一个换能器组件声学耦合到所述声光单元并且由驱动器驱动,所述设备包括:

控制器,被配置为产生一个或多个控制信号,所述声光偏折器系统的所述驱动器响应于所述一个或多个控制信号,以使所述声光偏折器系统的所述驱动器利用第一RF信号来驱动所述至少一个换能器组件,其中,所述第一RF信号的频谱内容具有高斯形状。

23.一种设备,其特征在于,包括:

镭射源,被配置为产生多道镭射脉冲;

声光偏折器(AOD)系统,具有声光单元和至少一个换能器组件,所述至少一个换能器组件声学耦合到所述声光单元并且由驱动器驱动,其中所述声光单元布置在射束路径内,多道镭射脉冲能够沿着所述射束路径脉冲传播;和

控制器,所述控制器通信地耦合到所述声光偏折器系统,并且被配置为产生一个或多个控制信号,所述声光偏折器系统的所述驱动器响应于所述一个或多个控制信号,以使所述驱动器利用第一RF信号来驱动所述至少一个换能器组件,其中,所述第一RF信号的频谱内容具有高斯形状。

24.一种用于控制声光偏折器(AOD)系统的操作的设备,其特征在于,所述设备具有:声光单元和至少一个换能器组件,所述至少一个换能器组件声学耦合到所述声光单元并且由驱动器驱动,所述设备包括:

控制器,被配置为产生一个或多个控制信号,所述声光偏折器系统的所述驱动器响应于所述一个或多个控制信号,以使所述声光偏折器系统的所述驱动器利用第一RF信号来驱动所述至少一个换能器组件,其中,所述第一RF信号的频谱内容具有非高斯形状。

25.一种设备,其特征在于,包括:

镭射源,被配置为产生多道镭射脉冲;

声光偏折器(AOD)系统,具有声光单元和与所述声光单元声学耦合并且由驱动器驱动的至少一个换能器组件,其中所述声光单元布置在射束路径内,所述多道镭射脉冲能够沿

着所述射束路径脉冲传播;和

控制器,所述控制器通信地耦合到所述声光偏折器系统,并且被配置为产生一个或多个控制信号,所述声光偏折器系统的所述驱动器响应于所述一个或多个控制信号,以使所述声光偏折器系统的所述驱动器利用第一RF信号来驱动所述至少一个换能器组件,其中所述第一RF信号的频谱内容具有非高斯形状。

26.根据权利要求22或23所述的设备,其中,所述第一RF信号是准周期信号。

27.根据权利要求24或25所述的设备,其中,所述非高斯形状是矩形轮廓。

28.根据权利要求22至25中的任一项所述的设备,其中,所述计算机存储器上存储有指令,所述指令在由所述处理器执行时,还使所述声光偏折器系统的驱动器发出所述第一RF信号。

29.根据权利要求23或25中任一项所述的设备,其中,所述多道镭射脉冲中的每一道的脉冲持续时间为至少1000ns。

30.根据权利要求23或25中的任一项所述的设备,其中,所述第一RF信号的持续时间大于声波穿过由镭射脉冲照射的所述声光单元的孔的传播时间。

31.根据权利要求22至25中的任一项所述的设备,其中,所述控制器还被配置为:在以所述第一RF信号驱动所述至少一个换能器组件之前,产生一个或多个控制信号,所述声光偏折器系统的所述驱动器响应于所述一个或多个控制信号,以使所述声光偏折器系统的所述驱动器以不同于所述第一RF信号的第二RF信号来驱动所述至少一个换能器组件。

32.一种驱动声光偏折器(AOD)系统的方法,其特征在于,所述声光偏折器系统具有声光单元和至少一个换能器组件,所述至少一个换能器组件声学地耦合到所述声光单元并且由驱动器驱动,所述方法包括使所述驱动器以第一RF信号驱动所述至少一个换能器组件,其中,所述第一RF信号的频谱内容具有高斯形状。

33.一种驱动声光偏折器(AOD)系统的方法,其特征在于,所述声光偏折器系统具有声光单元和至少一个换能器组件,所述至少一个换能器组件声学地耦合到所述声光单元并且由驱动器驱动,所述方法包括使所述驱动器以第一RF信号驱动所述至少一个换能器组件,其中,所述第一RF信号的频谱内容具有非高斯形状。

34.一种用于对工件进行镭射处理的设备中的光学组件,其特征在于,所述光学组件包括:

被配置为选择性移除且耦合至所述设备的结构;

第一声光偏折器(AOD),安装在所述结构上;和

至少一个光学部件,安装在与所述第一声光偏折器对齐的所述结构上,

其中所述结构包括至少一个配准特征,所述配准特征被配置为促进所述设备内的射束路径与选自所述第一声光偏折器和所述至少一个光学部件组成的组中的至少一个的光学对准。

35.根据权利要求34所述的光学组件,其中,所述结构是框架。

36.根据权利要求34所述的光学组件,其中,所述结构是具有光输入端口和光输出端口的壳体,并且其中所述第一声光偏折器和所述至少一个光学部件布置在所述壳体内并且与所述光输入端口和所述光输出端口对准。

37.根据权利要求34所述的光学组件,其中,所述至少一个光学部件包括波片。

38.根据权利要求34所述的光学组件,其中,所述至少一个光学部件包括孔。

39.根据权利要求34所述的光学组件,其中,所述至少一个光学部件包括中继透镜。

40.根据权利要求34所述的光学组件,其中,所述至少一个光学部件包括镜子。

41.根据权利要求34所述的光学组件,其进一步包括第二声光偏折器,其与选自所述第一声光偏折器和所述至少一个光学部件组成的所述组中的至少一个对准地安装到所述结构。

42.一种声光装置,其特征在于,包括:

声光单元;

超声换能器,其声学地耦合到所述声光单元的连接器端;

吸收器,其与所述声光单元的所述连接器端相对的所述声光单元的吸收器端声学地耦合;和

冷却板,其与在所述连接器端和所述吸收器端之间延伸的所述声光单元的面热接触,

其中所述冷却板的热传递特性沿从所述连接器端和所述吸收器端延伸的方向变化,使得所述冷却板被配置为:a)从所述声光单元的中心区域中除去较少的热量,所述中心区域与从所述连接器端和所述吸收器端组成的组中选择的至少一个相对较远,并且b)从所述声光单元的外围区域除去相对更多的热量,所述外围区域相对接近于从所述连接器端和所述吸收器端组成的所述组中选择的至少一个。

43.根据权利要求42所述的声光装置,其中,所述冷却板包括:

与所述声光单元接触的表面;和

在与所述声光单元的所述中心区域相对应的位置处的表面中形成至少一个凹部。

44.根据权利要求42所述的声光装置,其中,所述冷却板包括:

与所述声光单元接触的表面;和

在所述冷却板中形成并与所述表面间隔开的至少一个空隙,其中所述至少一个空隙布置在与所述声光单元的所述中央区域相对应的位置处。

45.根据权利要求42所述的声光装置,其中,所述冷却板包括多个冷却通道,其中,与所述声光单元的所述中央区域相对应的位置处相比,所述冷却板在对应于所述声光单元的所述外围区域的位置处包含更多的冷却通道。

46.根据权利要求42所述的声光装置,其中,所述冷却板在与所述声光单元的所述中央区域相对应的位置处不包括冷却通道。

47.根据权利要求42所述的声光装置,其中,所述冷却板包括冷却剂能流经的多个冷却通道,其中,在与所述声光单元的所述中央区域相对应的位置处的至少一个冷却通道中的所述冷却剂的流量小于在与所述声光单元的所述外围区域相对应的位置处的至少一个冷却通道中的所述冷却剂的流量。

48.根据权利要求42所述的声光装置,其中,所述冷却板仅在所述声光单元的所述外围区域处接触所述声光单元。

49.一种声光装置,其特征在于,包括:

声光单元;

超声换能器,其声学地耦合到所述声光单元的连接器端;

吸收器,其与所述声光单元的所述连接器端相对的所述声光单元的吸收器端声学地耦

合;和

加热组件,其与在所述连接器端和所述吸收器端之间延伸的所述声光单元的面热接触,

其中所述加热组件被配置为加热所述声光单元的中央区域,相对于所述声光单元的外围区域,所述中心区域位于相对远离选自所述连接器端和所述吸收器端组成的组中的至少一个,所述外围区域相对更接近选自所述连接器端和所述吸收器端组成的所述组中的至少一个。

50.一种用于处理工件的设备,其特征在于,所述设备包括与介电结构热接触的电气导体结构,所述设备包括:

镭射源,用于产生包括多道镭射脉冲的镭射能量束,其中,所述多道镭射脉冲中的镭射脉冲的波长小于1μm,并且在至少一微秒的时间范围内的脉冲能量在100μJ至50mJ的范围内;

定位器,布置在射束路径内,所述镭射能量束沿着所述射束路径传播到所述工件并且照射所述工件,其中所述第一定位器可操作以赋予所述射束路径相对于所述工件的运动;

控制器,通信地耦合到所述定位器并且被配置为生成一个或多个控制信号,所述定位器根据扫描技术响应于所述一个或多个控制信号以使所述定位器照射所述工件,以将至少一个镭射脉冲从所述镭射能量束传递到所述工件以在所述工件中形成通孔,

其中,所述镭射能量束和所述扫描技术的特性使传递到所述工件的所述镭射脉冲:

a)在表面处蒸发所述介电结构的第一区域,从而在所述介电结构的所述第一区域和所述电气导体结构的第一区域之间产生高压区域,以及

b)加热所述电气导体结构的所述第一区域,使得所述电气导体结构的经加热的所述第一区域的至少一部分能通过所述高压区域从所述工件弹出。

51.根据权利要求50所述的设备,其中,所述镭射能量束具有在所述电磁光谱的可见绿色范围内的波长。

52.根据权利要求50所述的设备,其中,根据所述扫描技术,来自所述镭射能量束的至少一个镭射脉冲被传送到所述工件上的相同位置以在所述工件中形成所述通孔。

53.根据权利要求52所述的设备,其中,来自所述镭射能量束的多道镭射脉冲在1μs至30μs范围的时间周期内被传递到所述工件上的相同位置。

54.一种用于处理包括与介电结构热接触的电气导体结构的工件的方法,其特征在于,所述方法包括:

根据扫描技术扫描镭射能量束以将至少一个镭射脉冲从所述镭射能量束传递到所述工件以在所述工件中形成通孔,其中所述多道镭射脉冲中的镭射脉冲的波长小于1μm,并且在至少一微秒的时间范围内脉冲能量为100μJ至50mJ,

其中,所述镭射能量束和所述扫描技术的特性使传递到所述工件的所述镭射脉冲:

a)在表面处蒸发所述介电结构的第一区域,从而在所述介电结构的所述第一区域和所述电气导体结构的第一区域之间产生高压区域,以及

b)加热所述电气导体结构的所述第一区域,使得所述电气导体结构的经加热的所述第一区域的至少一部分能通过所述高压区域从所述工件弹出。

55.根据权利要求54所述的方法,其中,所述镭射能量束具有在电磁光谱的可见绿色范

围内的波长。

56.根据权利要求54所述的方法，其中，根据所述扫描技术，来自所述镭射能量束的至少一个镭射脉冲被传递到所述工件上的相同位置以在所述工件中形成所述通孔。

57.根据权利要求54所述的方法，其中，来自所述镭射能量束的多道镭射脉冲在1μs至30μs的时间周期内被传递到所述工件上的相同位置。

58.一种用于对工件进行镭射处理的设备，其特征在于，所述设备包括第一电气导体、第二电气导体以及形成在所述第一电气导体和所述第二电气导体之间的介电材料，所述设备包括：

镭射源，其被配置为产生多道镭射脉冲，其中，所述多道镭射脉冲能沿着形成相对于工件表面的射束轴的射束路径传播。

至少一个部件，在所述射束路径上布置，其中所述至少一个部件可操作以执行选自以下各项组成的组的至少一项动作：(a)相对于所述工件移动所述射束轴，以及(b)衰减在所述多道镭射脉冲中的所述脉冲能量；

控制器，所述控制器通信地耦合到所述至少一个部件，并且被配置为生成一个或多个控制信号，所述至少一个部件响应于所述一个或多个控制信号以使所述至少一个部件执行以下操作：

沿处理轨迹相对于所述工件移动所述射束轴，其中所述处理轨迹在所述工件的特征区域处定义了多个光点位置，所述光点位置将被所述多道镭射脉冲顺序照射，并且所述射束轴沿所述处理轨迹移动，使得所述镭射脉冲在照射所述多个光点位置的第二组光点位置之前照射所述多个光点位置的第一组光点位置，以在所述工件的所述特征区域中形成盲孔，其中，所述盲孔延伸通过所述第一电气导体和所述介电材料，并且终止于所述第二电气导体，其中，照射所述多个光点位置的所述多道镭射脉冲在所述盲孔的形成期间加热所述工件的所述特征区域以及在所述特征区域之外并且邻接所述特征区域的所述工件的非特征区域，以及

在所述盲孔的形成期间衰减所述多道镭射脉冲中的脉冲能量，以使照射所述多个光点位置中的所述第二组光点位置的所述镭射脉冲的所述脉冲能量低于照射所述多个光点位置中的所述第一组光点位置的所述镭射脉冲的所述脉冲能量，使得在形成所述盲孔期间，所述工件的所述非特征区域的温度低于所述工件的损坏阈值温度。

59.一种用于镭射处理工件的设备，其特征在于，所述设备包括：

镭射源，其被配置为产生多道镭射脉冲，其中，所述多道镭射脉冲能沿着形成相对于工件表面的射束轴的射束路径传播，

至少一个部件，在所述射束路径上布置，其中所述至少一个部件可操作以执行选自以下各项组成的组的至少一项动作：(a)相对于所述工件移动所述射束轴，以及(b)衰减在所述多道镭射脉冲中的所述脉冲能量；

控制器，所述控制器通信地耦合到所述至少一个部件，并且被配置为生成一个或多个控制信号，所述至少一个部件响应于所述一个或多个控制信号以使所述至少一个部件执行以下操作：

沿处理轨迹相对于所述工件移动所述射束轴，以在所述工件中形成通孔，其中所述处理轨迹在所述工件处限定了多个光点位置，所述多个光点位置将被所述多道镭射脉冲顺序

照射,其中,所述多个光点位置包括要被所述多道镭射脉冲照射的第一光点位置和要被所述多道镭射脉冲照射的最后光点位置,以及

衰减所述多道镭射脉冲中的所述脉冲能量,以使所述多个光点位置中的所述第一光点位置被一个或多道镭射脉冲照射,所述一个或多道镭射脉冲的脉冲能量高于所述最后光点位置被照射的一个或多道镭射脉冲的脉冲能量。

60.根据权利要求58或59所述的设备,其中,所述至少一个部件包括:

包括可移动镜的第一部件,其中所述可移动镜可操作以使所述射束轴线沿着所述处理轨迹移动;和

包括声光(AO)单元的第二部件,其中所述声光单元可操作以衰减所述多道镭射脉冲中的所述脉冲能量。

61.根据权利要求60所述的设备,其中,所述第二部件被布置在所述镭射源与所述第一部件之间的所述射束路径中的位置处。

62.根据权利要求58或59所述的设备,其中,所述至少一个部件包括声光偏折器(AOD)系统,其中,所述声光偏折器系统可操作以使所述射束轴沿着所述处理轨迹移动并且衰减所述多道镭射脉冲的所述脉冲能量。

63.根据权利要求58或59所述的设备,其中所述处理轨迹是圆形的。

64.根据权利要求58或59所述的设备,其中,所述处理轨迹限定螺旋线。

65.根据权利要求58所述的设备,其中,所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量在所述多个光点位置中的光点位置的总数的1%至95%的范围内。

66.根据权利要求65所述的设备,其中,所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量是所述多个光点位置中的光点位置的总数的至少50%。

67.根据权利要求66所述的设备,其中,所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量是所述多个光点位置中的光点位置的总数的至少70%。

68.根据权利要求67所述的设备,其中,所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量是所述多个光点位置中的光点位置的总数的至少90%。

69.根据权利要求58所述的设备,其中,用具有最多是照射到所述多个光点位置的所述第一组光点位置的所述镭射脉冲的脉冲能量的80%的脉冲能量的镭射脉冲照射所述多个光点位置的所述第二组光点位置。

70.根据权利要求58所述的设备,其中,所述多个光点位置的所述第二组光点位置包括限定所述处理轨迹的末端的光点位置。

71.根据权利要求58所述的设备,其中,照射所述多个光点位置的所述第二组光点位置的所述镭射脉冲的脉冲能量随时间线性减小。

72.根据权利要求58所述的设备,其中,照射所述多个光点位置的所述第二组光点位置的所述镭射脉冲的脉冲能量随时间非线性地减小。

73.一种镭射处理工件的方法,其特征在于,所述方法包括:

产生多道镭射脉冲,其中所述多道镭射脉冲能沿着形成相对于工件表面的射束轴的射束路径传播,

沿处理轨迹相对于所述工件移动所述射束轴以在所述工件中形成通孔,其中所述处理轨迹在所述工件处限定了多个光点位置,所述多个光点位置将被所述多道镭射脉冲顺序照

射，并且其中所述射束轴沿所述处理轨迹移动，使得所述镭射脉冲在照射所述多个光点位置的第二组光点位置之前照射所述多个光点位置的第一组光点位置，并且

衰减所述多道镭射脉冲中的所述脉冲能量，以使所述多个光点位置中的所述第一组光点位置被一个或多道镭射脉冲照射，所述一个或多道镭射脉冲的脉冲能量高于所述第二组光点位置被照射的一个或多道镭射脉冲的脉冲能量。

74.一种镭射处理工件的方法，其特征在于，所述方法包括：

产生多道镭射脉冲，其中所述多道镭射脉冲能沿着形成相对于工件表面的射束轴的射束路径传播。

沿着处理轨迹相对于所述工件移动所述射束轴，以在所述工件中形成通孔，其中所述处理轨迹在所述工件上限定了多个光点位置，所述多个光点位置将被所述多道镭射脉冲顺序照射，其中，所述多个光点位置包括要被所述多道镭射脉冲照射的第一光点位置和要被多道镭射脉冲照射的最后光点位置，以及

衰减所述多道镭射脉冲中的脉冲能量，以使所述多个光点位置中的第一光点位置被一个或多道镭射脉冲照射，所述一个或多道镭射脉冲的脉冲能量高于所述最后光点位置被照射的一个或多道镭射脉冲的脉冲能量。

75.根据权利要求73或74所述的方法，其中所述处理轨迹是圆形的。

76.根据权利要求73或74所述的方法，其中，所述处理轨迹限定螺旋线。

77.根据权利要求73所述的方法，其中，所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量在所述多个光点位置中的光点位置的总数的1％至95％的范围内。

78.根据权利要求73所述的方法，其中，所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量是所述多个光点位置中的光点位置的总数的至少50％。

79.根据权利要求78所述的方法，其中，所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量是所述多个光点位置中的光点位置的总数的至少70％。

80.根据权利要求79所述的方法，其中，所述多个光点位置的所述第一组光点位置中的光点位置的数量是所述多个光点位置中的光点位置的总数的至少90％。

81.根据权利要求73所述的方法，其中，用具有最多是照射到所述多个光点位置的所述第一组光点位置的所述镭射脉冲的脉冲能量的80％的脉冲能量的镭射脉冲照射所述多个光点位置的所述第二组光点位置。

82.根据权利要求73所述的方法，其中，所述多个光点位置的所述第二组光点位置包括限定所述处理轨迹的末端的光点位置。

83.一种用于处理工件的设备，其特征在于，所述设备包括：

镭射源，用于产生镭射能量束；

第一定位器，布置在射束路径内，所述镭射能量束能沿所述射束路径传播到所述工件并且在处理光点处照射所述工件，其中所述第一定位器可操作以赋予相对于所述工件的射束路径的运动；

控制器，通信地耦合到所述第一定位器并且被配置为生成一个或多个控制信号，所述第一定位器响应于所述一个或多个控制信号以使所述第一定位器根据扫描技术相对于所述工件扫描所述处理光点，从而传递至少一个镭射脉冲从所述镭射能量束到所述工件上多个光点位置的每一个光点位置；

其中，根据所述扫描技术，至少一个镭射脉冲照射的一对相邻光点位置之间的间距不同于至少一个镭射脉冲照射的另一对相邻光点位置之间的间距。

84.根据权利要求83所述的设备，其中，根据所述扫描技术，至少一个镭射脉冲照射的一对相邻光点位置之间的间距等于至少一个镭射脉冲照射的另一对相邻光点位置之间的间距。

85.根据权利要求83所述的设备，其中，根据所述扫描技术，要被镭射能量照射的第一对相邻光点位置之间的间距小于要被镭射能量照射的所述多个光点位置的至少一个其他对相邻光点位置之间的间距。

86.根据权利要求83所述的设备，其中，根据所述扫描技术，要被镭射能量照射的所述多个光点位置的最后一对相邻光点位置之间的间距大于要被镭射能量照射的所述多个光点位置的至少一个其他对相邻光点位置之间的间距。

87.根据权利要求83所述的设备，还包括：第二定位器，其布置在所述射束路径内，在所述第一定位器的光学下游的位置处，其中，所述第二定位器可操作以赋予所述射束路径相对于所述工件的运动。

88.一种用于处理工件以在其中形成特征的方法，其特征在于，所述方法包括：

根据扫描技术，对通过镭射脉冲照射到所述工件上的处理光点进行扫描，以将至少一个镭射脉冲传递到所述工件上的多个光点位置中的每一个上，

其中，根据所述扫描技术，所述至少一个镭射脉冲照射的一对相邻光点位置之间的间距不同于至少一个镭射脉冲照射的另一对相邻光点位置之间的间距。

89.根据权利要求88所述的方法，其中，根据所述扫描技术，用至少一个镭射脉冲照射的一对相邻光点位置之间的间距等于用至少一个镭射脉冲照射的另一对相邻光点位置之间的间距。

90.根据权利要求88所述的方法，其中，根据所述扫描技术，由镭射能量照射的第一对相邻光点位置之间的间距小于由镭射能量照射的至少一个其他对相邻光点位置之间的间距。

91.根据权利要求88所述的方法，其中，根据所述扫描技术，要被镭射能量照射的所述多个光点位置的最后一对相邻光点位置之间的间距大于要被镭射能量照射的所述多个光点位置中的至少一个其他对相邻光点位置之间的间距。

92.一种用于处理工件的设备，其特征在于，所述设备包括：

镭射源，用于产生镭射能量束；

第一定位器，布置在射束路径内，所述镭射能量束能沿所述射束路径传播到所述工件并且在处理光点处照射所述工件，其中所述第一定位器可操作以赋予所述射束路径相对于所述工件的运动；

控制器，通信地耦合到所述第一定位器并且被配置为生成一个或多个控制信号，所述第一定位器响应于所述一个或多个控制信号以使所述第一定位器根据扫描技术相对于所述工的扫描所述处理光点，从而传递至少一个镭射脉冲从所述镭射能量束到所述工件上多个光点位置的每个光点位置；

其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置中的一个光点位置被镭射能量照射的时间周期不同于所述多个光点位置中另一个光点位置被镭射能量照射的时间周期。

93.根据权利要求92所述的设备，其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置的一个光点位置被镭射能量照射的时间周期等于所述多个光点位置的另一光点位置被镭射能量照射的时间周期。

94.根据权利要求92所述的设备，其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置的第一光点位置被镭射能量照射的时间周期大于所述多个光点位置的至少一个其他光点位置被镭射能量照射的时间周期。

95.根据权利要求94所述的设备，其中，所述多个光点位置中的所述第一光点位置被镭射能量照射的时间周期在2μs至9μs的范围内。

96.根据权利要求95所述的设备，其中，所述多个光点位置中的所述至少一个其他光点位置被镭射能量照射的时间周期为1μs。

97.根据权利要求92所述的设备，其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置中的最后一个光点位置被镭射能量照射的时间周期小于所述多个光点位置中的至少一个其他光点位置被镭射能量照射的时间周期。

98.根据权利要求92所述的设备，还包括：第二定位器，其布置在所述射束路径内，在所述第一定位器的光学下游的位置处，其中，所述第二定位器可操作以赋予所述射束路径相对于所述工件的运动。

99.一种用于处理工件以在其中形成特征的方法，其特征在于，所述方法包括：

根据扫描技术，对通过镭射脉冲照射到所述工件上的处理光点进行扫描，以将至少一个镭射脉冲传递到所述工件上的多个光点位置中的每一个光点位置，

其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置中的一个光点位置被镭射能量照射的时间周期不同于所述多个光点位置中的另一个光点位置被镭射能量照射的时间周期。

100.根据权利要求99所述的方法，其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置的一个光点位置被镭射能量照射的时间周期等于所述多个光点位置的另一光点位置被镭射能量照射的时间周期。

101.根据权利要求99所述的方法，其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置中的第一光点位置被镭射能量照射的时间周期大于所述多个光点位置中的至少一个其他个光点位置被镭射能量照射的时间周期。

102.根据权利要求101所述的方法，其中所述多个光点位置中的所述第一光点位置被镭射能量照射的时间周期在2μs至9μs的范围内。

103.根据权利要求102所述的方法，其中所述多个光点位置中的所述至少一个其他光点位置被镭射能量照射的时间周期为1μs。

104.根据权利要求100所述的方法，其中，根据所述扫描技术，所述多个光点位置中的最后一个光点位置被镭射能量照射的时间周期小于所述多个光点位置中的至少一个其他光点位置被镭射能量照射的时间周期。

105.一种用于处理工件的设备，其特征在于，所述设备包括：

第一镭射源，用于产生能沿第一射束路径传播的第一镭射能量束，其中，所述第一镭射能量束由第一多道镭射脉冲形成；

第二镭射源，用于产生能沿第二射束路径传播的第二镭射能量束；

射束组合器，布置在所述第一射束路径和所述第二射束路径中并且可操作地将所述第

一射束路径和所述第二射束路径在空间上组合成第三射束路径，其中所述第一镭射能量束和所述第二镭射能量束沿所述第三射束路径传播；

定位器，布置在所述第三射束路径中并且可操作以使所述第三射束路径偏折；和

控制器，耦合到所述第一镭射源和所述第二镭射源，其中所述控制器可操作以同时控制所述第一镭射源和所述第二镭射源的操作，其中独立于产生所述第一多道镭射脉冲的时机来进行所述第二镭射源的操作控制。

106.一种用于处理工件的设备，其特征在于，所述设备包括：

第一镭射源，用于产生能沿第一射束路径传播的第一镭射能量束，其中，所述第一镭射能量束由第一多道镭射脉冲形成；

第二镭射源，用于产生能沿第二射束路径传播的第二镭射能量束；

射束组合器，布置在所述第一射束路径和所述第二射束路径中并且可操作地将所述第一射束路径和所述第二射束路径在空间上组合成第三射束路径，其中所述第一镭射能量束和所述第二镭射能量束沿所述第三射束路径传播；

射束分散器，布置在所述第三射束路径中并且用于将沿着所述第三射束路径传播的镭射能量分散给选自第四射束路径和第五射束路径组成的组中的至少一个；和

第一定位器，布置在所述第四射束路径中并且可操作以使所述第四射束路径偏折。

107.根据权利要求105或106所述的设备，其中，所述第二镭射能量束由第二多道镭射脉冲形成。

108.根据权利要求106所述的设备，其中，所述第一多道镭射脉冲的脉冲持续时间小于所述第二多道镭射脉冲的脉冲持续时间。

109.根据权利要求108所述的设备，其中，所述第一多道镭射脉冲的脉冲持续时间小于500ps。

110.根据权利要求108所述的设备，其中，所述第二多道镭射脉冲的脉冲持续时间大于或等于500ps。

111.根据权利要求105或106所述的设备，其中，所述第二镭射能量束是QCW或CW镭射能量束。

112.根据权利要求105或106所述的设备，其中，所述第一镭射能量束和所述第二镭射能量束各自具有在电磁光谱的红外线范围内的波长。

113.根据权利要求105或106所述的设备，其中，所述第一镭射能量束和所述第二镭射能量束各自具有在电磁光谱的可见绿色范围内的波长。

114.根据权利要求105或106所述的设备，其中，所述第一镭射能量束和所述第二镭射能量束各自具有在电磁光谱的紫外线范围内的波长。

115.根据权利要求105或106所述的设备，其中，所述第一镭射能量束和所述第二镭射能量束具有基本相同的波长。

116.根据权利要求106所述的设备，其进一步包含耦合到所述第一镭射源和所述第二镭射源的控制器，其中所述控制器可操作以同时控制所述第一镭射源和所述第二镭射源的操作，其中独立于产生所述第一多道镭射脉冲的时机来进行所述第二镭射源的操作控制。

117.根据权利要求106所述的设备，其中，所述射束分散器包括偏振射束分歧器。

118.根据权利要求106所述的设备，其中，所述射束分散器包括镜子。

119.根据权利要求106所述的设备,其进一步包括第二定位器,其布置在所述第五射束路径中并且可操作以使所述第五射束路径偏折。

120.一种用于处理工件的设备,其特征在于,所述设备包括:

第一镭射源,用于产生能沿第一射束路径传播的第一镭射能量束;

第二镭射源,用于产生能沿第二射束路径传播的第二镭射能量束;

射束分散器,布置在所述第一射束路径和所述第二射束路径中并且配置为将所述第一射束路径和所述第二射束路径在空间上组合成选自第三射束路径和第四射束路径组成的组中的至少一个。

121.根据权利要求120所述的设备,其中,所述第一射束路径和所述第二射束路径相交。

122.根据权利要求120所述的设备,其中,所述射束分散器包括布置在所述第一射束路径和所述第二射束路径上的声光(AO)单元以及与所述声光单元声学耦合的换能器组件。

123.根据权利要求120所述的设备,其进一步包括第一定位器,其布置在所述第三射束路径中并且可操作以使所述第三射束路径偏折。

124.根据权利要求120所述的设备,其进一步包括第二定位器,其布置在所述第四射束路径中并且可操作以使所述第四射束路径偏折。

125.根据权利要求120所述的设备,其进一步包括射束收集器,其布置在所述第四射束路径中并且可操作为吸收沿所述第四射束路径传播的镭射能量。

126.一种用于处理工件的设备,其特征在于,所述设备包括:

包括声光(AO)单元和换能器组件的射束组合器,其中所述声光单元同时布置在镭射能量束能够传播的第一射束路径中和镭射束能够传播的第二射束路径中;

扫描透镜,布置在所述射束组合器的光学下游的第三射束路径中;和

控制器,可操作以耦合到所述射束组合器,其中所述控制器可操作以控制所述射束组合器的操作,以选择性地将沿所述第一射束路径和所述第二射束路径传播的镭射能量传输到所述第三射束路径。

127.根据权利要求126所述的设备,其进一步包括布置在所述射束组合器与所述扫描透镜之间的所述第三射束路径中的射束传送系统,其中所述射束传送系统可操作以选择性地偏折沿所述第三射束路径传播的镭射能量。

128.根据权利要求127所述的设备,其中,所述射束传送系统包括检流计镜系统。

129.根据权利要求127所述的设备,其中,所述射束传送系统包括声光偏折器(AOD)系统。

130.一种用于根据多步骤过程对工件进行镭射处理的设备,其特征在于,所述设备包括:

镭射源,被配置为产生多道镭射脉冲;

扫描透镜,布置在射束路径中,所述多道镭射脉冲沿着所述射束路径导向工件;

声光偏折器(AOD)系统,布置在所述镭射源和所述扫描透镜之间的所述射束路径中,其中所述声光偏折器系统可操作来衍射所述多道镭射脉冲;

定位器,布置在所述镭射源和所述扫描透镜之间的所述射束路径中,其中所述定位器可操作以使所述射束路径偏折;和

控制器，所述控制器通信地耦合到所述声光偏折器系统，其中，所述控制器可操作以在第一处理步骤和所述第一处理步骤之后的第二处理步骤期间控制所述声光偏折器系统，以使得在所述第一处理步骤期间引向所述工件的至少一个镭射脉冲具有第一空间强度轮廓类型，并且在所述第二处理步骤期间引向所述工件的至少一个镭射脉冲具有与所述第一空间强度轮廓类型不同的第二空间强度轮廓类型。

131.根据权利要求130所述的设备，其中所述第一空间强度轮廓类型是高斯轮廓。

132.根据权利要求130所述的设备，其中所述第二空间强度轮廓类型是非高斯轮廓。

133.一种用于根据多步骤过程对工件进行镭射处理的设备，其特征在于，所述设备包括：

镭射源，被配置为产生多道镭射脉冲；

扫描透镜，布置在射束路径中，所述多道镭射脉冲沿着所述射束路径导向所述工件。

声光偏折器(AOD)系统，布置在所述镭射源和所述扫描透镜之间的所述射束路径中，其中所述声光偏折器系统可操作来衍射所述多道镭射脉冲；

定位器，布置在所述镭射源和所述扫描透镜之间的所述射束路径中，其中所述定位器可操作以使所述射束路径偏折；和

控制器，所述控制器通信地耦合到所述声光偏折器系统，其中所述控制器可操作以在第一处理步骤和在所述第一处理步骤之后的第二处理步骤期间控制所述声光偏折器系统，以使得在所述第一处理步骤期间引向所述工件的至少一个镭射脉冲具有第一空间强度轮廓形状，并且在所述第二处理步骤期间引向所述工件的至少一个镭射脉冲具有与所述第一空间强度轮廓形状不同的第二空间强度轮廓形状。

134.根据权利要求133所述的设备，其中，所述第一空间强度轮廓形状像圆形形状。

135.根据权利要求133所述的设备，其中所述第二空间强度轮廓类型像非圆形形状。

136.一种与用于处理工件的设备一起使用的控制器，所述设备包括与介电结构热接触的电气导体结构，其中所述设备包括可操作以产生镭射能量束的镭射源，以及布置在射束路径内的定位器，所述镭射能量束可以沿着所述射束路径传播到所述工件以及在加工点处照射所述工件，并且可操作以相对于所述工件扫描所述镭射能量束，所述控制器包括：

处理器；

存储器，所述处理器可存取所述存储器，所述存储器上存储有指令，当由所述处理器执行时，使所述控制器执行方法，所述方法包括：

根据扫描技术来扫描所述镭射能量束以将来自所述镭射能量束的镭射能量传递到所述工件上多个光点位置的每一个，其中所述镭射能量束的特性和所述扫描技术使传递到所述光点位置的所述镭射能量：

a)蒸发所述介电结构的第一区域，从而在所述介电结构的所述第一区域和所述电气导体结构的第一区域之间产生高压区域，以及

b)加热所述电气导体结构的所述第一区域，使得所述电气导体结构的经加热的所述第一区域的至少一部分能通过所述高压区域从所述工件弹出。

137.一种与用于处理工件的设备一起使用的非暂时性电脑可读取媒体，所述设备包括与介电结构热接触的电气导体结构，其中所述设备包括可操作以产生镭射能量束的镭射源，以及布置在射束路径内的定位器，所述镭射能量束可以沿着所述射束路径传播到所述

工件以及在加工点照射所述工件，并且可操作以相对于所述工件扫描所述镭射能量束，以及控制器可操作以控制所述定位器的操作，所述非暂时性电脑可读取媒体存储有指令，当由所述控制器执行时，使所述控制器执行方法，所述方法包括：

根据扫描技术来扫描所述镭射能量束以将来自所述镭射能量束的镭射能量传递到所述工件上多个光点位置的每一个，其中所述镭射能量束的特性和所述扫描技术使传递到所述光点位置的所述镭射能量：

a)蒸发所述介电结构的第一区域，从而在所述介电结构的所述第一区域和所述电气导体结构的第一区域之间产生高压区域，以及

b)加热所述电气导体结构的所述第一区域，使得所述电气导体结构的经加热的所述第一区域的至少一部分能通过所述高压区域从所述工件弹出。

镭射处理设备、镭射处理工件的方法及相关配置

[0001] 本申请是申请号为202010810329.X、申请日为2016-09-08,优先权日为2015年9月9日、发明名称为“镭射处理设备、镭射处理工件的方法及相关配置”的分案申请。

[0002] 相关申请案的交叉参考

本申请案主张下面临时专利申请案的权利:2015年9月9日提申的美国临时专利申请案第62/216,102号、2015年10月14日提申的美国临时专利申请案第62/241,624号、2015年12月28日提申的美国临时专利申请案第62/271,446号、2016年2月12日提申的美国临时专利申请案第62/294,991号、以及2016年7月26日提申的美国临时专利申请案第62/366,984号。本文以引用的方式将前述每一案完全并入。

技术领域

[0003] 本文中所揭示的实施例大体上关于用于工件的镭射处理的镭射处理设备和方法。

背景技术

[0004] 因为镭射的发明,已经有人研究藉由脉冲式光源来进行材料烧蚀。1982年藉由紫外光(UltraViolet,UV)准分子镭射辐射所蚀刻的聚合物的报告已激发对用于微加工的制程的广泛调查。从那时候起,此领域中的科学与产业研究便快速增加—主要受到能够经由使用镭射来钻凿、碾磨、标记以及复制非常小型特征元件的刺激。已经有开发并且施行镭射在高科技制造产业中的各式各样潜在应用,并且持续地开发与施行。举例来说,镭射是用于碾磨或钻凿孔洞、形成沟渠、…等以及用于在各种范围的材料之中或之上形成其它特征元件的实用工具。高解析度、精确性、速度以及灵活性的结合使得镭射处理在许多产业中获得高接受度,包含工件(例如,集成电路、硬盘、印刷装置、显示器、互连线以及类似物)的制造在内。然而,许多产业的趋势需要形成更多特征元件、更小特征元件、更高密度特征元件、…等;因而,突破了既有的镭射处理技术的极限,以便以可接受的精确性、品质、总处理量以及灵活性来处理工件。

发明内容

[0005] 于其中一实施例中,本发明提供一种在工件中形成通孔的方法,其包含:以所述工件为基准来格栅化(rastering)一射束轴(镭射脉冲会沿着所述射束轴被引导至所述工件上);以及传递多道镭射脉冲至所述工件的多个光点位置处。

[0006] 于另一实施例中,本发明提供一种在工件中形成通孔的方法,其包含:利用包含AOD的定位器以所述工件为基准来移动一射束轴,同时沿着形成所述射束轴的一射束路径来引导镭射脉冲,以便形成直径小于或等于和所述AOD相关联的扫描范围的通孔。

[0007] 于另一实施例中,本发明提供一种在工件中形成特征元件的方法,其包含:以所述工件为基准来移动所述射束轴,使得多群镭射脉冲会沿着许多扫描线被传递至所述工件;以及,在每一条扫描线中,相较于第一镭射脉冲被传递的位置,最后的镭射脉冲会被传递至比较靠近要被形成的特征元件之边界的位置。

[0008] 于又一实施例中，本发明提供一种处理工件的方法，其包含：于一扫描范围内以所述工件为基准来移动所述射束轴，其中，在第一方向中的第一扫描范围的大小小于在第二方向中的第一扫描范围的大小。

[0009] 于再一实施例中，本发明提供一种利用多道镭射能量射束来处理工件的设备，其会包含：第一扫描头至第四扫描头；一第一载台(stage)，其被配置成用以赋予所述第一扫描头与第三扫描头进行第一移动；以及一第二载台，其被配置成用以赋予所述第一扫描头与第二扫描头进行第二移动。

[0010] 于又一实施例中，本发明提供一种设备，其会包含多个分散器，用以将一镭射能量射束引导于多条射束路径之中。

[0011] 于另一实施例中，本发明提供一种使用在用于镭射处理工件的设备之中的光学装配件，其会包含一壳体，所述壳体具有一光学输入部与一光学输出部，其中，所述壳体包含至少一定位特征元件，所述至少一定位特征元件被配置成用以帮助于所述设备里面的一射束路径与选择自由所述光学输入部与光学输出部所组成的群中的至少其中一部进行光学对准。所述光学装配件可以进一步包含至少两个光学器件，所述至少两个光学器件被安置在所述壳体里面并且光学对准所述光学输入部与光学输出部。

[0012] 于其中一实施例中，本发明提供一种声光(Acousto-Optic，AO)装置，其会包含：一AO胞体(cell)；一超音波换能器；一吸收器；以及延伸在所述超音波换能器与所述吸收器之间的一冷却板，用以热接触所述AO胞体的一面。所述冷却板的热传输特征会沿着一延伸自所述连接器末端与所述吸收器末端的方向改变，使得所述冷却板能够：a)从所述AO胞体的一中央区域处移除较少热能，所述中央区域相对远离选择自由所述连接器末端与所述吸收器末端所组成的群中的至少其中一者，以及b)从所述AO胞体的一周围区域处移除相对多热能，所述周围区域相对靠近选择自由所述连接器末端与所述吸收器末端所组成的群中的至少其中一者。

[0013] 于另一实施例中，本发明提供一种方法，其包含：驱动一AOD系统，用以调变一已接收镭射脉冲，使得所述经调变镭射脉冲的M^2系数及/或空间强度轮廓类型不同于所述已接收镭射脉冲的M^2系数及/或空间强度轮廓类型。

[0014] 于又一实施例中，本发明提供一种方法，其包含：产生多个镭射脉冲，所述镭射脉冲的波长落在从9μm至11μm的范围之中；以及利用一声光偏折器(Acousto-Optic Deflector，AOD)来偏折所述脉冲传播的射束路径，所述声光偏折器包含一含有锗的AO胞体。

[0015] 于再一实施例中，本发明提供一种在工件中形成特征元件的方法，所述工件包含一被排列成用以热接触一介电结构的电气导体结构，所述方法会包含利用波长小于1μm的镭射脉冲来间接烧蚀所述电气导体结构。用以在工件中形成特征元件的另一种方法还会包含偏折一镭射脉冲射束，以便照射多个光点位置并且间接烧蚀一材料层。

[0016] 于又一实施例中，本发明提供一种用于处理工件的方法，其会包含沿着一共同射束轴来传递第一镭射能量射束与第二镭射能量射束，以便烧蚀一工件，其中，所述工件的至少一部分透明于所述第一镭射能量射束的波长，并且所述第一镭射能量射束被特征化为多道镭射脉冲，其具有非常短的第一脉冲时间持续长度，便在所述工件的所述部分里面诱发非线性的光吸收，且其中，用于产生所述第一镭射能量射束中的镭射脉冲的时序不相依于

用于产生所述第二镭射能量射束的动作。

[0017] 显见地，本说明书确认许多问题(举例来说，和精确性、品质、总处理量、…等相关联的问题，所述问题皆难以利用习知的镭射处理设备或习知的镭射处理技术来克服)，以及克服此些问题、提供新能力或改良能力、以及类似内容的许多实施例、范例、施行方式、组合、…等的细节。

附图说明

[0018] 图1概略图解根据其中一实施例的用于处理工件的设备。

[0019] 图2概略图解根据其中一实施例的显示在图1中的设备的第二定位器。

[0020] 图3概略图解根据某些实施例之和显示在图2中的第二定位器相关联的第二扫描范围。

[0021] 图4至6概略图解根据某些实施例的介于一感测范围与一第二扫描范围之间的空间关系。

[0022] 图7概略图解根据其中一实施例的用于处理工件的多头设备。

[0023] 图8与9概略图解根据其中一实施例的配合诸如图1与7中所示设备来使用的工件操纵系统的俯视图与侧视图。

[0024] 图10概略图解根据其中一实施例之和图7中所示的多头设备相关联的处理流程。

[0025] 图11至24概略图解根据某些实施例的用于扫描一感测范围与第二扫描范围的技术。

[0026] 图25至28概略图解根据某些实施例的用于扫描一处理光点的技术。

[0027] 图29、29A、以及29B概略图解根据其中一实施例的有助于各向异性材料移除的扫描技术。明确地说，图29图解一被叠置在要被处理的工件的俯视图上的扫描图样。图29A以及29B分别概略图解沿着直线XXIXA-XXIXA以及XXIXB-XXIXB所获得之利用图29中所示的扫描图样所形成的特征元件的剖视图。

[0028] 图30至32概略图解根据某些实施例的多光源设备。

[0029] 图33概略图解根据其中一实施例之用以在一多光源设备中结合多道镭射能量射束的方式。

[0030] 图34至37概略图解根据某些实施例的用于管理一AO胞体内的热负载的技术。

[0031] 图38概略图解根据其中一实施例的副产物移除系统。

具体实施方式

[0032] 以下配合图式及本发明的较佳实施例，进一步阐述本发明为达成预定发明目的所采取的技术手段。

[0033] 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，图式中的器件、特征元件、元件、…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，相同的元件符号表示相同的元件。因此，相同或是雷同的编号即使在其它图式中没有提及亦没有说明，仍可以参考对应图式来说明。同样地，没有利用元件符号来表示的元件亦可以参考其它图式来说明。

[0034] 本文中所使用的术语仅是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「所述」均希望包含复数形式。应所述明了的是,当说明书中用到「包括」及/或其变化形式时仅是表示所述特点、事物、步骤、操作、元件、及/或器件的存在,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、元件、器件、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,其包含上限范围与下限范围以及介于其间的任何子范围。除非另外表示;否则,「第一」、「第二」、…等词语仅是用来区分其中一元件与另一元件。举例来说,其中一个节点可被称为「第一节点」;同样地,另一个节点则可被称为「第二节点」,反之亦可。

[0035] 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系数。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元件或特征元件和另一元件或特征元件关系;但是,应所述明了的是,除了图中所描绘的配向之外,所述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,被描述为位在其它元件或特征元件「之下」或「底下」的元件便会被配向在所述其它元件或特征元件「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。

[0036] 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。应所述明白的是,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可以透澈与完整,并且传达本揭示内容的范畴给熟习本技术的人士。

[0037] Ⅰ.概述

[0038] 本文中所述实施例大体上关于用于镭射处理(或者,更简单的说,「处理」)工件的方法和设备。一般来说,,所述处理全部或部分藉由以镭射辐射照射所述工件来完成,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,或是修正用于形成所述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,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)。要被处理的材料可以在处理之前或是期间出现在所述工件外面,或者可以在处理之前或是期间全部位于所述工件里面(也就是,没有出现在所述工件外面)。

[0039] 可以由用于镭射处理的所揭设备来进行的处理的特定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)、镭射诱发正向转印、清洗、漂白、亮像素修复(举例来说,彩色滤波器变暗、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)、或是类似处理、或是前述的任何组合。因此,可以因为所述处理而被形成在一工件之上或里面的一或更多个特征元件会包含: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、欧姆

接点、电阻图样、可人工读取或可机器读取的标号(举例来说,其是由所述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)、或是类似的特征元件、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、…等的特征元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、…等的特征元件能够完全延伸贯穿所述工件(举例来说,以便形成所谓的「贯穿通孔」、「贯穿孔洞」、…等),或是仅部分贯穿所述工件(举例来说,以便形成所谓的「盲通孔」、「盲孔洞」、…等)。

[0040] 可被处理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,不论是合金、化合物、混合物、溶液、合成物、…等)所形成。可被处理的工件的特定范例包含:印刷电路板(Printed Circuit Board,PCB)所制成的面板(本文中亦称为「PCB面板」)、PCB、挠性印刷电路(Flexible Printed Circuit,FPC)、集成电路(Interated Circuit,IC)、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(举例来说,由下面所形成的基板:Al_2O3、AlN、BeO、Cu、GaAs、GaN、Ge、InP、Si、SiO_2、SiC、Si1-xGex(其中,0.0001<x<0.9999)、或是类似物、或是前述的任何组合或合金)、导线框架、导线框架白边、由塑胶形成的物品、无强化玻璃、热强化玻璃、化学强化玻璃(举例来说,通过离子交换制程)、石英、蓝宝石、塑胶、硅、…等、电子显示器的器件(举例来说,已形成于其上的基板、TFT、彩色滤波器、有机LED(Organic LED,OLED)阵列、量子点LED阵列、或是类似物、或是前述的任何组合)、透镜、面镜、屏幕保护器、涡轮叶片、粉末、薄膜、金属薄片、平板、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)、家俱(举例来说,微波炉、烤箱、冰箱、…等)、装置壳体(举例来说,用于手表、电脑、智能电话、平板电脑、穿戴式电子装置、或是类似物、或是前述的任何组合)。

[0041] 据此,可被处理的材料包含:一或更多种金属,例如,Al、Ag、Au、Cu、Fe、In、Mg、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;无机介电材料(举例来说,作为层间介电结构,例如,氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、或是类似物、或是前述的任何组合);低k介电材料(举例来说,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)、或是类似物、或是前述的任何组合);玻璃纤维;聚合材料(聚酰胺、聚酰亚胺、聚酯、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、以及前述的任何化合物、合成物、或是合金);强化玻璃-环氧树脂层叠板(举例来说,FR4);胶片;防焊层;或是类似物;或是前述的任何合成物、层叠板、或是其它组合。

[0042] II.系统-概述

[0043] 图1概略图解根据本发明其中一实施例之用于处理工件的设备。

[0044] 参考图1中所示的实施例，一种用于处理工件的设备100包含：一镭射源104，用于产生镭射脉冲；一第一定位器106；一第二定位器108；一第三定位器110；一扫描透镜112；以及一控制器114。有鉴于下面的说明，应所述明了的是，在所述设备100包含所述第二定位器108或是所述第三定位器110的前提下，第一定位器106的并入为非必要(也就是，所述设备100不需要包含所述第一定位器106)。同样地，应所述明了的是，在所述设备100包含所述第一定位器106或是所述第三定位器110的前提下，第二定位器108的并入为非必要(也就是，所述设备100不需要包含所述第二定位器108)。最后，同样应所述明了的是，在所述设备100包含所述第一定位器106或是所述第二定位器108的前提下，第三定位器110的并入为非必要(也就是，所述设备100不需要包含所述第三定位器110)。

[0045] 图中虽然并未显示；不过，所述设备100还包含一或更多个光学器件(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、绕射性光学元件、折射性光学元件、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、监视、或是量测由镭射源104所产生的镭射脉冲。应所述进一步明白的是，前面提及的器件中的一或更多者可以被提供，或者，所述设备100可以进一步包含一或更多个额外的器件，如在下面的专利案中的揭示：美国专利案第4,912,487号、第5,633,747号、第5,638,267号、第5,751,585号、第5,847,960号、第5,917,300号、第6,314,473号、第6,430,465号、第6,700,600号、第6,706,998号、第6,706,999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7,245,412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8,158,493号、第8,288,679号、第8,404,998号、第8,497,450号、第8,648,277号、第8,680,430号、第8,847,113号、第8,896,909号、第8,928,853号、第9,259,802号；或是在前面提及的美国临时专利申请公开案第2014/0026351号、第2014/0197140号、第2014/0263201号、第2014/0263212号、第2014/0263223号、第2014/0312013号中的揭示；或是在德国专利案第DE102013201968B4号中的揭示；或是在国际专利申请公开案第WO2009/087392号中的揭示；或是前述案件的任何组合。本文以引用的方式将前述案件中的每一案完全并入。

[0046] 透射穿过扫描透镜112的镭射脉冲会沿着一射束轴传播，以便被传递至工件102。被传递至工件102的镭射脉冲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，所述空间强度轮廓亦能够被特征化成沿着所述射束射束轴(或是射束路径116)传播的镭射脉冲的剖面形状，所述形状可以为圆形、椭圆形、矩形、三角形、六角形、环状、…等，或是任意形状。被传递的镭射脉冲能够被特征化成以落在从2μm至200μm的范围之中的光点尺寸照射所述工件102。如本文中的用法，「光点尺寸」一词是表示在所述射束轴横切至少部分要被所述被传递镭射脉冲处理的所述工件102的某一区域的位置处的被传递镭射脉冲的直径或是最大空间宽度(亦被称为「处理光点」、「光点位置」，或者，更简单的说法是，「光点」)。

[0047] 为达本文中讨论的目的，光点尺寸的量测是从所述射束轴至所述光学强度下降至至少为位在所述射束轴处的光学强度的1/e2的径向或横向距离。一般来说，一镭射脉冲的

光点尺寸在束腰(beam waist)处为最小。然而,应所述明白的是,光点尺寸亦能够小于2μm或是大于200μm。因此,被传递至工件102的至少一镭射脉冲会具有大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。同样地,至少一被传递镭射脉冲会具有小于下面数值的光点尺寸:200μm、150μm、100μm、80μm、55μm、50μm、45μm、40μm、35μm、30μm、15μm、10μm、7μm、5μm、3μm、2μm、…等;或是介于任何此些数值之间。于其中一实施例中,被传递至工件102的镭射脉冲会具有落在从25μm至60μm的范围之中的光点尺寸。于另一实施例中,被传递至工件102的镭射脉冲会具有落在从35μm至50μm的范围之中的光点尺寸。

[0048] A.镭射源

[0049] 一般来说,镭射源104可操作用以产生镭射脉冲。因此,所述镭射源104可以包含一脉冲镭射源、一CW镭射源、一QCW镭射源、一突波模式镭射源、或是类似的镭射源、或是前述的任何组合。于所述镭射源104包含QCW或CW镭射源的情况中,所述镭射源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所述QCW或CW镭射源处所输出的镭射辐射射束。图中虽然并未显示;不过,所述设备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所述镭射源104所输出的光的波长。据此,最终被传递至工件102的镭射脉冲可以被特征化成具有位于下面电磁频谱范围中的一或更多者之中的一或更多个波长:紫外光(UV);可见光(举例来说,紫光、蓝光、绿光、红光、…等);或是红外光(InfraRed,IR)(举例来说,波长范围从750nm至1.4μm的近IR光(Near-IR,NIR)、波长范围从1.4μm至3μm的短波长IR光(Short-Wavelength IR,SWIR)、波长范围从3μm至8μm的中波长IR光(Mid-Wavelength IR,MWIR)、或是波长范围从8μm至15μm的长波长IR光(Long-Wavelength IR,LWIR));或是前述的任何组合。

[0050] 于另一实施例中,所述镭射源104可以被提供为QCW或CW镭射源且不包含脉冲闸控单元。于此实施例中,所述镭射源104可以产生依连续(非脉冲式)镭射射束,用以沿着所述射束路径116接续传播。因此,所述镭射源104能够广泛地被特征化成可操作用以产生一镭射能量射束,所述镭射能量射束可以表现为一连串的镭射脉冲或者表现为一连续镭射射束,其接着能够沿着所述射束路径116被传播。本文中所讨论的许多实施例虽然参考镭射脉冲;不过,应所述明了的是,亦可于适当时运用连续射束,或是额外运用连续射束。

[0051] 由所述镭射源104所输出的镭射脉冲会具有落在从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,以所述脉冲中的光学功率相对于时间关系的半高宽(Full-Width at Half-Maximum,FWHM)为基础)。然而,应所述明白的是,所述脉冲时间持续长度亦能够小于30fs,或是大于900ms。因此,由镭射源104所输出的至少一镭射脉冲会具有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、700fs、750fs、850fs、900fs、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。同样地,由镭射源104所输出的至少一镭射脉冲会具有小于下面数值的脉冲时间持续长度:1s、900ms、500ms、300ms、100ms、50ms、20ms、10ms、5ms、2ms、1ms、900μs、500μs、300μs、100μs、50

μs、10μs、5μs、1μs、800ns、400ns、200ns、100ns、50ns、20ns、10ns、5ns、2ns、1.5ns、1ns、500ps、200ps、100ps、75ps、50ps、25ps、15ps、10ps、7ps、5ps、4ps、3ps、2ps、1ps、900fs、850fs、750fs、700fs、500fs、300fs、200fs、150fs、100fs、50fs、30fs、15fs、10fs、…等;或是介于任何此些数值之间。于其中一实施例中,由镭射源104所输出的镭射脉冲的脉冲时间持续长度落在从3ps至15ps的范围之中。于另一实施例中,由镭射源104所输出的镭射脉冲的脉冲时间持续长度落在从5ps至7ps的范围之中。

[0052] 由镭射源104所输出的镭射脉冲会具有落在从100mW至50kW的范围之中的平均功率。然而,应所述明白的是,所述平均功能亦能够小于100mW,或是大于50kW。因此,由镭射源104所输出的镭射脉冲会具有大于或等于下面数值的平均功率: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。同样地,由镭射源104所输出的镭射脉冲会具有小于下面数值的平均功率:50kW、20kW、3kW、2kW、500W、250W、200W、150W、100W、60W、50W、30W、25W、18W、15W、10W、7W、6W、5W、4W、3W、2W、1W、800mW、500mW、300mW、100mW、…等;或是介于任何此些数值之间。

[0053] 镭射脉冲能够由镭射源104以落在从5kHz至1GHz的范围之中的脉冲重复率来输出。然而,应所述明白的是,所述脉冲重复率亦能够小于5kHz,或是大于1GHz。因此,镭射脉冲能够由镭射源104以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、70MHz、100MHz、150MHz、200MHz、250MHz、300MHz、350MHz、500MHz、550MHz、700MHz、900MHz、2GHz、10GHz、…等;或是介于任何此些数值之间。同样地,镭射脉冲能够由镭射源104以小于下面数值的脉冲重复率来输出:10GHz、2GHz、1GHz、900MHz、700MHz、550MHz、500MHz、350MHz、300MHz、250MHz、200MHz、150MHz、100MHz、90MHz、70MHz、50MHz、20MHz、10MHz、5MHz、4MHz、3MHz、2.5MHz、2MHz、1.9MHz、1.8MHz、1.5MHz、1MHz、900kHz、800kHz、500kHz、275kHz、250kHz、225kHz、175kHz、100kHz、50kHz、5kHz、…等;或是介于任何此些数值之间。

[0054] 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的镭射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,以便以足以具有处理所述工件102的光学强度(单位为W/cm2)、通量(单位为J/cm2)、…等的处理光点来照射所述工件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元件,以便防止所述工件102在所述(些)特征元件的形成期间遭到非所希望的破坏,或是达成类似的目的,或是前述的任何组合)。

[0055] 镭射源104所输出的镭射类型的范例可以被特征化成:气体镭射(举例来说,二氧化碳镭射、一氧化碳镭射、准分子镭射、…等);固态镭射(举例来说,Nd:YAG镭射、…等);棒镭射;光纤镭射;光子晶体棒/光纤镭射;被动式锁模固态体镭射或光纤镭射;染料镭射;锁模二极管镭射;脉冲式镭射(举例来说,ms脉冲式镭射、ns脉冲式镭射、ps脉冲式镭射、fs脉冲式镭射);CW镭射;QCW镭射;或是类似镭射、或是前述的任何组合。视它们的配置而定,气体镭射(举例来说,二氧化碳镭射、…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)。可以被提供作为镭射源104的镭射源的特定范例包含下面一或更多种镭射源,例如:由EOLITE所制造的BOREAS、HEGOA、SIROCCO、或是CHINOOK镭射系列;由PYROPHOTONICS所制造的PYROFLEX镭射系列;由COHERENT所制造的PALADIN Advanced 355或DIAMOND镭射系列(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);由SYNRAD所制造的PULSTAR或FIRESTAR镭射系列;TRUFLOW镭射系列(举例来说,TRUFLOW 2000、2700、3000、3200、3600、4000、5000、6000、7000、8000、10000、12000、15000、20000)、TRUCOAX镭射系列(举例来说,TRUCOAX 1000),或是TRUDISK镭射系列、TRUPULSE镭射系列、TRUDIODE镭射系列、TRUFIBER镭射系列、或是TRUMICRO镭射系列,全部由TRUMPF所制造;由AMPLITUDE SYSTEMES所制造的TANGERINE镭射系列与SATSUMA镭射系列(以及MIKAN与T-PULSE系列振荡器);由IPG PHOTONICS所制造的CL镭射系列、CLPF镭射系列、CLPN镭射系列、CLPNT镭射系列、CLT镭射系列、ELM镭射系列、ELPF镭射系列、ELPN镭射系列、ELPP镭射系列、ELR镭射系列、ELS镭射系列、FLPN镭射系列、FLPNT镭射系列、FLT镭射系列、GLPF镭射系列、GLPN镭射系列、GLR镭射系列、HLPN镭射系列、HLPP镭射系列、RFL镭射系列、TLM镭射系列、TLPN镭射系列、TLR镭射系列、ULPN镭射系列、ULR镭射系列、VLM镭射系列、VLPN镭射系列、YLM镭射系列、YLPF镭射系列、YLPN镭射系列、YLPP镭射系列、YLR镭射系列、YLS镭射系列、FLPM镭射系列、FLPMT镭射系列、DLM镭射系列、BLM镭射系列、或是DLR镭射系列(举例来说,其包含GPLN-100-M、GPLN-500-QCW、GPLN-500-M、GPLN-500-R、GPLN-2000-S、…等);或是类似的镭射、或是前述的任何组合。

[0056] B.第一定位器

[0057] 所述第一定位器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镭射源104所产生的镭射脉冲进行绕射、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」所述镭射脉冲),以便移动所述射束路径116(举例来说,以扫描透镜112为基准),且结果,以便以所述工件102为基准来移动所述射束轴。一般来说,所述第一定位器106被配置成用以沿着X轴(或方向)与Y轴(或方向),以所述工件102为基准来移动所述射束轴。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的Y轴(或方向)与Z轴(或方向)的轴(或方向)。

[0058] 由所述第一定位器106所赋予的以所述工件102为基准来移动所述射束轴通常会受到限制,使得所述处理光点能够被扫描、被移动、或是被定位在一第一扫描场或「第一扫描范围」里面,所述第一扫描场或「第一扫描范围」延伸在X方向与Y方向之中的0.01mm至4.0mm之间。然而,应所述明白的是,所述第一扫描范围可以延伸在X方向或Y方向的任一者之中小于0.01mm,或是大于4.0mm(举例来说,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、入射于所述第一定位器106上的镭射脉冲的射束尺寸、光点尺寸、…等)。因此,所述第一扫描范围可以延伸在X方向与Y方向的任一者之中大于或等于下面数值的距离: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、…等;或是介于任何此些数值之间。同样地,所述第一扫描范围可以延伸在X方向与Y方向的任一者之中小于下面数值的距离:5mm、4.2mm、4.0mm、3.5mm、3.0mm、2.5mm、2.0mm、1.8mm、1.5mm、1.4mm、1.0mm、0.5mm、0.1mm、0.04mm、0.01mm、…等;或是介于任何此些数值之间。如本文中的用法,「射束尺寸」一词表示一镭射脉冲的直径或宽度,并且能够被量测成从所述射束轴至所述光学强度下降至至少为位在沿着所述射束

路径116的传播轴处的光学强度的1/e2的径向或横向距离。因此，于某些实施例中，所述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)可以大于或等于一要被形成在所述工件102之中的特征元件(举例来说，开口、凹部、通孔、沟渠、…等)的对应最大维度(于X-Y平面中所测得)。然而，于另一实施例中，所述第一扫描范围的最大维度可以小于所述要被形成的特征元件的所述最大维度。

[0059] 一般来说，所述第一定位器106能够将所述处理光点定位于所述第一扫描范围里面的任何位置处(因而移动所述射束轴)的速率(亦称为「定位速率」)是落在从50kHz(或是大约50kHz)至10MHz(或是大约10MHz)的范围之中。此范围于本文中亦称为第一定位频宽。所述定位速率的倒数值于本文中称为「定位周期」，并且表示用以将所述处理光点的位置从所述第一扫描范围里面的其中一个位置处改变至所述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，所述第一定位器106能够藉由一落在从20μs(或是大约20μs)至0.1μs(或是大约0.1μs)的范围之中的定位周期来特征化。于其中一实施例中，所述第一定位频宽落在从100kHz(或是大约100kHz)至2MHz(或是大约2MHz)的范围之中。

[0060] 所述第一定位器106能够被提供成为一微机电系统(Micro-Electro-Mechanical-System，MEMS)面镜或面镜阵列、一AO偏折器(AOD)系统、一电光偏折器(Electro-Optic Deflector，EOD)系统、一快速操控面镜(Fast-Steering Mirror，FSM)元件，其并入一压电式致动器、电致伸缩式致动器、音圈致动器、…等、或是类似物、或是前述的任何组合。于其中一实施例中，所述第一定位器106被提供成为一AOD系统，其包含至少一(举例来说，一个、两个、…等)单元件AOD系统、至少一(举例来说，一个、两个、…等)相位阵列AOD系统、或是类似物、或是前述的任何组合。两种AOD系统皆包含一由诸如下面的材料所形成的AO胞体：结晶Ge、PbMoO4、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系统是表示一种仅具有单一超音波换能器元件的AOD系统，所述单一超音波换能器元件被音频耦接至所述AO胞体；而「相位阵列」AOD系统则包含一由至少两个超音波换能器元件所组成的相位阵列，所述至少两个超音波换能器元件被音频耦接至一共同的AO胞体。

[0061] 熟习本技术的人士便会明了，声光(AO)技术(举例来说，AOD、AOM、…等)运用传播通过所述AO胞体的声波所造成的绕射效应来调变一同时传播通过所述AO胞体的光波(也就是，本申请案的内文中的镭射能量射束)的一或更多项特征。一般来说，所述AO胞体能够于相同的区域中支援所述声波与所述光波两者。所述声波会干扰所述AO胞体之中的折射率。声波通常藉由于一或更多个RF频率处驱动所述超音波换能器元件而被发射至所述AO胞体之中。藉由控制所述声波的特征(举例来说，振幅、频率、相位、…等)，所述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，以便移动所述射束路径116(举例来说，以扫描透镜112为基准)。还应所述明了的是，被发射至一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，用以在一镭射能量射束通过所述AO胞体时衰减所述镭射能量射束之中的能量。据此，一AOD系统亦能够被操作用以调变最终被传递至所述工件102的镭射脉冲的脉冲能量(并且相应地调变通量、尖峰功率、光学强度、平均功率、…等)。

[0062] 应所述明白的是，用以形成所述AO胞体的材料相依于沿着所述射束路径116传播以便入射于所述AO胞体上的镭射脉冲的波长。举例来说，诸如结晶Ge的材料能够使用在要被偏折的镭射脉冲的波长落在从2μm(或是大约2μm)至12μm(或是大约12μm)的范围之中；诸如石英与TeO2的材料则能够使用在要被偏折的镭射脉冲的波长落在从200nm(或是大约

200nm)至5μm(或是大约5μm)的范围之中。

[0063] 应所述明了的是,AOD系统为分散元件,且因此,最适合偏折具有合宜狭窄频谱线宽的镭射脉冲(举例来说,以所述脉冲中的光学功率频谱密度的半高宽(FWHM)为基础)。被配置成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镭射脉冲的镭射源104通常会产生具有合宜狭窄频谱线宽的镭射脉冲。诸如高功率CW气体镭射(例如,平均功率大于约300W的二氧化碳或一氧化碳CW镭射)以及其它低功率CW或脉冲式气体镭射(例如,平均功率小于约300W)的镭射源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镭射脉冲。在习知技术中,能够产生镭射脉冲的高功率脉冲式气体镭射(例如,平均功率大于约300W的二氧化碳或一氧化碳脉冲式镭射)是以主振荡器功率电荷放大器(Master Oscillator Power Amplifier,MOPA)镭射系统架构为基础。

[0064] 所述AOD系统中的任一者可以被提供成为单轴AOD系统(举例来说,被配置成用以沿着单一方向来移动所述射束轴)或是藉由偏折所述射束路径116而被提供成为多轴AOD系统(举例来说,被配置成用以沿着多个方向,举例来说,X方向与Y方向来移动所述射束轴)。一般来说,一多轴AOD系统能够被提供成为一多胞体(cell)系统或是一单胞体系统。一多胞体、多轴系统通常包含多个AOD系统,每一个AOD系统皆被配置成用以沿着一不同轴来移动所述射束轴。举例来说,一多胞体、多轴系统会包含:一第一AOD系统(举例来说,一单元件或相位阵列AOD系统),其被配置成用以沿着所述X方向来移动所述射束轴(举例来说,「X轴AOD系统」);以及一第二AOD系统(举例来说,一单元件或相位阵列AOD系统),其被配置成用以沿着所述Y方向来移动所述射束轴(举例来说,「Y轴AOD系统」)。一单胞体、多轴系统(举例来说,「X/Y轴AOD系统」)通常包含单一AOD系统,其被配置成用以沿着所述X方向或Y方向来移动所述射束轴。举例来说,一单胞体系统会包含至少两个超音波换能器元件,其被音频耦接至一共同AO胞体的不同平面、小面、侧边、…等。

[0065] C.第二定位器

[0066] 和第一定位器106相同,所述第二定位器108被设置在射束路径116之中,并且可操作用以对由镭射源104所产生并且通过所述第一定位器106的镭射脉冲进行绕射、反射、折射、或是类似作用、或是前述的任何组合,以便通过以扫描透镜112为基准移动所述射束路径116而以所述工件102为基准来移动所述射束轴(举例来说,沿着X方向及Y方向)。由所述第二定位器108所赋予之以所述工件102为基准来移动所述射束轴通常会受到限制,使得所述处理光点能够被扫描、被移动、或是被定位在一第二扫描场或「第二扫描范围」里面,所述第二扫描场或「第二扫描范围」延伸在X方向及/或Y方向之中,其面积大于所述第一扫描范围。有鉴于本文中所述的配置,应所述明了的是,由所述第一定位器106所赋予的射束轴的移动会叠加由所述第二定位器108所赋予的射束轴的移动。因此,所述第二定位器108可操作用以于所述第二扫描范围里面扫描所述第一扫描范围。

[0067] 于其中一实施例中,所述第二扫描范围延伸在X方向及/或Y方向之中的1mm至50mm之间。于另一实施例中,所述第二扫描范围延伸在X方向及/或Y方向之中的15mm至30mm之间。然而,应所述明白的是,所述第二定位器108亦可以被配置成用以使得所述第二扫描范围延伸在X方向或Y方向的任一者之中小于1mm,或是大于50mm。因此,于某些实施例中,所述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

或等于一要被形成在所述工件102之中的特征元件(举例来说,通孔、沟渠、切割线、下凹区、导体线路、…等)的对应最大维度(于X-Y平面中所测得)。然而,于另一实施例中,所述第二扫描范围的最大维度可以小于所述要被形成的特征元件的所述最大维度。

[0068] 一般来说,所述第二定位器108能够将所述处理光点定位于所述第二扫描范围里面的任何位置处(因而于所述第二扫描范围里面移动所述射束轴及/或于所述第二扫描范围里面扫描所述第一扫描范围)的定位速率的范围(于本文中亦称为「第二定位频宽」)小于所述第一定位频宽。于其中一实施例中,所述第二定位频宽是落在从900Hz至5kHz的范围之中。于另一实施例中,所述第一定位频宽是落在从2kHz至3kHz的范围之中(举例来说,约2.5kHz)。

[0069] 所述第二定位器108能够被提供成为一检流计面镜系统,其包含两个检流计面镜器件,其中,其中一个检流计面镜器件被排列成用以沿着所述X方向以所述工件102为基准来移动所述射束轴,而另一个检流计面镜器件则被排列成用以沿着所述Y方向以所述工件102为基准来移动所述射束轴。然而,于其它实施例中,所述第二定位器108亦可以被提供成为一旋转多边形面镜系统、…等。因此,应所述明白的是,视所述第二定位器108与所述第一定位器106的特定配置而定,所述第二定位频宽可以大于或等于所述第一定位频宽。D.第三定位器

[0070] 所述第三定位器110可操作用以以扫描透镜112为基准移动所述工件102,且因此,以所述射束轴为基准来移动所述工件102。以所述射束轴为基准来移动所述工件102通常会受到限制,使得所述处理光点能够被扫描、被移动、或是被定位在一第三扫描场或「第三扫描范围」里面,所述第三扫描场或「第三扫描范围」延伸在X方向及/或Y方向之中,其面积大于所述第二扫描范围。于其中一实施例中,所述第三扫描范围延伸在X方向及/或Y方向之中的25mm至2mm之间。于另一实施例中,所述第三扫描范围延伸在X方向及/或Y方向之中的0.5mm至1.5mm之间。一般来说,所述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)会大于或等于要被形成在所述工件102之中的任何特征元件的对应最大维度(于X-Y平面中所测得)。视情况,所述第三定位器110可以被配置成用以于一延伸在Z方向之中的扫描范围里面以所述射束轴为基准来移动所述工件102(举例来说,落在1mm与50mm之间的范围中)。因此,所述第三扫描范围可以沿着X方向、Y方向、及/或Z方向延伸。

[0071] 有鉴于本文中所述的配置,应所述明了的是,由所述第一定位器106及/或所述第二定位器108所赋予的射束轴的移动会叠加由所述第三定位器110所赋予的射束轴的移动。因此,所述第三定位器110可操作用以于所述第三扫描范围里面扫描所述第一扫描范围及/或所述第二扫描范围。一般来说,所述第三定位器110能够将所述处理光点定位于所述第三扫描范围里面的任何位置处(因而移动所述工件102、于所述第三扫描范围里面移动所述第一扫描范围、及/或于所述第三扫描范围里面扫描所述第二扫描范围)的定位速率的范围(于本文中亦称为「第三定位频宽」)小于所述第二定位频宽。于其中一实施例中,所述第三定位频宽是落在10Hz(或是大约10Hz)的范围之中,或是更小。

[0072] 于其中一实施例中,所述第三定位器110被提供成为一或更多个线性载台(举例来说,每一者皆能够沿着所述X方向、Y方向及/或Z方向来平移移动所述工件102)、一或更多个旋转载台(举例来说,每一者皆能够绕着一平行于所述X方向、Y方向及/或Z方向的轴来旋转

移动所述工件102)、或是类似物、或是前述的任何组合。于其中一实施例中，所述第三定位器110包含：一X载台，用于沿着所述X方向来移动所述工件102；以及一Y载台，其受到所述X载台支撑(且因此，可藉由所述X载台而沿着所述X方向移动)，用于沿着所述Y方向来移动所述工件102。图中虽然并未显示；不过，设备100还可能包含一非必要的基底(举例来说，花岗石块)，用以支撑所述第三定位器110。

[0073] 图中虽然并未显示；不过，设备100还可能包含一非必要的夹盘，其被耦接至所述第三定位器110，工件102能够以机械方式被钳止、固定、固持、固锁、或是以其它方式被支撑于所述夹盘。于其中一实施例中，所述工件102能够被钳止、固定、固持、固锁、或是以其它方式被支撑，以便直接接触所述夹盘的一主要(通常为平坦的)支撑表面。于另一实施例中，所述工件102能够被钳止、固定、固持、固锁、或是以其它方式被支撑，以便和所述夹盘的所述主要支撑表面隔开。于另一实施例中，所述工件102能够藉由从所述夹盘施加至所述工件102或是出现在所述工件102与所述夹盘之间的作用力(举例来说，静电力、真空力、磁力)被固定、固持、或是固锁。

[0074] 如目前已述，设备100运用一所谓的「堆叠式」定位系统，其中，诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等的器件的位置是以所述工件102为基准于所述设备100里面保持静止(举例来说，如本技术中已知般，通过一或更多个支撑架、框架、…等)，所述工件102会通过所述第三定位器110被移动。于另一实施例中，所述第三定位器110可以被排列并且被配置成用以移动诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等的一或更多个器件，而工件102则可以保持静止。于又一实施例中，所述设备100能够运用一分光轴定位系统，其中，诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等的一或更多个器件是由一或更多个线性载台或旋转载台来携载。于此实施例中，所述第三定位器110包含：一或更多个线性载台或旋转载台，其被排列并且被配置成用以移动诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等的一或更多个器件；以及一或更多个线性载台或旋转载台，其被排列并且被配置成用以移动工件102。因此，所述第三定位器110会移动所述工件102、所述扫描透镜112(或是和所述扫描透镜112相关联的扫描头，如下面的讨论)。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6,706,999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。

[0075] 于另一实施例中，诸如第一定位器106、第二定位器108、扫描透镜112、…等的一或更多个器件可以由一铰接式多轴机器人手臂(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，所述第二定位器108及/或扫描透镜112可以视情况由所述机器人手臂的一末端效果器来携载。于又一实施例中，所述工件102可以直接被携载于一铰接式多轴机器人手臂的一末端效果器之上(也就是，没有第三定位器110)。于再一实施例中，所述第三定位器110可以被携载于一铰接式多轴机器人手臂的一末端效果器之上。

[0076] D.扫描透镜

[0077] 扫描透镜112(举例来说，被提供成为一简易透镜或是一复合透镜)通常被配置成用以聚焦沿着所述射束路径被引导的镭射脉冲，一般来说，以便产生一能够被定位在所述

所希望的处理光点处的束腰。所述扫描透镜112可以被提供成为一f-西塔透镜(f-theta lens)、一远心透镜、一轴锥透镜(于此情况中,一连串的束腰会被产生,从而沿着所述射束轴产生彼此有位移的多个处理光点)、或是类似物、或是前述的任何组合。于其中一实施例中,所述扫描透镜112被提供成为一固定焦距透镜并且被耦接至一透镜致动器(图中并未显示),所述透镜致动器被配置成用以移动所述扫描透镜112(举例来说,以便沿着所述射束轴改变所述束腰的位置)。举例来说,所述透镜致动器可以被提供成为一音圈,其被配置成用以沿着Z方向来线性平移所述扫描透镜112。于另一实施例中,所述扫描透镜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COGNEX、VARIOPTIC、…等目前所提供的技术),其能够被致动(举例来说,通过透镜致动器)用以沿着所述射束轴来改变所述束腰的位置。

[0078] 于其中一实施例中,所述扫描透镜112与所述第二定位器108被整合于一共同壳体或是「扫描头」118之中。因此,于所述设备100包含一透镜致动器的实施例中,所述透镜致动器可以被耦接至所述扫描透镜112(举例来说,以便以所述第二定位器108为基准于所述扫描头118里面致能移动所述扫描透镜112)。或者,所述透镜致动器亦可被耦接至所述扫描头118(举例来说,以便致能移动所述扫描头118本身,于此情况中,所述扫描透镜112与所述第二定位器108会一起移动)。于另一实施例中,所述扫描透镜112与所述第二定位器108会被整合于不同的壳体之中(举例来说,使得其中整合着所述扫描透镜112的壳体可以以其中整合着所述第二定位器108的壳体为基准来移动)。所述扫描头118的器件,或是整个所述扫描头118本身,可以由一模组式装配件组成,使得所述扫描头118的一器件可轻易地被移除并且以另一器件来取代、使得其中一个扫描头118可轻易地被移除并且以另一扫描头来取代、…等。

[0079] E.控制器

[0080] 一般来说,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通讯链路,例如,USB、以太网络络、Firewire、Wi-Fi、RFID、NFC、蓝牙、Li-Fi、或是类似链路、或是前述的任何组合)设备100中的一或更多个器件,例如,镭射源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、…等,且因此可响应于由所述控制器114所输出的一或更多个控制讯号来操作。

[0081] 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,以便在所述射束轴与所述工件之间赋予相对移动,便导致所述处理光点与所述工件102之间沿着所述工件102里面的一路径或轨线(于本文中亦称为「处理轨线」)的相对移动。应所述明白的是,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(举例来说,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所述处理光点与所述工件102之间赋予相对移动(从而在所述射束轴与所述工件之间赋予「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(举例来说,第一定位器106、第二定位器108、或是第三定位器110),用以在所述处理光点与所述工件102之间赋予相对移动(从而在所述射束轴与所述工件之间赋予「非复合的相对移动」)。

[0082] 用以命令复合或非复合相对移动的控制讯号可以事先算出,或者,可以即时决定。于另一范例中,控制器114可以控制第一定位器106的操作,用以改变被传递至所述处理光

点的镭射脉冲的光点形状或光点尺寸(举例来说,藉由连续变频(chirp)被施加至所述第一定位器106中的一或更多个AOD系统的一或更多个超音波换能器元件的RF讯号、藉由施加一经频谱塑形的RF讯号至所述第一定位器106中的一或更多个AOD系统的一或更多个超音波换能器元件、或是类似的作法或前述的任何组合)。

[0083] 前述器件中的一或更多者能够被控制以实施的操作的某些范例包含任何操作、功能、处理、方法、…等,如下面已于前面提及的专利案中的揭示:美国专利案第4,912,487号、第5,633,747号、第5,638,267号、第5,751,585号、第5,847,960号、第5,917,300号、第6,314,473号、第6,430,465号、第6,700,600号、第6,706,998号、第6,706,999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7,245,412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8,680,430号、第8,847,113号、第8,896,909号、第8,928,853号、第9,259,802号;或是在前面提及的美国临时专利申请公开案第2014/0026351号、第2014/0197140号、第2014/0263201号、第2014/0263212号、第2014/0263223号、第2014/0312013号中的揭示;或是在德国专利案第DE102013201968B4号中的揭示;或是在国际专利申请公开案第WO2009/087392号中的揭示;或是前述案件的任何组合。

[0084] 一般来说,控制器114包含一或更多个处理器,其被配置成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编程化处理器(举例来说,其包含一或更多个一般用途电脑处理器、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),其被配置成用以执行所述指令。可由所述(些)处理器来执行的指令可以以软件、固件、…等来施行,或是以任何合宜形式的电路系统来施行,其包含:可编程化逻辑器件(Programmable Logic Device,PLD);现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array,FPGA);现场可编程对象阵列(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、类比电路系统、以及混合式类比/数字电路系统;或是类似物;或是前述的任何组合。指令的执行能够在一处理器上被实施、分散于多个处理器之间、平行跨越一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。

[0085] 于其中一实施例中,控制器114包含有形媒体,例如,电脑存储器,其可让所述处理器来存取(举例来说,通过一或更多条有线或无线通讯链路)。如本文中的用法,「电脑存储器」包含:磁性媒体(举例来说,磁带、硬盘机、…等);光碟;挥发性或非挥发性半导体存储器(举例来说,RAM、ROM、NAND型闪存存储器、NOR型闪存存储器、SONOS存储器、…等);…等,并且可以区域性存取、远端存取(举例来说,跨越一网络)、或是前述的任何组合。一般来说,所述指令可以以本文中所提供的描述(举例来说,以C、C++、Visual Basic、Java、Python、Tel、Perl、Scheme、Ruby、…等所撰写)被储存成为能够由技师轻易创造的电脑软件(举例来说,可执行的码、档案、指令、…等、程序库档案、…等)。电脑软件经常被储存在由电脑存储器所传送的一或更多个资料结构中。

[0086] 图中虽然并未显示;不过,一或更多个驱动器(举例来说,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器件(例如,镭射源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、用于进行Z高度补偿的机制(参见下

文)、…等)的输入。于其中一实施例中,每一个驱动器通常包含一被通讯耦接至控制器114的输入,且因此,所述控制器114可以操作用以产生一或更多个控制讯号(举例来说,触发讯号、…等),所述控制讯号能够被传送至和设备100的一或更多个器件相关联的一或更多个驱动器的输入。因此,诸如所述镭射源104、所述第一定位器106、所述第二定位器108、所述第三定位器110、所述透镜致动器、…等的器件会响应于由所述控制器114所产生的控制讯号。

[0087] 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,器件特定控制器)可以视情况被通讯耦接至一被通讯耦接至一器件(例如,镭射源104、第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、透镜致动器、用于进行Z高度补偿的机制、…等)且因此与所述器件相关联的驱动器的输入。于此实施例中,每一个器件特定控制器会被通讯耦接至所述控制器114并且可操作用以响应于接收自所述控制器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)。所述控制讯号能够被传送至与其通讯耦接的驱动器的输入。于此实施例中,一器件特定控制器可以如同针对控制器114所述般的方式被配置。

[0088] 于提供一或更多个器件特定控制器的另一实施例中,和其中一个器件(举例来说,镭射源104)相关联的器件特定控制器会被通讯耦接至和其中一个器件(举例来说,第一定位器106、…等)相关联的器件特定控制器。于此实施例中,所述器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器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)。

[0089] III.关于第二定位器的实施例

[0090] 在此段落中关于第二定位器108的特殊实施例虽然配合设备100来讨论;不过,应所述明白的是,此些实施例中的任一者或是它们的任何组合亦可以配合设备100以外的任何镭射处理设备来施行。于某些实施例中,所述第二定位器108被提供成为一检流计面镜系统,其包含被设置在所述射束路径之中的多个检流计面镜器件(举例来说,各包含一面镜)。

[0091] 举例来说,并且参考图2,所述检流计面镜系统被提供成为检流计面镜系统200,其包含一第一检流计面镜器件202a以及一第二检流计面镜器件202b。第一检流计面镜器件202a包含:一第一面镜204a,其被耦接至一第一底座206a;一第一马达208a,用以通过所述第一底座206a来旋转所述第一面镜204a;以及,视情况,一定位侦测器(图中并未显示),其被配置成用以产生一对应于所述第一底座206a绕着一第一旋转轴210a旋转的定位讯号,举例来说,以便致能所述第一马达208a的闭路伺服控制。同样地,第二检流计面镜器件202b包含一第二面镜204b、一第二底座206b、以及一第二马达208b,每一者的配置皆如同上面参考第一检流计面镜器件202a的说明。所述第二检流计面镜器件202b还会视情况包含一定位侦测器(图中并未显示),其被配置成用以产生一对应于所述第二底座206b绕着一第二旋转轴210b旋转的定位讯号,举例来说,以便致能所述第二马达208b的闭路伺服控制。

[0092] 如图中示范性显示,第一面镜204a被设置在射束路径116中的第一位置处(举例来说,被放置在相对远离扫描透镜112处)以及第二面镜204b被设置在射束路径116中的第二位置处(举例来说,被放置在相对靠近扫描透镜112处)。第一面镜204a可绕着第一旋转轴210a(举例来说,Y轴)旋转,用以反射镭射脉冲并且移动所述射束路径116(从而于第二扫描范围里面移动所述射束轴,举例来说,沿着X方向延伸距离d(x))。同样地,第二面镜204b可

绕着第二旋转轴210b(举例来说,X轴)旋转,用以反射镭射脉冲并且移动所述射束路径116(从而于第二扫描范围里面移动所述射束轴,举例来说,沿着Y方向延伸距离d(y))。于某些实施例中,如上面所述,距离d(x)与d(y)能够落在从1mm至200mm的范围之中。然而,应所述明白的是距离d(x)与d(y)亦能够落在小于1mm或是大于200mm的范围之中。因此,距离d(x)与d(y)能够大于或等于1mm、2mm、5mm、10mm、25mm、50mm、100mm、150mm、160mm、170mm、200mm、…等。同样地,距离d(x)与d(y)能够小于200mm、170mm、160mm、150mm、100mm、50mm、25mm、10mm、5mm、2mm、1mm、…等,或是介于任何此些数值之间。

[0093] A.远心误差

[0094] 于其中一实施例中,检流计面镜系统200被配置成使得所述射束路径在先被第一面镜204a偏折并且接着被第二面镜204b偏折之后会于所述射束轴在所述第二扫描范围里面移动时与扫描透镜112的瞳孔相交(或是在所述瞳孔附近的位置处与所述扫描透镜112相交)。然而,已经发现的是,检流计面镜系统200的某些配置会导致所述射束路径在先被第一面镜204a偏折并且接着被第二面镜204b偏折之后于偏离扫描透镜112的瞳孔的位置处和扫描透镜112相交(或是在前面提及的所述瞳孔附近以外的位置处与所述扫描透镜112相交),从而产生远心误差,其会导致镭射脉冲被传递至位置上偏离所希望的处理光点位置的位置。举例来说,本案发明人已经发现,在第一面镜204a处的每1。角度的偏折便会有0.8μm的位置偏离(在X方向与Y方向中),相依于工作表面Z高度。在第二面镜204b处的每一个角度偏折则有较小的位置偏离。虽然不希望受到任何特殊理论限制;不过,咸信,从第一面镜204a至扫描透镜112的距离(其大于第二面镜204b与扫描透镜112之间的距离)是造成被观察到的远心误差及位置偏离的主因。此些位置偏离最终会在钻凿特征元件(例如,通孔)时损及位置精确性与准确性。

[0095] 为在钻凿特征元件(例如,通孔)时帮助维持位置精确性与准确性,第一检流计面镜器件202a会被驱动(举例来说,响应于由控制器114所输出的一或更多个控制讯号、响应于由一被连接至所述第一检流计面镜器件202a的伺服驱动器所输出的电流、…等)用以绕着第一旋转轴210a来旋转所述第一面镜204a,以便移动所述射束路径116,使得会在所述第二扫描范围里面移动所述射束轴,举例来说,沿着X方向延伸小于d(x)的距离d(x)。当限制X方向中的第二扫描范围的大小时,在方向中的第二扫描范围的大小则会增加至d(y),其会大于已于上面示范说明的距离d(y)。举例来说,参见图3,图中图解根据本发明两个实施例的第二扫描范围。第二扫描范围302a代表典型的扫描范围,其中,距离d(x)与d(y)彼此相等。第二扫描范围302b代表另一扫描范围,其中,距离d(x)与d(y)彼此并不相等(也就是,距离d(x)小于距离d(y))。在诸如通孔钻凿处理的处理中,距离d(x)可能落在从0.04mm至200mm的范围之中。然而,应所述明白的是,距离d(x)亦可能小于0.04mm,或是大于200mm。举例来说,距离d(x)可能大于0.04mm、0.1mm、0.5mm、1mm、2mm、5mm、10mm、15mm、20mm、25mm、40mm、70mm、100mm、150mm、…等,或是介于任何此些数值之间,但是仍然小于距离d(y)。同样地,距离d(x)亦可能小于30mm、25mm、20mm、15mm、10mm、5mm、2mm、1mm、0.5mm、…等,或是介于任何此些数值之间。

[0096] 只要侦测到在旋转第二面镜204b时所产生的可导致远心误差的非所希望的位置偏离,所述第二检流计面镜器件202b便同样能够被驱动用以绕着第二旋转轴210b来旋转所述第二面镜204b,以便移动所述射束路径116,使得会在所述第二扫描范围里面移动所述射

束轴，举例来说，沿着Y方向延伸小于d(y)的修正距离(其中，此修正距离大于距离d(x))。

[0097] 尽管有上面的说明；不过，应所述明白的是，利用一诸如双轴FSM元件(举例来说，其能够沿着X方向与Y方向来偏折所述射束路径)的定位器(其并入一压电式致动器、电致伸缩式致动器、音圈致动器、…等、或是类似物、或是前述的任何组合)来取代所述检流计面镜系统200便能够减少或消弭远心误差。IV.关于Z高度量测与补偿的实施例

[0098] 从设备100的输出处(举例来说，在图中所示实施例中的扫描透镜112)延伸至所希望的处理光点位置的射束路径部分的长度(也就是，一镭射脉冲在离开所述设备100时在被传递至位在所述处理光点处的工件之前所前进的距离)经常会被称为「Z高度」。在许多基于镭射的处理中，镭射脉冲通常会在束腰处产生最佳的处理光点品质(举例来说，在尺寸、形状、以及均匀性方面)以及最高的通量(也就是，当在所述处理光点处的被传递镭射脉冲的光点尺寸等于(或者至少实质上等于)在所述束腰处的光点尺寸时)。然而，其它基于镭射的处理并不需要在所述处理光点处的被传递镭射脉冲的光点尺寸等于(或者实质上等于)在所述束腰处的光点尺寸。然而，于所希望的处理光点处的被传递镭射脉冲的光点尺寸与所希望的光点尺寸的偏差却会造成非所希望的低通量位准，并且改变于所希望的处理光点处的被传递镭射脉冲的大小以及强度分布。此些偏差会影响所述镭射处理的品质及/或总处理量。

[0099] 为确保被传递至少所希望的处理光点的镭射脉冲具有所希望的光点尺寸，设备100会视情况具备一Z高度感测器124，其被配置成用以量测扫描透镜112与工作表面102a中的一区域之间的距离(或是用以表示所述距离的特征值)，所述距离亦称为工作表面102a的「感测范围」。如本文中的用法，此量测距离(或是用以表示所述距离的量测特征值)亦被称为「量测工作表面Z高度」。此外，当一Z高度感测器124被配置成用以量测一特殊扫描透镜112与所述工作表面102a中的一区域之间的距离(或是其特征值)时，所述Z高度感测器124亦可被描述为和所述特殊扫描透镜112(或是一并入所述扫描透镜的特殊扫描头)相关联的Z高度感测器，或者，更简单地说，可被描述为一「相关联的Z高度感测器」。所述Z高度感测器124可被提供成为任何合宜或是有利的位移感测器、距离感测器、位置感测器、或是类似物、或是前述的任何组合。可以当作所述Z高度感测器124的感测器的范例包含镭射三角量测感测器、镭射轮廓感测器、扫描共焦镭射感测器、共焦干扰位移感测器、气压表感测器、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0100] 于其中一实施例中，所述Z高度感测器124是以其相关联的扫描透镜112为基准有固定的位置(举例来说，所述Z高度感测器124被耦接至扫描头118、扫描透镜壳体、…等，或是被耦接至所述扫描头118所耦接的框架)。于此情况中，以所述第二扫描范围为基准的感测范围的位置(举例来说，于X-Y平面中所测得)为固定。于另一实施例中，设备100被配置成使得所述Z高度感测器124以及所述扫描透镜112可以彼此为基准来移动。举例来说，所述Z高度感测器124可以以所述扫描透镜112为基准来移动(举例来说，在X方向中、在Y方向中、或是在Z方向中、或是在类似的方向中、或是前述的任何组合)，举例来说，所述Z高度感测器124被耦接至一线性载台或旋转载台，所述线性载台或旋转载台接着被耦接至扫描头118或是被耦接至和设备100相关联的特定其它框架、托架、轨道、…等。于另一实施例中，所述Z高度感测器124可以在位置上被固定于所述设备100里面，并且所述扫描透镜112可以以所述Z高度感测器124为基准来移动(举例来说，在X方向中、在Y方向中、或是在Z方向中、或是在类

似的方向中、或是前述的任何组合)。

[0101] Z高度感测器124会产生一或更多个讯号(举例来说,「Z高度讯号」)、资料(举例来说,「Z高度资料」)、或是类似物、或是前述的任何组合(一般且统称为「Z高度资讯」),用以表示量测工作表面Z高度,并且将其输出给控制器114。于此原生形式中,从所述Z高度感测器124处所产生或输出的Z高度资讯可能会有杂讯。有时候,所述杂讯会太大而无法形成用于判断工作表面Z高度是否在以一参考工作表面Z高度为基准的预设标称Z高度处理视窗(举例来说,60μm、70μm、80μm、90μm、100μm、或是类似数值)外面的可靠基础。倘若所述「原生」Z高度资讯的杂讯太大的话,那么,其便会在所述Z高度感测器124处、在所述控制器114处、或是在类似的地方、或是在前述的任何组合处被处理(举例来说,滤波、平滑化、或是类似的处理、或是前述的任何组合),以便取得一「经处理的」工作表面Z高度,其能够形成用于判断所述工作表面Z高度是否在所述预设标称Z高度处理视窗外面的基础。

[0102] 于其中一实施例中,原生或经处理的Z高度资讯中的项目皆会被储存(举例来说,被储存在由电脑存储器(例如,控制器114的缓冲器或是快取)所传达的资料结构之中)。Z高度资讯中的每一个项目可以配合一对应的资讯项目被储存,所述对应的资讯项目表示当和所述Z高度资讯项目相关联的Z高度量测值被取得时以所述第三扫描范围为基准的感测范围的位置(本文中亦称为「感测位置」)。用以表示感测位置的资讯能够从由第三定位器110所产生并且输出至控制器114的一或更多个讯号(举例来说,编码汽讯号)中取得或是推知(举例来说,在所述控制器114处),并且能够以X方向、Y方向、或Z方向、或是前述的任何组合中的位置来提供所述资讯。

[0103] 一般来说,感测位置之间的间隔会相依于下面一或更多项因素,例如:要被处理的工件102、要被实施的处理的类型、要被形成在所述工件102之上或里面的特征元件的位置、要在所述工件102之上或里面形成特征元件的所希望的准确性或精确性、或是类似因素、或是前述的任何组合。于实施例中,感测位置之间的间隔是落在从0.1mm至6mm的范围之中(举例来说,落在从0.2mm至5mm的范围之中)。于另一实施例中(举例来说,工件102为PCB,并且所述处理包含通孔钻凿),感测位置之间的间隔是落在从0.5mm至1.5mm的范围之中(举例来说,1mm或是大约1mm)。然而,应所述明白的是,感测位置之间的间隔亦可能小于0.1mm,或是大于6mm。两对相邻感测位置之间的间隔可以为恒定,或者可以变动。于其中一实施例中,Z高度量测能够响应于一接收自控制器114的控制讯号而被触发(举例来说,其接着会在接收由第三定位器110所输出的一或更多个编码器讯号时被产生并且输出)、响应于接收自第三定位器110的一或更多个编码器讯号而被触发、或是以类似的方式被触发、或是前述的任何组合。

[0104] 于另一实施例中,Z高度资讯(以及其相关联的位置资讯)的一项目仅在其表示一工作表面Z高度落在所述预设标称Z高度处理视窗外面时才会被储存。于此实施例中,控制器114会被配置成用以处理所述Z高度资讯,以便判断位在一特殊位置处的工作表面Z高度(举例来说,经由量测或是处理)是否落在所述预设标称Z高度处理视窗外面(并且在所述判断的答案为肯定时储存所述Z高度资讯以及位置资讯)。于另一实施例中,所述Z高度感测器124会被配置成用以处理所述Z高度资讯,以便判断位所述工作表面Z高度(举例来说,经由量测或是处理)是否落在所述预设标称Z高度处理视窗外面(并且在所述判断的答案为肯定时输出所述Z高度资讯给控制器114)。

[0105] 倘若所述工作表面Z高度(举例来说,经由量测或是处理)经判定(举例来说,由控制器114或是Z高度感测器124所判定)为落在所述预设标称Z高度处理视窗外面的话,那么,控制器114便会产生并且输出一或更多个控制讯号给透镜致动器、第三定位器110、或是类似物、或是前述的任何组合,以便补偿落在所述预设标称Z高度处理视窗外面的侦测变异或偏差(举例来说,使得一被传递的镭射脉冲在所述所希望的处理光点处会有所希望的光点尺寸)。Z高度补偿能够藉由输出一或更多个控制讯号来启动用于进行Z高度补偿的一或更多个机制而被进行,使得一被传递的镭射脉冲在所述所希望的处理光点处会有所希望的光点尺寸。可以使用在本文中所提供的实施例中的用于进行Z高度补偿的机制的范例会在下面作更详细的讨论。

[0106] 倘若已经知道工作表面Z高度的话,直接的方式便是进行即时的Z高度补偿。然而,在工件102被处理之前,可能并不知悉工作表面Z高度(或者,可能没有知悉至必要的准确性)。于其中一实施例中,会在开始工件102的镭射处理之前先量测所述工件102要被处理的所有位置处的工作表面Z高度。然而,当工件102很庞大时,此「离线」量测工作表面Z高度可能会需要太多时间或费用。尤其是如果用以完成所述镭射处理所需要的预期时间相对为短、如果所述Z高度感测器的感测范围小于工件102的尺寸、…等。另外,工作表面Z高度变异亦可能很大,足以使得镭射处理无法符合指定的品质需求。所以,较佳的是,在工件处理期间以即时的方式量测工作表面Z高度,取代在工件处理之前进行量测。

[0107] 为帮助进行即时工作表面Z高度量测,Z高度感测器124会被排列并且被配置成使得所述感测范围被排列成落在所述第二扫描范围302b里面(举例来说,部分或完全落在所述第二扫描范围302b里面,使得所述感测范围的质心或其它中央区域落在所述第二扫描范围302b的里面或外面)。据此,于其中一实施例中便能够在判定所述侦测变异或偏差落在所述标称Z高度处理视窗外面时立刻进行所述侦测的工作表面Z高度变异或偏差的补偿。然而,和用于进行Z高度补偿的机制相关联的响应时间可能会非常长,且因此需要被补偿(举例来说,藉由延迟镭射处理序列,直到所述侦测的工作表面Z高度变异或偏差已经获得补偿为止)。用于进行Z高度补偿的机制的响应时间所造成的延迟在下文中将称为「响应时间延迟」。原生Z高度资讯的处理(举例来说,以便取得「经处理的」工作表面Z高度)亦可能为一延迟源,其同样可能需要被补偿。然而,倘若响应时间和处理延迟小于所述第二扫描范围以所述工件为基准的移动速率(或是所述工件以所述第二扫描范围为基准的移动速率)的话,那么,此些延迟便不需要被补偿。

[0108] 于某些情况中,当所述感测范围如上面所述般地被排列在所述第二扫描范围302b里面时,可能会难以达成精确的工作表面Z高度量测。所以,于其它实施例中,所述Z高度感测器124会被排列并且被配置成使得所述感测范围完全落在所述第二扫描范围302b外面。举例来说,并且参考图4至6,所述Z高度感测器124被排列并且被配置成使得感测范围402沿着下面的方向偏离所述第二扫描范围302b:Y方向(举例来说,如图4中所示)、X方向(举例来说,如图5中所示)、或是X方向与Y方向(举例来说,如图6中所示)。图4至6虽然显示感测范围402在-X方向中、在-Y方向中、或是在-X方向与-Y方向中偏离所述第二扫描范围302b;不过,应所述明白的是,感测范围402能够在-X方向中、在+X方向中、在-Y方向中、在+Y方向中、或是前述的任何组合方向中偏离所述第二扫描范围302b。于图4与6中所示的实施例中,在Y方向中介于第二扫描范围302b与感测范围402之间的距离或间距p(y)(也就是,在Y方向中从

此些区域中每一者的中心处来量测)等于所述第二扫描范围302b的距离d(y)。同样地,于图5与6中所示的实施例中,在X方向中介于第二扫描范围302b与感测范围402之间的距离或间距p(y)(也就是,在X方向中从此些区域中每一者的中心处来量测)等于所述第二扫描范围302b的距离d(x)。然而,于其它实施例中,距离p(y)与p(x)亦可能分别大于,或小于,对应的距离d(y)与d(x)。

[0109] 于配合图4至6讨论的范例中,感测范围402通常为圆形形状,直径落在从1mm至3mm的范围之中。于其中一实施例中,感测范围402的直径落在从1.5mm至2mm的范围之中。然而,应所述明白的是,感测范围402的直径亦可以小于1mm,或是大于3mm。举例来说,感测范围402的直径可以等于或大于任何前面提及的距离d(x)、d(x)、d(y)、或是d(y)。然而,于其它范例实施例中,除了圆形的形状之外,取而代之的是,感测范围402通常可以为三角形、方形、矩形、椭圆形、…等。于又一范例实施例中,感测范围402的形状与尺寸通常可以和第二扫描范围302b的形状与尺寸相同。于其中一实施例中,所述Z高度感测器124被配置成用以产生Z高度资讯,用以表示在所述感测范围402里面所量测的平均或均值工作表面Z高度。于另一实施例中,所述Z高度感测器124被配置成用以产生Z高度资讯,用以表示在所述感测范围402里面的多点处所量测的实际、平均、或是均值工作表面Z高度。

[0110] 有鉴于上述,感测范围402相对于第二扫描范围302b的摆放位置(举例来说,其能够被特征化为所述感测范围402偏离所述第二扫描范围302b的方向、所述感测范围402与所述第二扫描范围302b之间的间距、或是类似物、或是前述的任何组合)能够弹性调整。举例来说,感测范围402相对于第二扫描范围302b的摆放位置会对应于镭射处理期间所述第二扫描范围302b与所述工件102的相对运动。此相对运动能够被特征化为诸如下面的参数:移动的速度、移动的方向(其可以沿着X方向或是Y方向前进,或是沿着X方向与Y方向以外的一或更多个方向前进,或是前述的任何组合)、…等。

[0111] 因此,于其中一实施例中,相较于所述第二扫描范围302b相对于所述工件102的移动方向(举例来说,当藉由致动第三定位器110而移动扫描透镜112、工件102、或是前述的任何组合时),所述感测范围402可以在一不同的方向中偏离所述第二扫描范围302b。举例来说,如果在预期的镭射处理期间,所述第二扫描范围302b相对于所述工件102在+Y方向或-Y方向中移动的话,那么,所述感测范围402则可以在-X方向(举例来说,如图5或6中所示)或+X方向中偏离所述第二扫描范围302b。依此方式偏离所述感测范围402虽然能够提供即时的工作表面Z高度量测;但是,同样容易受到上面所讨论的相同的响应时间以及处理延迟的影响。另外,如果镭射处理在工件102的边缘处被实施并且所述感测范围402不在工件102上或者仅部分位于工件102上的话,那么,如上面所述般的偏离所述感测范围402便可能会有问题。然而,当处理所述工件102时,藉由施行根据下面示范性说明的一或更多项实施例的扫描技术便能够改善或是避免发生此些问题(或是受到问题影响的敏感性)。

[0112] 于另一实施例中,相较于所述第二扫描范围302b相对于所述工件102的移动方向(举例来说,当藉由致动第三定位器110而移动扫描透镜112、工件102、或是前述的任何组合时),所述感测范围402可以在相同的方向中偏离所述第二扫描范围302b。举例来说,如果在预期的镭射处理期间,所述第二扫描范围302b相对于所述工件102在-Y方向中移动的话,那么,所述感测范围402则可以在-Y方向(举例来说,如图4或6中所示)中偏离所述第二扫描范围302b。依此方式偏离所述感测范围402虽然能够提供即时的工作表面Z高度量测;但是,同

样容易受到上面所讨论的相同延迟的影响。另外，并且相依于正在被处理的工件102，如上面所述般偏离所述感测范围402经常(但是未必总是)仅在所述感测范围402偏离于和所述第二扫描范围302b相对于所述工件102的移动方向为相同的方向中才有效果。然而，此问题亦能够藉由提供多个Z高度感测器来减轻(举例来说，所述多个Z高度感测器被配置并且被排列成用以产生多个感测范围，每一个感测范围被设置在所述第二扫描范围302b的反向侧)。当处理工件102时，此问题亦能够藉由施行根据下面示范性说明的一或更多项实施例的扫描技术而减轻。

[0113] 于所述感测范围402的质心或其它中央区域被排列成完全落在所述第二扫描范围302b外面的实施例中，控制器114会在一处理位置和与一Z高度资讯项目相关联的感测位置相同时补偿由所述Z高度资讯项目所示的侦测变异或偏差。于另一实施例中，补偿所述侦测变异或偏差是在所述处理位置落在所述感测位置的一指定距离(举例来说，400μm、200μm、100μm、80μm、60μm、50μm、30μm、15μm、或是类似距离、…等)里面时被执行。所述指定距离可以为固定，或者可以相依于诸如下面的因素而改变：第二扫描范围302b被扫描的速率、和用于进行Z高度补偿的机制相关联的响应时间、或是类似因素、或是前述的任何组合。此补偿同样可能于下面的实施例中进行：所述感测范围402的质心或其它中央区域落在所述第二扫描范围302b里面；或是，所述感测范围402被排列成部分落在所述第二扫描范围302b里面，但是，所述感测范围402的质心或其它中央区域却落在所述第二扫描范围302b的外面。

[0114] 所述处理位置能够为：一目前镭射脉冲要在所述工件的处理期间被传递至一处理光点的位置(举例来说，以所述第三扫描范围为基准来决定)；对应于一连串镭射脉冲要在所述工件的处理期间依序被传递至多个空间分散的处理光点之位置的质心位置；所述第二扫描范围302b的一部分(举例来说，所述第二扫描范围302b的边缘、质心、或是其它内部区域)；所述第一扫描范围的一部分(举例来说，所述第一扫描范围的边缘、质心、或是其它内部区域)；或是类似位置；或是前述的任何组合。用以表示所述处理位置的资讯能够从由第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、或是前述的任何组合所产生并且输出给控制器114的一或更多个讯号(举例来说，编码器讯号)处、从用以描述所述处理轨线的资讯处、或是从类似地方、或是前述的任何组合处取得或推知(举例来说，在控制器114处)。

[0115] 此段落中关于所述感测范围402的摆放位置的特殊实施例虽然已经配合第二扫描范围302b作过讨论；不过，应所述明白的是，于其它实施例中，Z高度感测器124可以被排列并且被配置成使得所述感测范围402同样偏离其它扫描范围，例如，第二扫描范围302a。进一步言之，此段落中关于Z高度的特殊实施例虽然已经配合设备100作过讨论；不过，应所述明白的是，此些实施例中的任一实施例或是它们的任何组合亦可以配合设备100以外的任何镭射处理设备来施行。进一步言之，此段落中关于Z高度量测以及Z高度补偿、…等的特殊实施例虽然已经配合镭射处理设备以及基于镭射的处理作过讨论；不过，应所述明白的是，此些实施例中的任一实施例或是它们的任何组合亦可以配合被配置成用以处理工件的任何其它合宜设备来施行，例如，机械式钻凿设备、水切割或水钻设备、电子射束切割机、喷磨机、…等。

[0116] A.用于进行Z高度补偿的机制的范例实施例

[0117] i.透镜致动器

[0118] 于其中一实施例中，用于进行Z高度补偿的机制可以包含前面提及的透镜致动器。

举例来说，所述透镜致动器会被致动用以调整束腰在所述射束轴中的位置(于本文中亦称为「聚焦Z高度」，其是从扫描透镜112的出口瞳孔处所量测)，使得一被传递的镭射脉冲在所述所希望的处理光点处会有所希望的光点尺寸。

[0119] ii.第一定位器

[0120] 于其中一实施例中，第一定位器106可以包含一MEMS面镜或面镜阵列，如上面的示范性说明，其会被致动用以藉由改变被传递至工件102的镭射脉冲的光点形状或光点尺寸而进行Z高度补偿。于另一实施例中，第一定位器106可以包含一或更多个AOD系统，如上面的示范性说明，其能够被驱动(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元件时，每一个超音波换能器元件皆被音频耦接至一或更多个AO胞体)用以进行Z高度补偿。驱动一AOD系统的范例实施例会在下文中做更详细说明。此些范例实施例虽然配合一被并入于诸如设备100或700的设备里面的AOD系统来讨论；不过，应所述明白的是，不论基于镭射的设备是否为一镭射处理设备，所述范例实施例皆可合宜地施行于并入一AOD系统的任何基于镭射的设备。

[0121] a.经连续变频(chirp)的RF讯号

[0122] 于其中一实施例中，当所述第一定位器106包含一AOD系统时(举例来说，一多轴AOD系统)，当镭射脉冲通过一与所述AOD系统的超音波换能器元件音频耦接的AO胞体时，所述AOD系统能够藉由连续变频被施加至所述AOD系统的一或更多个超音波换能器元件的RF讯号而被驱动。连续变频一外加RF讯号的效应是会改变离开所述AOD系统的镭射脉冲射束的焦距。当改变所述焦距时，被传递至工件102的镭射脉冲的有效光点尺寸便会以相应的方式改变。焦距改变的程度能够以下面的公式来特征化：

[0123] $$F = v^2 / \left(\lambda * {}^{df}/_{dt} \right)$$

[0124] 其中，F为因所述连续变频所产生的有效焦距，v为所述AO胞体里面的音频速度，λ为镭射脉冲的波长，以及df/dt为被施加至所述超音波换能器元件的RF频率的变化率。应所述明白的是，焦距改变的方向(举例来说，朝向或远离工件102)是由F的记号来表示(也就是，其可以为正号或负号，相依于所述频率究竟被调变成随着时间增加或降低)。

[0125] 一般来说，连续变频一外加RF讯号同样适用在短于通过被所述镭射脉冲射束所照射的孔径的音波的通行时间的镭射脉冲。要有效地改变由镭射源104(例如，QCW镭射)所产生的镭射脉冲射束的焦距可能会很难，基本上，因为QCW镭射在连续变频频率能够被重置为起始数值的脉冲之间(实际上)没有镭射关闭时间。据此，利用离散脉冲式镭射会比较容易施行连续变频技术，使得在所述镭射脉冲通过所述AOD时能够正确地设定连续变频扫掠(以用于光点定位所需要的中心AOD频率为基准)。不过，如果提供一脉冲闸控单元的话，连续变频技术同样能够使用于CW镭射或QCW镭射。

[0126] 一AOD系统能够移动所述射束轴的程度会和所述外加RF讯号的频率成正比。当所述外加RF频率被连续变频时，所述音波频率会在一通过所述AO胞体的镭射脉冲的宽度中改变(也就是，横切过所述射束路径116来量测)，而且所述射束路径116的偏折会和跨越所述通行镭射脉冲的均值频率成正比。所述均值频率会被正确地设定或校正，以便提供所述射束轴所希望的移动。然而，镭射脉冲及/或AOD控制讯号时序变异却会造成此均值频率的偏

移,且因此会产生光点位置误差(也就是,导致一镭射脉冲被传递至所述工件102中不同于所希望光点位置的位置)。举例来说,一AOD系统具有150μm的第一扫描范围(举例来说,在30MHz的频宽中)。因此,每MHz的射束路径偏折量为150μm/30MHz,或是5μm/MHz。倘若所希望的连续变频速率为30MHz/μs的话,那么,10ns的时序变异便会产生1.5μm的射束路径偏折误差(也就是,(5μm/MHz)*(30MHz/μs)*(10ns))。

[0127] 镭射脉冲及/或AOD控制讯号时序变异通常肇因于控制器114里面的电路系统或操作(因为其可能以不同的方式来具体实现)、驱动器中的变异、从镭射源104所产生的镭射脉冲、…等。于某些镭射源中(例如,二极管脉冲式光纤镭射),一输入镭射触发讯号与最终产生的对应镭射脉冲之间的抖动可能相对低(<10ns)。于其它镭射源中(举例来说,Q开关二极管激升镭射),所述变异可能较大(举例来说,因为内部Q开关动作和镭射腔动态的随机同步的关是)。举例来说,一典型的UV Q开关镭射在所述输入镭射触发讯号与最终产生的对应镭射脉冲之间会呈现约±15ns的时序不确定性。进一步言之,一典型的FPGA可能会有运行于20ns时脉周期处的基础时镭射脉冲。因此,包含此FPGA的控制器114会产生额外±10ns的时序不确定性。此些时序不确定性会造成最终被传递至工件102的镭射脉冲的定位误差(也就是,最终被传递远离所述所希望的处理光点的镭射脉冲的实际位置的变异或偏差)。视在处理期间要被形成的特殊特征元件而定,此定位误差可能很显著或不显著。

[0128] 当进行Z高度补偿时,上面所述的定位误差可能很显著。于此些情况中,输出一触发讯号至所述镭射源104(举例来说,用以产生一镭射脉冲),输出一触发讯号至所述AOD系统(举例来说,用以施加一或更多个经连续变频的RF讯号),以及所述镭射源104产生镭射脉冲之间的同步作用可以被改良。举例来说,于所述镭射源104依赖于一内部时脉来触发镭射脉冲的输出的实施例中,所述内部时脉会被同步(举例来说,经由PLL、闸控逻辑、…等)至用以起始送往所述AOD系统的触发讯号的所述控制器114的所述内部时脉。进一步言之,在产生所述连续变频序列本身所涉及的任何时脉(举例来说,直接数位合成器(Direct Digital Synthesizer,DDS)电路、…等所使用的时脉)可能同样会被同步。此同步化会减少时序不确定性至仅会有肇因于随机镭射腔效应的时序不确定性。

[0129] b.经频谱塑形的RF讯号

[0130] 于其中一实施例中,当第一定位器106包含一AOD系统时(举例来说,一多轴AOD系统),当镭射脉冲通过一与超音波换能器元件音频耦接的AO胞体时,所述AOD系统能够藉由施加经频谱塑形的RF讯号至一或更多个超音波换能器元件而被驱动。于此实施例中,所述外加RF讯号中的频谱的形状经过选择,用以改变离开所述AOD系统的镭射脉冲射束的M^2系数(于本技术中亦称为「射束品质系数」或「射束传播系数」)。在改变M^2系数时,被传递至工件102的镭射脉冲的有效光点尺寸会以相应的方式改变。M^2系数能够被改变的程度对应于所述外加RF讯号中的频谱的广度(举例来说,相对宽广的频谱对M^2系数的影响会大于相对狭窄的频谱)。一般来说,塑形一外加RF讯号的频谱内容-如本文中所述般-同样适用于长于通过被所述镭射脉冲射束所照射的孔径的音波的通行时间的镭射脉冲。

[0131] 于镭射脉冲具有径向对称的实施例中,高斯空间强度轮廓会被传递至工件102(并且假设由镭射源104所输出的镭射脉冲具有高斯空间强度轮廓),因此,所述外加RF讯号的频谱同样会有高斯形状。所以,于其中一实施例中,可以被施加的第一种类型RF讯号能够被特征化成一在时域中有尖峰的相对狭窄讯号(也就是,隐喻为在所述外加讯号频谱中的所

有频率之间有恒定或是实质上恒定的相位)。此类型的讯号可能会负面影响所述AO胞体的总绕射效率。据此,于另一实施例中,可以被施加的第二种类型RF讯号能够被特征化成一相对平滑的讯号,看起来几乎为一单频振荡(举例来说,任一振荡尖峰的振幅和每一个其它振荡尖峰的振幅约略相同的讯号)。此RF讯号会包含一类周期讯号。不同于尖峰式RF讯号,此些经频谱塑形的RF讯号能够被建构成不会明显影响所述AO胞体的绕射效率。

[0132] 合宜的经频谱塑形RF讯号能够利用任何合宜的技术来创造。于其中一实施例中,一经频谱塑形的RF讯号能够藉由下面的方法来创造,其包含:选择一所希望的中心频率ω_o,用以设定所述调变射束的质心位置;选择所希望的频谱宽度σ_ω,用以设定在所述工件102处的有效镭射脉冲光点尺寸;选择一所希望的频率解析度r_ω,用以设定要被驱动的离散频率的分隔距离;以及将选定的中心频率ω_o、频谱宽度σ_ω、以及频率解析度r_ω输入至一演算法,例如,Gerchberg-Saxton演算法,用以经由决定每一个频率所需要的相位来近似要被施加的RF讯号的所希望的频谱特性。于此实施例中,所述AOD系统会被设计成使得入射于AO胞体上的镭射脉冲射束会照射所述AO胞体的相对大量的闸控周期(举例来说,以100MHz的脉冲重复率入射于一石英AO胞体的6mm射束尺寸会照射超过100个周期),从而在大部分的实际情况中达成合宜近似一高斯频谱的目的。所述近似频谱接着会被施加(举例来说,在控制器114处),用以产生要被施加至所述AOD系统的一或更多个经过适当频谱塑形的RF讯号。藉由改变被输入至所述近似演算法的频谱宽度σ_ω,所述外加RF讯号的频谱会被改变而改变所述外加RF讯号中的频谱的宽度。进一步言之,射束路径116会因改变被输入至所述近似演算法的频谱宽度σ_ω而被偏折。因此,应所述明白的是,频谱宽度σ_ω、中心频率ω_o、以及频率解析度r_ω、或是前述的任何组合能够一起或分开改变。

[0133] iii.第三定位器

[0134] 于另一实施例中,用于进行Z高度补偿的机制可以包含第三定位器110。举例来说,所述第三定位器110会被致动用以移动所述工件102,使得所述工作表面Z高度会落在所述预设标称Z高度处理视窗里面(从而使得一被传递镭射脉冲的束腰会出现在所述所希望的处理光点处)。

[0135] iv.用于进行Z高度补偿的机制的其它范例实施例

[0136] 于其中一实施例中,用于进行Z高度补偿的机制可以包含诸如下面的器件:透镜、MEMS面镜或面镜阵列、或是类似物、或是前述的任何组合。于此实施例中,此机制可以被提供(举例来说,除了第一定位器106、第三定位器110、扫描透镜112、或是前述的任何组合之外),并且可以被设置在所述射束路径116中位于第一定位器106、第二定位器108、第三定位器110、扫描透镜112、或是前述的任何组合的光学「上游」或「下游」的任何位置处。当被提供成为一透镜时,所述透镜可以被提供成为一被耦接至一透镜致动器(举例来说,音圈、…等)的固定焦距透镜,所述透镜致动器被配置成用以沿着所述射束路径116来平移所述透镜,从而沿着所述射束轴改变所述束腰的位置。于另一实施例中,所述透镜可以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COGNEX、VARIOPTIC、…等目前所提供的技术),其能够被致动(举例来说,通过透镜致动器)用以沿着所述射束轴来改变所述束腰的位置。

[0137] V.关于扫描头配置的实施例

[0138] 于图1中所示的实施例中,设备100包含单一扫描头118。然而,于另一实施例中,设

备100可以具备多个(举例来说,2个、3个、4个、5个、6个、8个、…等)扫描头,每一个扫描头可以以或是不以配合扫描头118所述的方式来提供。让设备100具备多个扫描头(也就是,使其成为一「多头设备」)可以改良由设备100所进行的镭射处理的总处理量。此多头设备的不同扫描头能够以完全相同或是不相同的方式来安置、配置、驱动、致动、或是类似动作、或是前述的任何组合。

[0139] 举例来说,于其中一实施例中,不同扫描头的扫描透镜的一或更多项特征能够相同或是不相同。一扫描透镜的范例特征会包含:种类(举例来说,f-西塔型、远心型、轴锥型、…等)、焦距、数值孔径、材料组成、有/无涂层、涂层组成、…等。

[0140] 于另一范例中,一定位器(举例来说,前面提及的第二定位器108)可以被并入于一扫描头里面,而另一扫描头则可以于其中并入或不并入或者可以有或没有与其相关联的一定位器。又,不同扫描头的定位器的一或更多项特征能够相同或是不相同。定位器的范例特征会包含:一扫描头702的定位器的数量(举例来说,1个、2个、3个、…等);一扫描头的每一个定位器的种类(举例来说,机械型定位器,例如,检流计面镜、MEMS面镜或面镜阵列、压电式致动器、电致伸缩式致动器、音圈致动器、…等;固态定位器,例如,AOD、EOD、…等);定位频宽;扫描范围的大小;扫描范围的形状;制造商;软件控制;…等。同样地,其中一个扫描头702的定位器能够根据和一或更多个其它扫描头702的定位器相同的(多个)控制讯号被驱动。或者,其中一个扫描头702的定位器能够根据和一或更多个其它扫描头702的定位器不同的控制讯号被驱动。

[0141] 于其中一实施例中,不同的扫描头能够以相同的方式或不同的方式被安置在所述设备里面。举例来说,至少其中一个(或是全部)扫描头能够被固定(举例来说,被固定在一被并入于所述设备里面的框架),以便保持静止于所述设备里面。于另一范例中,至少其中一个(或是全部)扫描头能够在所述设备里面移动。当可以移动时,至少其中两个(或是全部)扫描头可以在或沿着相同的方向移动(举例来说,线性平移、旋转、…等)、可以在或沿着不同的方向移动(举例来说,线性平移、旋转、…等)、或是可以类似的方式移动、或是前述的任何组合。当被配置成可以在相同方向中移动时,所述至少其中两个(或是全部)扫描头可以以相同的速度(举例来说,使得在所述扫描头之间不会发生任何相对移动)或是不同的速度(举例来说,使得在所述扫描头之间会发生相对移动)移动。为帮助移动,所述设备可以包含一或更多个起重架、线性载台、旋转载台、铰接式机器人手臂、或是类似物、或是前述的任何组合,有利于被耦接至所述扫描头中的一或更多者。此些载台可以为前面提及的第三定位器110的一部分(且因此根据用以在射束轴与工件102之间提供相对移动的一或更多个控制讯号被驱动,如上面的讨论);或者,可以和所述第三定位器110分开(且因此根据用以达成在射束轴与工件102之间提供相对移动以外其它目的的一或更多个控制讯号被驱动,举例来说,用以确保调整每一个扫描头和要被所述多头设备处理的一或更多个工件之间的对准)。

[0142] 于某些实施例中,所述多头设备会包含单一Z高度感测器,例如,前面提及的Z高度感测器124;或者,可以包含多个此些Z高度感测器。于某些实施例中,一Z高度感测器可以和单一扫描头相关联;或者,可以和多个扫描头(举例来说,2个、3个、4个、5个、6个、8个、…等)相关联。于其中一实施例中,所述多头设备中包含的Z高度感测器的数量和所述多头设备中的扫描头的数量相同,并且每一个Z高度感测器和单一扫描头相关联。

[0143] 在上面已说明一多头设备的特定特点，现在将参考图7来更详细示范性说明和根据某些实施例的多头设备相关联的配置。

[0144] 当被提供成为一多头设备时，设备100(图7中称为多头设备700)可以包含四个扫描头，例如，第一扫描头702a、第二扫描头702b、第三扫描头702c、以及第四扫描头702d(每一者皆可通称为扫描头702，或是统称为扫描头702)。多群扫描头702能够由一共同轨道来支撑。举例来说，第一扫描头702a以及第三扫描头702c能够由一第一轨道704a来共同支撑，以及第二扫描头702b以及第四扫描头702d能够由一第二轨道704b来共同支撑。如本文中的用法，第一轨道704a与第二轨道704b可通称为轨道704，或是统称为轨道704。

[0145] 一般来说，每一条轨道704能够被固定于设备100里面，使得为静止或可移动(举例来说，沿着X方向、沿着Y方向、或是沿着特定其它方向平移，或是绕着平行于X方向或Y方向的轴线旋转，或是绕着平行于特定其它方向的轴线旋转，或是类似的移动，或是前述的任何组合)。举例来说，于图中所示的实施例中，所述第一轨道704a可以被耦接至某一载台(图中并未显示)，所述载台被配置成用以沿着X方向来移动所述第一轨道704a(举例来说，如箭头706所示)；而所述第二轨道704b则可以被固定于所述多头设备700里面，使得为静止。

[0146] 一般来说，由轨道704所携载的扫描头702会被耦接至轨道704，使得为静止或可移动(举例来说，沿着X方向、沿着Y方向、或是沿着特定其它方向平移，或是绕着平行于X方向或Y方向的轴线旋转，或是绕着平行于特定其它方向的轴线旋转，或是类似的移动，或是前述的任何组合)。举例来说，于图中所示的实施例中，所述第三扫描头702c与所述第四扫描头702d为固定，使得分别相对于所述第一轨道704a与所述第二轨道704b为静止；反之，所述第一扫描头702a被耦接至一第一Y载台708a(其亦可由第一轨道704a携载)，使得可以沿着Y方向移动；而所述第二扫描头702b则被耦接至一第二Y载台708b(其亦可由第二轨道704b携载)，使得可以沿着Y方向移动(独立于所述第一扫描头702a，或是联合所述第一扫描头702a)。或者，所述第一扫描头702a与所述第二扫描头702b可以被耦接至一共同Y载台(图中并未显示)，其可以以可移动的方式被耦接至第一轨道704a及/或第二轨道704b(举例来说，通过横跨第一轨道704a与第二轨道704b的任何合宜或有利的机械连结器)。因此，如上面所述的建构，所述第一扫描头702a可以沿着X方向与Y方向移动，所述第二扫描头702b可以沿着Y方向移动(联合所述第一扫描头702a)，所述第三扫描头702c可以沿着X方向移动(联合所述第一扫描头702a)，以及所述第四扫描头702d被固定使得维持静止。

[0147] 一般来说，每一个扫描头702被调适成用以接收沿着来自一或更多个镭射源(例如，前面提及的镭射源104)的一或更多条射束路径(例如，前面提及的射束路径116)传播的镭射脉冲。举例来说，于图中所示的实施例中，所述镭射脉冲是从单一镭射源104处产生，并且经过一非必要光学系统712的修饰(举例来说，聚焦、扩展、准直、塑形、偏振、滤波、分光、或是以其它方式修饰、调整、或是引导、…等)。所述光学系统712可以包含一或更多个光学器件，其包含：射束扩展器、射束塑形器、孔径、谐波产生晶体、滤波器、准直器、透镜、面镜、偏振器、绕射性光学元件、折射性光学元件、或是类似物、或是前述的任何组合。于其中一实施例中，所述非必要光学系统712可以包含在美国专利案第6,433,301号中的模组式成像光学轨道的背景之中所示范性说明的任何光学器件配置，本文以引用的方式将其完全并入。

[0148] 于图中所示的实施例中，由镭射源104所产生(并且视情况，经由光学系统712所传送)的镭射脉冲会传播通过一主要射束分散器714，用以沿着一第一主要射束路径116a1与

一第二主要射束路径116a2(每一者通称为主要射束路径116a,或是统称为主要射束路径116a)来同步及/或交替引导镭射脉冲。于其中一实施例中,所述主要射束分散器714被提供成为一AOM,并且所述主要射束路径116a被提供成为和所述AOM相关联的第零阶射束路径与第一阶射束路径(举例来说,如上面提及的美国专利案第7,133,187号中的示范性讨论)。一般来说,一AOM的绕射效率并非100%。所以,即使所述AOM被驱动成用以选择所述第一阶射束路径,至少部分能量仍然必定会沿着一主要射束路径116a被传送。据此,并且于一非必要的实施例中,沿着第零阶射束路径被传送的能量会因合宜地操作所述第一定位器106、所述第二定位器108、或是类似物、或是前述的任何组合而被阻隔或无法抵达工作表面102a。然而,于另一实施例中,所述主要射束路径116a中的其中一者可以被提供成为一和所述AOM相关联的正向第一阶射束路径,而所述主要射束路径116a中的另一者则可以被提供成为一和所述AOM相关联的负向第一阶射束路径。于此实施例中,一射束收集器(图中并未显示)可以被提供,用以接收沿着所述AOM的第零阶射束路径所传送的能量。

[0149] 当被提供成为一AOM时,所述主要射束分散器714可以视情况被操作(举例来说,响应于由控制器114、由另一控制器、或是由类似物、或是前述的任何组合所输出的一或更多个控制讯号):用以在时间上斩切或片切由镭射源104所产生(并且视情况,经由光学系统712所传送)的镭射脉冲;用以阻隔、收集、或是衰减由镭射源104所产生(并且视情况,经由光学系统712所传送)的一或更多道镭射脉冲(的全部);或是进行类似的动作、或是前述的任何组合。举例来说,所述AOM可以被操作用以阻隔、收集、或是衰减由镭射源104所产生(并且视情况,经由光学系统712所传送)的一或更多道(或全部)镭射脉冲的至少其中一部分。一镭射脉冲的一或更多个部分可以被阻隔、收集、或是衰减,用以产生具有相对小脉冲时间持续长度、较短或较长上升时间、较短或较长下降时间、或是类似特性、或是前述的任何组合的一或更多道镭射脉冲。

[0150] 阻隔或收集一连串依序产生的镭射脉冲中的一或更多道镭射脉冲亦称为「脉冲拾取(pulse picking)」。脉冲拾取可以在合宜或所希望的时候被施行。举例来说,倘若用以形成多个特征元件(举例来说,通孔)所需要的一处理轨线规定要被所述处理光点横切的特征元件至特征元件移动中的至少一部分要花费相同时间数额Tm的话,那么,镭射脉冲便会以1/Tm的脉冲重复率被所述镭射源104产生。接着,针对要在为Tm之整数倍(举例来说,k*Tm)的时间数额中被所述处理光点横切的任何特征元件至特征元件移动来说,所述主要射束分散器714(举例来说,当被提供成为一AOM时)会被操作用以阻隔在所述k*Tm的周期期间所产生的任何脉冲。

[0151] 于某些情况中,改变镭射源104用来产生镭射脉冲的脉冲重复率的结果会可量测的方式改变所产生的镭射脉冲的时间强度轮廓。此些改变能够被特征化(举例来说,在一前置处理校正步骤、…等期间)并且所述主要射束分散器714(举例来说,当被提供成为一AOM时)能够被操作用以补偿所述已前置特征化的变化(举例来说,藉由阻隔、收集、或是衰减由镭射源104所产生的一或更多道(或全部)镭射脉冲的至少其中一部分)。因此,不论用来产生所述镭射脉冲的脉冲重复率是否改变,沿着所述主要射束路径116a传播的镭射脉冲皆会有均匀(或者至少实质上均匀)的时间强度轮廓。

[0152] 于其它实施例中,所述主要射束分散器714可以被提供成为一或更多个偏振器、射束分歧器、转动的斩波器面镜、旋转的多边形面镜、共振检流计面镜系统、电光调变器

(Electro-Optic Modulator,EOM)、或是类似物、或是前述的任何组合。使用EOM来控制可替代的射束路径及/或组合射束路径在美国专利案第8,374,206号中有详细讨论,本文以引用的方式将其完全并入。还应所述明白的是,所述非必要的光学系统712通常可以被设置在所述主要射束路径116a中位于所述主要射束分散器714下游的位置处,而非如图中所示般在所述主要射束分散器714的上游处。于其它实施例中,多个非必要的光学系统712可以被提供在所述主要射束分散器714的下游处,每一个非必要的光学系统712是被定位在一不同的主要射束路径116中。

[0153] 沿着主要射束路径116a被引导的镭射脉冲会进一步由一第一次要射束分散器716a与一第二次要射束分散器716b(每一者通称为次要射束分散器716,或是统称为次要射束分散器716)来分散。所述第一次要射束分散器716a被配置成用以同步及/或交替引导沿着第一主要射束路径116a1传播至第一次要射束路径116b1与第二次要射束路径116b2的镭射脉冲。同样地,第二次要射束分散器716b被配置成用以同步及/或交替引导沿着第二主要射束路径116a2传播至第三次要射束路径116b3与第四次要射束路径116b4的镭射脉冲。于图中所示的实施例中,每一个次要射束分散器716是被提供成为包括一射束分歧器与一面镜的系统。举例来说,所述第一次要射束分散器716a包含一射束分歧器718与一面镜720。然而,于其它实施例中,任何次要射束分散器716亦能够被提供成为一AOM、一或更多个偏振器、射束分歧器、转动的斩波器面镜、旋转的多边形面镜、电光调变器(EOM)、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0154] 第一次要射束路径116b1、第二次要射束路径116b2、第三次要射束路径116b3、以及第四次要射束路径116b4(每一者通称为次要射束路径116b,或是统称为次要射束路径116b)各自传播至一不同的扫描头702。举例来说,于图中所示的实施例中,所述第一主要光学路径116a1会被所述第一次要射束分散器716a的射束分歧器718分歧而形成第一次要射束路径116b1与第三次要射束路径116b3,而所述第二主要光学路径116a2则会被所述第二次要射束分散器716b的射束分歧器718分歧而形成第二次要射束路径116b2与第四次要射束路径116b4。所述第一次要射束路径116b1会被引导至第一扫描头702a,所述第二次要射束路径116b2会被引导至第二扫描头702b,所述第三次要射束路径116b3会被引导至第三扫描头702c,以及所述第四次要射束路径116b4会被引导至第四扫描头702d。于图中所示的实施例中,每一条次要射束路径116b仅在单一轨道704上服务一组扫描头702。然而,应所述明白的是,任何主要射束路径116a可以被分歧,使得其相关联的次要射束路径116b可以被传递至不同轨道704上的扫描头702。

[0155] 于图中所示的实施例中,诸如第一光学装配件722a、第二光学装配件722b、第三光学装配件722c、以及第四光学装配件722d(每一者通称为光学装配件722,或是统称为光学装配件722)的光学装配件会被设置在所述次要射束路径116b里面,使得一光学装配件722会被设置在一次要射束路径116b中位于被设置在同一条次要射束路径116b中的扫描头702的上游位置处。因此,于图中所示的实施例中,第一次要射束路径116b1经由第一光学装配件722a传播至第一扫描头702a,第二次要射束路径116b2经由第二光学装配件722b传播至第二扫描头702b,第三次要射束路径116b3经由第三光学装配件722c传播至第三扫描头702c,以及第四次要射束路径116b4经由第四光学装配件722d传播至第四扫描头702d。然而,应所述明白的是,光学装配件722可以少于扫描头702。

[0156] 图中虽然并未显示;不过,一光学旁绕系统(举例来说,其包括一或更多个面镜、AOM、定位器(举例来说,检流计面镜系统、快速操控面镜、…等)、射束分歧器、光学切换器、或是类似物、或是前述的任何组合)可以被设置在任何次要射束路径116b之中,用以旁绕一对应的光学装配件722。因此,当一光学旁绕系统被设置在任何特殊的次要射束路径116b之中时,一光学装配件722的功能便会从所述特殊的次要射束路径116b中被移除。或者,所述光学装配件722中的一或更多者(或全部)能够完全从所述设备700处被省略。

[0157] 每一个光学装配件722皆会包含一或更多个定位器,例如,前面提及的第一定位器106,以及视情况,一或更多个半波板、孔径、中继透镜、面镜、或是类似物、或是前述的任何组合(举例来说,全部被设置在一具有光学输入部与输出部的共同壳体里面、被固定至一共同框架、或是类似的设置方式、或是前述的任何组合)。不同的光学装配件722能够以完全相同或是不相同的方式来配置、驱动、致动、或是类似动作、或是前述的任何组合。因此,其中一个光学装配件722的一定位器能够和一或更多个其它光学装配件722的一定位器为相同或是不相同类型(举例来说,相同类型但是有不同的特征)。定位器的范例特征会包含:一光学装配件722的定位器的数量(举例来说,1个、2个、3个、…等);一光学装配件722的每一个定位器的种类;定位频宽;扫描范围的大小;扫描范围的形状;制造商;软件控制;…等。同样地,其中一个光学装配件722的定位器能够根据和一或更多个其它光学装配件722的定位器相同的(多个)控制讯号被驱动。或者,其中一个光学装配件722的定位器能够根据和一或更多个其它光学装配件722的定位器不同的控制讯号被驱动。不同光学装配件722的定位器能够以同步、依序、随机、或是类似方式、或是前述的任何组合被驱动。每一个光学装配件722能够单独被封装成一模组式装配件,使得其能够以另一光学装配件722为基准被选择性地移除或取代。

[0158] 图中虽然并未显示;不过,所述光学装配件722中的一或更多者的壳体、框架、…等可以包含一对位特征元件,其被配置成用以利用所述光学装配件722的至少其中一个器件(举例来说,利用一定位器、一孔径、一中继透镜、一面镜、一光学输入部、一光学输出部、或是类似物、或是前述的任何组合)来帮助光学对准一多头设备700里面的一对应次要射束路径116b。因此,所述多头设备700可以进一步包含一框架、闩锁、…等,其被配置成用以扣接一光学装配件722的对位特征元件。

[0159] 如图7中示范性所示,所述主要射束分散器714会分散一外来的镭射脉冲串跨越一组主要射束路径116a(举例来说,两条主要射束路径116a),而所述次要射束分散器716则会分散外来的镭射脉冲串跨越一组次要射束路径116b(举例来说,四条次要射束路径116b)。然而,于另一实施例中,被设置在一选定主要射束路径116a中的所述次要射束分散器716中的其中一者可以被省略(举例来说,连同一被设置在一次要射束路径116b中位于其下游处的对应光学装配件722),并且沿着所述选定主要射束路径116a传播的镭射脉冲可以被引导至一扫描头702(举例来说,借助于一或更多个面镜、…等)。

[0160] 一般来说,并且如上面所述的构造,所述多头设备700的一或更多个器件(举例来说,第一射束分散器714、第二射束分散器716、光学装配件722中的第一定位器106、扫描头702中的第二定位器108、…等)能够被操作(举例来说,响应于由控制器114(参见图1)所输出的一或更多个控制讯号),使得镭射脉冲(或是镭射脉冲突波)会从其中一个扫描头702被传送至工件(图中并未显示),同步于从至少另一扫描头702(或是所有其它扫描头702)至所

述工件的镭射脉冲(或是镭射脉冲突波)。于其中一实施例中,所述多头设备700的操作会受到控制,使得镭射脉冲(或是镭射脉冲突波)会从受到轨道704支撑的其中一个扫描头702处被传递,同步于从受到相同轨道704支撑的另一个扫描头702(或是所有其它扫描头702)处所传递的镭射脉冲(或是镭射脉冲突波)。于另一实施例中,镭射脉冲(或是镭射脉冲突波)会在不同的时间处从受到一共同轨道704支撑(举例来说,由第一轨道704a或是第二轨道704b所共同支撑)的不同扫描头702处被传递。

[0161] 应所述明白的是,所述多头设备700的整体设计(包含器件之间的光学所希距离)可能会影响下面的相对定位:非必要的光学系统712及/或其器件、主要射束分散器714、次要射束分散器716、光学装配件722及它们的器件、以及扫描头702及/或它们的器件。数个折叠面镜724可以被用来帮助折叠镭射脉冲会于其中传播的各种射束路径(举例来说,主要射束路径116a、次要射束路径116b、…等,每一者通称为射束路径116,或是统称为射束路径116),举例来说,用以避免阻碍、用以提供所希望的分段长度、用以改良对准效果、或是达成类似作用、或是前述的任何组合。此些折叠面镜724中的一部分(例如,第一折叠面镜724a以及第二折叠面镜724b)可以分别受到第一轨道704a以及第二轨道704b的支撑。或者,甚至除此之外,所述第一折叠面镜724a以及第二折叠面镜724b中的一或两者可以直接或间接受到支撑一轨道704的一或更多个线性载台或旋转载台的支撑。

[0162] 如上面所述的构造,多头设备700的多个扫描头702可被用来同步及/或依序处理多个、分开的工件;或者,可被用来同步及/或依序处理单一工件。当多个扫描头702被用来处理多个工件时(举例来说,同步),设备100可能具备多个第三定位器110,每一个第三定位器110皆可操作用于以一扫描头为基准来移动一个别工件。于此情况中,所述第三定位器可以操作用于以彼此为基准、联合(也就是,在工件之间没有发生任何相对移动)、或是类似的方式、或是前述的任何组合来移动所述工件。

[0163] VI.关于工件搬运系统的实施例

[0164] 为帮助将工件载入一设备(例如,设备100或是多头设备700,每一者通称为设备)之中或是从一设备中卸载工件,一工件搬运系统可被提供,其可操作用以将工件运输至所述第三定位器110处或是运离所述第三定位器110(举例来说,响应于由控制器114、另一控制器、或是类似物、或是前述的任何组合所输出的一或更多个控制讯号)。

[0165] 于其中一实施例中,并且参考图8与9,所述工件搬运系统可以被提供成为工件搬运系统800,其包含一储存槽,所述储存槽被配置成用以保留一或更多个工件,所述工件可能未经过所述设备处理、部分经过所述设备处理、完全经过所述设备处理、或是前述的任何组合。所述工件搬运系统800能够被排列在所述设备的旁边,用以帮助运输工件。举例来说,如图9中所示,所述工件搬运系统800能够被排列在前面提及的基底(举例来说,基底802)的旁边,所述基底支撑所述第三定位器110(视情况,其接着可以支撑一夹盘902)。所述工件搬运系统800会包含一第一运输机制900,其可操作用以将一工件102从所述工件搬运系统800的第一搬运区804运输至所述设备。所述工件搬运系统800还会包含一第二运输机制(图中并未显示),其可操作用以将一工件102从所述设备运输至所述工件搬运系统800的第二搬运区806。所述第一运输机制900与所述第二运输机制可被提供成为一机器人手臂(举例来说,在一末端处会有一用以扣接所述工件的末端效果器、…等)、一卷轴式搬运系统(例如,由NORTHFIELD AUTOMATION SYSTEMS所制造的ROLL MASTER)、或是类似物、或是前述的任何

组合。

[0166] 于其中一实施例中，要由所述第一运输机制900运输的工件会在所述第一搬运区804中事先对准，使得当所述第一运输机制900将一工件从所述第一搬运区804处运输至所述设备时，所述工件会被设置在所述第三定位器110上或上方的一事先决定的位置及/或配向处。于另一实施例中，要由所述第一运输机制900运输的工件不会在所述第一搬运区804中事先对准，且因此，所述第一运输机制900可以根据任何合宜或是有利的技术(举例来说，如前面提及的美国专利案第7,834,293号中的示范性揭示)将所述工件对准于所述第三定位器110上或上方的一事先决定的位置及/或配向处。

[0167] 于其中一实施例中，所述设备可以被配置成用以帮助将工件运输至所述工件搬运系统800以及从所述工件搬运系统800处运输工件。举例来说，并且参考图10，所述多头设备700可以包含一第三定位器(图中并未显示)，所述第三定位器被配置成用以于一工件移动区1000里面移动一工件102(其可以视情况受到一夹盘902的支撑)。如图10中所示，所述工件移动区1000涵盖一工件载入区1002、一工件卸载区1004、以及一工件处理区1006。工件载入区1002会对准工件搬运系统800的第一运输机制900，工件卸载区1004会对准工件搬运系统800的第二运输机制，以及工件处理区1006会对准所述多头设备700的扫描头702。

[0168] 如上面所述的构造，利用多头设备700来处理工件的一范例序列的进行方式如下。倘若所述夹盘902没有在所述工件载入区1002之中的话，所述第三定位器刚开始会被操作用以将所述夹盘902移动至所述工件载入区1002之中并且所述第一机器人会被操作用以从所述第一搬运区804处运输一工件102至所述夹盘902上。接着，所述第三定位器会被操作用以将夹盘902(被运输的工件102现在已被支撑于所述夹盘902上)从所述工件载入区1002处移动(举例来说，在X方向中、在Y方向中、或是前述的组合，例如沿着箭头1008)至所述工件处理区1006(举例来说，对准所述扫描头702中的一或更多者)。一或更多道镭射脉冲会经由所述扫描头702中的一或更多者被传递至工件102上，用以处理所述工件102。在处理完成之后，所述第三定位器会被操作用以将所述夹盘902从所述工件处理区1006处移动(举例来说，在X方向中、在Y方向中、或是前述的组合，例如沿着箭头1010)至所述工件卸载区1004之中，并且所述第二运输机制会被操作用以经已处理的工件102从所述夹盘902处运输至所述第二搬运区806之中。而后，所述第三定位器会被操作用以将所述夹盘902从所述工件卸载区1004处移动(举例来说，仅在Y方向中，例如沿着箭头1012)至所述工件载入区1002之中，并且上面所述的序列可以于必要时重复进行。

[0169] 于其中一实施例中，所述第三定位器110能够被操作用以在其中一个方向中移动所述夹盘902的速度快于另一个方向。举例来说，所述第三定位器110能够被操作用以在Y方向中移动所述夹盘902的速度快于X方向。于其中一特殊实施例中，所述第三定位器110包含一X载台以及一Y载台(举例来说，以堆叠配置的方式来提供)。所述X载台被配置成用于以第一速度在X方向中移动所述夹盘，以及所述Y载台被配置成用于以大于所述第一速度的第二速度在Y方向中移动所述夹盘。

[0170] 如图10中所示，工件102能够在概念上被分成四个区域(举例来说，第一区域I、第二区域II、第三区域III、以及第四区域IV)，所述区域对应于所述多头设备700里面的扫描头702的位置。据此，当工件102被设置在所述工件处理区1006里面时，所述多头设备700可以被操作用以在处理期间(也就是，用以照射所述工件102)于所述工件102以及将镭射脉冲

传递出来的扫描头702之间提供相对移动。因此，第一区域I可以由从第一扫描头702a处所传递的镭射脉冲来处理，第二区域II可以由从第二扫描头702b处所传递的镭射脉冲来处理，第三区域III可以由从第三扫描头702c处所传递的镭射脉冲来处理，以及第四区域IV可以由从第四扫描头702d处所传递的镭射脉冲来处理。应所述明白的是，所述多头设备700亦可被操作用以提供前面提及的相对移动，使得工件102的多个区域能够由从一共同扫描头702处所传递的镭射脉冲来处理(举例来说，依序或是交替)。

[0171] 于其中一实施例中，所述多头设备700中的所述扫描头702的相对位置可以如上面示范性说明般地被调整，用以对应于要被处理的特殊工件102的大小、用以对应于要被处理的特殊工件102里面的区域的大小、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0172] 本段落中关于工件搬运系统800的特殊实施例虽然配合多头设备700来讨论；不过，应所述明白的是，此些实施例中的任一实施例或是它们的任何组合亦可以配合设备100来施行，或是配合设备100以外的任何其它镭射处理设备来施行，或是配合以有利或合宜的方式被配置成用以加工所述工件102的任何其它设备(举例来说，机械式钻凿设备、水切割或水钻设备、电子射束切割机、喷磨机、…等)来施行。

[0173] VII.关于扫描技术的实施例

[0174] 如本文中的用法，「扫描技术」一词能够表示：一处理光点以工件102为基准被扫描的方式(举例来说，于第一扫描范围里面、于第二扫描范围里面、于第三扫描范围里面、或是类似情形、或是前述的任何组合)；所述第一扫描范围于所述第二扫描范围里面被扫描的方式；所述第一扫描范围或第二扫描范围中的任一者于所述第三扫描范围里面被扫描的方式；或是类似情形；或是前述的任何组合。一般来说，扫描技术能够被特征化成诸如下面的一或更多项参数：一处理光点要被扫描的处理轨线、方向(也就是，所述处理光点、第一扫描范围、第二扫描范围、或是类似物、或是前述的任何组合要被扫描的方向)、扫描速率(也就是，所述处理光点、第一扫描范围、第二扫描范围、或是类似物、或是前述的任何组合要被扫描的速度)、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0175] A.帮助进行Z高度量测、补偿、…等

[0176] 于此段落中所讨论的实施例中，设备100包含一Z高度感测器(例如，Z高度感测器124)，其以扫描透镜112为基准视情况被固定。因此，当在第二扫描范围302b与工件102之间提供相对移动时(也就是，当所述第二扫描范围「被扫描」时，其可藉由操作所述第三定位器110来完成)，感测范围402同样会与所述第二扫描范围302b被联合扫描(举例来说，在相同的方向中并且以相同的速度)。所述第二扫描范围302b(且因此所述感测范围402)会以落在从25mm/sec至200mm/sec的范围之中的扫描速率被扫描。于其中一实施例中，所述扫描速率落在从50mm/sec至100mm/sec的范围之中。视诸如下面的因素而定，所述扫描速率能够小于25mm/sec，或是大于200mm/sec：处理速度、进行Z高度量测的速度及/或精确性、工作表面102a的表面拓朴、…等。

[0177] 如上面提及，如上面参考图4至6的讨论般以所述第二扫描范围302b为基准来偏离感测范围402会在工件102的处理期间导致特定问题。然而，此些问题(或是受到问题影响的敏感性)能够藉由沿着一定义一扫描图样(其包含彼此平行或不平行的多个长条或区段，举例来说，它们可以为笔直、弯曲、或是前述的任何组合)的处理轨线来格栅扫描所述第二扫描范围302b(且因此格栅扫描所述感测范围402)而获得改善或是避免。格栅扫描可以根据

一单向扫描技术、一双向格栅扫描技术、或是类似技术、或是前述的任何组合来实施，下面会更详细说明每一项技术的范例。应所述明白的是，除了被格栅扫描之外，所述第二扫描范围302b(且因此所述感测范围402)亦可以根据分步重复技术被向量扫描、被排列、或是类似的操作、或是前述的任何组合；或者，所述第二扫描范围302b(且因此所述感测范围402)可以根据分步重复技术被向量扫描、被排列、或是类似的操作、或是前述的任何组合，作为被格栅扫描的替代技术。

[0178] 为达帮助讨论本文中所讨论的格栅扫描技术的目的，和一格栅扫描图样的一区段一致的工件的每一个部分在本文中亦称为所述工件的「区段」，或是更简单的是，称为「工件区段」。一般来说，每一个工件区段包含要被所述设备100处理的所述工件的一部分(举例来说，用以形成一或更多个特征元件、…等)。然而，于其中一实施例中，至少一工件区段并不包含要被所述设备100处理的所述工件的任何部分。

[0179] 任何两个工件区段可以彼此重叠、彼此邻接、或者彼此隔开。如本文中的用法，倘若两个平行的工件区段之间没有任何中间工件区段(平行或是不平行)便会被视为彼此「相邻」。因此，两个工件区段如果邻接则会相邻或者彼此隔开。于存在多对平行、隔开工件区段的实施例中，至少两对工件区段中的工件区段之间的距离可以为相同或是不相同。进一步言之，任何相邻工件区段对之间的距离可以手动设定(举例来说，由使用者设定)或自动设定(举例来说，在控制器114处设定)、或是以类似方式设定、或是前述的任何组合。当自动设定时，任何相邻工件区段对之间的距离可以根据第二扫描范围302b的长度(或宽度)来设定(举例来说，在垂直于扫描方向的方向中所测得)、根据感测范围402相对于所述第二扫描范围302b的摆放位置来设定、根据所述感测范围402的尺寸及/或形状来设定、根据成本函数(举例来说，其代表用以处理所有所述工件区段所需要的总时间数额)的最佳化结果来设定、或是以类似的方式来设定、或是前述的任何组合。

[0180] 如本文中的用法，当镭射脉冲被传递至工件(从而形成一处理光点)时所述第二扫描范围302b被格栅扫描的方向称为「扫描方向」。同样地，所述扫描方向亦表示在取得Z高度量测值时所述感测范围402被扫描的方向。于下面所述的实施例中，一工件区段的宽度(举例来说，在垂直于扫描方向的方向中所测得)等于所述第二扫描范围302b的长度(或宽度)(举例来说，在垂直于扫描方向的方向中所测得)。然而，于另一实施例中，一工件区段的宽度会小于或是大于所述第二扫描范围302b的长度(举例来说，在垂直于扫描方向的方向中所测得)。另外，如在下面所述的实施例中，同一工件的所有工件区段可以有相同的宽度(举例来说，在垂直于扫描方向的方向中所测得)。于其它实施例中，所述工件区段中的至少其中两个有不同的宽度(举例来说，所述宽度中的至少其中一者小于、等于、或是大于所述第二扫描范围302b的长度(或是宽度)，在垂直于扫描方向的方向中所测得)。进一步言之，任何工件区段的宽度可以手动设定(举例来说，由使用者设定)、自动设定(举例来说，在控制器114处设定)、或是以类似方式设定、或是前述的任何组合。当自动设定时，一工件区段的宽度可以根据第二扫描范围302b的长度(或宽度)来设定(举例来说，在垂直于扫描方向的方向中所测得)、根据感测范围402相对于所述第二扫描范围302b的摆放位置来设定、根据所述感测范围402的尺寸及/或形状来设定、根据成本函数(举例来说，其代表用以处理所有所述工件区段所需要的总时间数额)的最佳化结果来设定、或是以类似的方式来设定、或是前述的任何组合。

[0181] 本段落中关于特定扫描技术、Z高度量测、Z高度补偿、…等的特殊实施例虽然配合设备100来讨论;不过,应所述明白的是,此些实施例中的任一实施例或是它们的任何组合亦可以配合多头设备700来施行。应所述进一步明白的是,在本段落中所讨论的实施例亦可以本文中所讨论的镭射处理设备以外之具有任何合宜配备的单头或多头镭射处理设备来施行,或是以有利或合宜的方式被配置成用以加工所述工件102的任何其它设备(举例来说,机械式钻凿设备、水切割或水钻设备、电子射束切割机、喷磨机、…等)来施行。

[0182] i.单向扫描

[0183] 根据单向格栅扫描技术,所述感测范围402以及所述第二扫描范围302b会在单一扫描方向中沿着一共同的工件区段依序被扫描。所述感测范围402以及所述第二扫描范围302b也会在单一扫描方向中沿着相邻的工件区段被扫描。

[0184] 为帮助进行单向格栅扫描,设备100可以包含一Z高度感测器,其被排列并且被配置成用以在和所述扫描方向相同的方向中投影一与所述第二扫描范围302b偏离的感测范围402。举例来说,并且参考图4或6,倘若扫描方向为-Y方向的话,那么,所述感测范围402亦可以于所述-Y方向中偏离所述第二扫描范围302b。于另一范例中,并且参考图5或6,倘若扫描方向为-X方向的话,那么,所述感测范围402亦可以于所述-X方向中偏离所述第二扫描范围302b。

[0185] 在处理之前,所述工件与所述感测范围402之间的相对位置会被初始设定,使得所述感测范围402会被对准在要被处理的所述工件的工件区段的一末端处或附近。举例来说,如图11中所示,所述感测范围402(如参考图4中的讨论般偏离所述第二扫描范围)被对准在要被处理的一目前工件区段1102的一末端处。同样地,如图15中所示,所述感测范围402(如参考图5中的讨论般偏离所述第二扫描范围)被对准在要被处理的一目前工件区段1502的一末端处。

[0186] 在所述感测范围402对准所述目前工件区段之后,所述第二扫描范围302b与感测范围402会在一扫描方向中(举例来说,分别在-Y方向或-X方向中,如图12与16中所示)沿着所述区段被联合扫描。据此,所述感测范围402是沿着要被处理的目前工件区段被扫描,在所述第二扫描范围302b之前。在扫描所述感测范围402期间会取得并且视情况储存(并且,进一步视情况,进行如上面讨论般的处理)各种感测位置处的Z高度量测值。

[0187] 在扫描所述第二扫描范围302b期间,镭射脉冲可以被传递至要被处理的目前工件区段的部分。倘若判定一特殊感测位置处的工作表面Z高度(举例来说,如前面所测得或处理并且已储存)落在所述预设标称Z高度处理视窗外面的话,那么,当所述处理位置和所述特殊感测位置相同时(或是落在所述特殊感测位置的指定距离内)便会进行Z高度补偿(举例来说,如上面的讨论)。

[0188] 在处理所述目前工件区段之后(举例来说,当所述第二扫描范围302b位于所述目前工件区段处或附近时,如图13或17中所示),介于所述工件与所述感测范围402之间的相对位置则会被编入索引中,使得所述感测范围402会被对准在要被处理的下一个工件区段(举例来说,分别为如图14与18中所示的区段1104或区段1504)的一末端处或附近,并且可以重复进行上面所述的处理。

[0189] ii.双向扫描

[0190] 根据双向格栅扫描技术,所述感测范围402以及所述第二扫描范围302b会在反向

的扫描方向中沿着一共同的工件区段依序被扫描。所述感测范围402以及所述第二扫描范围302b中的每一者也会在反向的扫描方向中沿着相邻的工件区段被扫描。

[0191] 为帮助进行双向格栅扫描，设备100可以包含一Z高度感测器，其被排列并且被配置成用以在和所述扫描方向不相同的方向中投影一与所述第二扫描范围302b偏离的感测范围402。举例来说，并且参考图4或6，倘若扫描方向为+X或-X方向的话，那么，所述感测范围402可以于+Y或-Y方向中偏离所述第二扫描范围302b。于另一范例中，并且参考图5或6，倘若扫描方向为+Y或-Y方向的话，那么，所述感测范围402可以于+X或-X方向中偏离所述第二扫描范围302b。

[0192] 在处理之前，所述工件与所述感测范围402之间的相对位置会被初始设定，使得所述感测范围402会被对准在要被处理的一工件区段的一末端处或附近。举例来说，如图19中所示，所述感测范围402(如参考图5中的讨论般偏离所述第二扫描范围)被对准在前面提及的工件区段1100a1的一末端处。同样地，如图22中所示，所述感测范围402(如参考图4中的讨论般偏离所述第二扫描范围)被对准在前面提及的工件区段1502的一末端处。

[0193] 在所述感测范围402对准一要被处理的工件区段之后，所述第二扫描范围302b与感测范围402会在一第一扫描方向中(举例来说，分别在如图20或23中的箭头所示的-Y方向或-X方向中)沿着要被处理的所述工件区段(举例来说，分别为图21与24中所示的区段1100a1或区段1502)被联合扫描。在所述第一方向中扫描所述感测范围402期间会取得并且视情况储存(并且，进一步视情况，进行如上面讨论般的处理)各种感测位置处的Z高度量测值。

[0194] 在利用Z高度感测器124量测要被处理的一工件区段之后(举例来说，当所述感测范围402位在要被处理的工件区段1100a1的一末端处或附近时，如图20或23中所示)，介于所述工件与所述感测范围402之间的相对位置则会被编入索引中，使得所述感测范围402会被对准在要被处理的另一个工件区段(举例来说，分别为如图21与24中所示的区段1104或区段1504)的一末端处或附近。于本文中所讨论的实施例中，因为所述Z高度感测器124的位置是以所述扫描透镜112为基准被固定，所以，所述第二扫描范围302b同样会被对准在先前已被所述Z高度感测器124量测的一工件区段(举例来说，先前量测的区段1100a1或1502，分别如图21与24中所示)的一末端处或附近。

[0195] 在如上面讨论般地将所述感测范围402与第二扫描范围302b编入索引之后，所述第二扫描范围302b与感测范围402会在与所述第一扫描方向反向的第二扫描方向中(举例来说，分别在如图21或24中的箭头所示的+Y方向或+X方向中)被联合扫描。因此，所述感测范围402会沿着要被处理的另一工件区段被扫描(举例来说，沿着区段1104或区段1504，分别如图21与24中所示)，而所述第二扫描范围302b则沿着先前量测的工件区段被扫描(也就是，沿着区段1100a1或区段1502，分别如图21与24中所示)。

[0196] 在所述第二方向中扫描所述感测范围402期间会取得并且视情况储存(并且，进一步视情况，进行如上面讨论般的处理)各种感测位置处的Z高度量测值。在所述第二方向中扫描所述第二扫描范围302b期间，镭射脉冲可以被传递至先前量测的工件区段(也就是，区段1100a1或区段1502，分别如图21与24中所示)的部分。倘若判定一特殊感测位置处的工作表面Z高度(举例来说，经量测或是经处理)落在所述预设标称Z高度处理视窗外面的话，那么，当所述处理位置和所述特殊感测位置相同时(或是落在所述特殊感测位置的指定距离

内)便会进行Z高度补偿(举例来说,如上面的讨论)。

[0197] 在已经处理一先前量测的工件区段(举例来说,区段1100a1或1502)并且已经量测另一(举例来说,未经过处理)工件区段(举例来说,区段1104或1504)之后,便可以再次实施索引编入,用以将所述感测范围402对准在要被量测的另一工件区段(图中并未显示)的一末端处或附近以及用以将所述第二扫描范围302b对准在一先前量测的工件区段(举例来说,区段1104或区段1504)的一末端处或附近。在对准之后,所述感测范围402与第二扫描范围302b会在所述第一扫描方向反向中被联合扫描,并且可以重复进行上面所述的处理,其包含量测、处理、Z高度补偿、…等。

[0198] B.帮助进行特征元件形成

[0199] 如上面提及,第一定位器106具有落在从50kHz至10MHz的范围之中的第一定位频宽,且因此,能够被用来快速在所述第一扫描范围里面扫描所述处理光点,用以于工件102之中形成一或更多个特征元件(举例来说,一或更多个开口、通孔、沟渠、狭槽、切割线、下凹区、…等)。同样如上面提及,所述特征元件的最大尺寸(举例来说,在X-Y平面所量测)可以小于或等于第一扫描范围的最大尺寸,所述第一扫描范围的最大尺寸(举例来说,在X方向或是Y方向)可以大于或等于要被形成在工件102之中的一特征元件的对应最大尺寸。然而,于另一实施例中,所述特征元件的最大尺寸可以大于所述第一扫描范围的最大尺寸。

[0200] 一般来说,所述第一定位器106能够被操作用以在下面的情况中沿着X方向(举例来说,在+X或-X方向中)及/或沿着Y方向(举例来说,在+Y或-Y方向中)来扫描所述处理光点:当第二定位器108正沿着X方向(举例来说,在+X或-X方向中)扫描所述第一扫描范围时、当第二定位器108正沿着Y方向(举例来说,在+Y或-Y方向中)扫描所述第一扫描范围时、当第三定位器110正沿着X方向(举例来说,在+X或-X方向中)扫描所述第一扫描范围及/或第二扫描范围时、当第三定位器110正沿着Y方向(举例来说,在+Y或-Y方向中)扫描所述第一扫描范围及/或第二扫描范围时、或是前述的任何组合。因此,应所述明了的是,所述第一定位器106能够被操作用以在下面的情况中沿着X方向(举例来说,在+X或-X方向中)及/或沿着Y方向(举例来说,在+Y或-Y方向中)来扫描所述处理光点:当第二定位器108没有在扫描所述第一扫描范围时、当第三定位器110没有在扫描所述第一扫描范围及/或第二扫描范围时、或是前述的任何组合。另外应所述明了的是,在任何时点处,所述处理光点被所述第一定位器106扫描的方向(沿着所述方向或是在所述方向中被所述第一定位器106扫描)会和下面的方向相同或是不相同:所述第一扫描范围于所述第二扫描范围里面被所述第二定位器108扫描的方向(沿着所述方向或是在所述方向中被所述第二定位器108扫描)、所述第一扫描范围于所述第三扫描范围里面被所述第三定位器110扫描的方向(沿着所述方向或是在所述方向中被所述第三定位器110扫描)、或是前述的任何组合。

[0201] 于某些实施例中,工件102被提供成为一PCB面板、一PCB、一FPC、一IC、一ICP、一半导体装置、…等。因此,所述工件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、互连线或绕线结构(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;一介电结构,举例来说,一累增膜、一玻璃强化环氧树脂层叠板、一层间介电材料、一低k介电材料、防焊层、或是类似物、或是前述的任何组合。当被提供成为一PCB面板或PCB时,所述工件102可以包含一介电结构(举例来说,玻璃强化环氧树脂层叠板),其第一侧被粘接至一第

一导体(举例来说,一铜或是铜合金薄片,其可以有一已变暗(举例来说,藉由化学反应、藉由镭射暗化处理、…等)或是没有变暗的外露表面),并且视情况,在其和所述第一侧反向的第二侧被粘接至一第二导体(举例来说,由铜或是铜合金所形成的一触垫、一线路、一金属薄片、…等)。一或更多个特征元件(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)可以藉由烧蚀工件102的一或更多个器件的材料来移除材料而被形成在所述一或更多个器件之中或之上(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,「特征元件区域」是指一工件102中要被处理用以形成一特征元件的区域。

[0202] 一般来说,除非额外明确叙述,否则,「烧蚀」一词是表示「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之中的材料是发生在当烧蚀的主要成因是因为所述材料吸收落在被传递镭射能量射束里面的能量而分解所述材料的时候。间接烧蚀(亦称为「剥离(lift-off)」)工件102之中的材料则是发生在当烧蚀的主要成因是因为吸收落在被传递镭射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。

[0203] 于其中一实施例中,所述特征元件可以被形成用以完全或部分延伸贯穿所述工件102的一或更多个器件(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)。于其中一实施例中,所述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,应所述明白的是,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、400μm、450μm、550μm、600μm、…等,或是介于任何此些数值之间。同样地,所述厚度亦能够小于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。

[0204] 一般来说,所述特征元件的顶端部分可以具有落在从5μm至300μm的范围之中的直径(也就是,「顶端直径」。然而,应所述明白的是,所述顶端直径亦能够有小于5μm或是大于300μm的厚度。因此,所述顶端直径可以大于或等于5μm、10μm、20μm、30μm、40μm、50μm、80μm、100μm、120μm、150μm、200μm、250μm、150μm、200μm、250μm、300μm、320μm、…等,或是介于任何此些数值之间。同样地,所述顶端直径亦能够小于350μm、300μm、250μm、200μm、150μm、120μm、100μm、80μm、50μm、40μm、30μm、20μm、10μm、5μm、…等,或是介于任何此些数值之间。

[0205] 一般来说,所述特征元件的底端部分可以小于或等于所述顶端直径的直径(也就是,「底部直径」)。所述顶端直径与底部直径之间的差额在本文中称为所述特征元件的「渐细部」,或是径自称为「特征元件渐细部」。特征元件渐细部是表示落在所述工件102里面的特征元件的侧壁的斜率。本技术领域经常希望形成具有相对小渐细部的特征元件(举例来说,以便帮助在所述工件102的相对小区域里面形成大量的特征元件)。倘若所述特征元件为一通孔的话,那么,相对小的渐细部便能够达成对其进行可靠电镀或填充的目的。影响渐细部的其中一项因素是被形成的特征元件的深度:具有相对小深度的特征元件倾向于会有零渐细部,或者,渐细部会小于具有相对大深度的特征元件。于本范例中,一被形成在工件102之中的特征元件的渐细部能够小于或等于20μm。举例来说,所述渐细部能够小于或等于

18μm、15μm、12μm、10μm、9μm、8μm、7.5μm、7μm、6μm、5μm、4μm、3μm、2μm、1μm、0.5μm、…等，或是介于任何此些数值之间。

[0206] 一般来说，所述特征元件的深度是沿着一延伸穿过所述特征元件的所述顶端部分与底部部分的轴线来量测(在本文中亦称为「特征元件轴」)。于其中一实施例中，所述特征元件的深度对应于在其中形成所述特征元件的一或更多个结构的厚度(于此情况中，所述特征元件完全延伸穿过一或更多个结构)。于另一实施例中，所述特征元件的深度没有对应于在其中形成所述特征元件的一或更多个结构的厚度(于此情况中，所述特征元件仅部分延伸穿过一结构)。因此，所述特征元件可以具有落在从5μm至250μm的范围之中的深度(或者，小于5μm，或是大于250μm)。举例来说，所述特征元件的深度可以大于或等于1μm、3μm、5μm、10μm、15μm、18μm、20μm、25μm、30μm、35μm、40μm、50μm、70μm、80μm、100μm、110μm、120μm、250μm、300μm、…等，或是介于任何此些数值之间。同样地，所述深度亦能够小于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。

[0207] 一般来说，特征元件成形可以藉由沿着一定义一或更多个扫描图样的处理轨线扫描一处理光点来实施(举例来说，藉由控制所述第一定位器106，用以根据落在所述第一扫描范围里面的一或更多对应扫描图样来扫描一处理光点)。视诸如下面的一或更多项因素而定，所述特征元件可以藉由沿着一扫描图样(亦称为「特征元件成形」扫描图样)扫描一处理光点一次或多次而被形成：要被形成的特征元件的所希望的深度、在特征元件成形期间要被移除的(多种)材料、在特征元件成形期间要被传递的镭射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。当一处理光点沿着一扫描图样被扫描多次时，所述处理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，在特征元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扫描的话，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，以所述特征元件轴为基准所量测)或是不同的配向。

[0208] 本段落中关于特定扫描技术的特殊实施例虽然配合设备100来讨论；不过，应所述明白的是，此些实施例中的任一实施例或是它们的任何组合亦可以配合多头设备700来施行。应所述进一步明白的是，在本段落中所讨论的实施例亦可以本文中所讨论的镭射处理设备以外之具有任何合宜配备的单头或多头镭射处理设备来施行，或是以有利或合宜的方式被配置成用以加工所述工件102的任何其它设备(举例来说，机械式钻凿设备、水切割或水钻设备、电子射束切割机、喷磨机、…等)来施行。

[0209] i.扫描图样的范例实施例

[0210] 用于形成特征元件的扫描图样(例如，通孔或是其它孔洞、开口、凹部、沟渠、…等)的范例包含分别如图25、26、27、以及28中所示的扫描图样2500、2600、2700、以及2800，或是类似的扫描图样，或是前述的任何组合。一般来说，所述扫描图样可以类似或描绘一格栅图样(举例来说，如图25中所示)，一星形多边形或是具有星形形状的多边形(举例来说，如图26中所示)，一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27中所示)，一圆形(举例来说，如图28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。于其中一实施例中，可以使用一或更多个扫描图样(举例来说，一或更多个扫

描图样2500、2600、2700、或是2800、或是前述的任何组合)在形成一特征元件(例如,一圆形开口、一通孔、…等)期间来移除(举例来说,藉由直接烧蚀、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。

[0211] 在图25至28中,虚线2502代表一要由工件102的一电气导体结构或介电结构形成在工作表面102a处的特征元件(举例来说,于本范例中为一圆形开口或通孔)的所希望的边界。为达本范例的讨论的目的,一旦被形成在所述工件102之中,所述特征元件便能够被特征化成包含一「顶端部分」,其被形成在所述工作表面102a并且沿着一轴线延伸至所述工件102之中(举例来说,终止于所述工件102里面,或是完全延伸穿过所述工件102)。依此方式终止于所述工件102里面或是出现在所述工件102另一侧的特征元件的部分在本文中可被称为所述特征元件的「底部部分」。

[0212] 图25至28中图解的要被形成的特征元件的边界2502(于本文中亦称为「特征元件边界」)虽然为圆形;不过,应所述明白的是,所述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,位在所述特征元件的顶端部分与底部部分处的边界2502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,藉由直接烧蚀来移除材料,并且在所述材料的处理期间扫描多个扫描图样),位在所述特征元件的顶端部分处的边界2502可以不同于位在所述特征元件的底部部分处的边界2502的形状。举例来说,所述特征元件的顶端部分可以具有一圆形的边界2502,而所述特征元件的底部部分可以具有一椭圆形、矩形、…等的边界2502。

[0213] 菱形2504表示一扫描图样里面的处理光点的位置的中心(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2500、2600、2700以及2800虽然具有如图中所示的多个光点位置2504所组成的特殊排列;不过,应所述明白的是,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。由在一扫描图样里面或是沿着一共同扫描线所设置的光点位置2504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:在所述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;在所述特征元件的形成期间位在所述光点位置处或附近的材料的粘性;在所述光点位置处或附近的材料的光吸收系数(以被传递的镭射能量射束为基础);在所述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;在所述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;要被形成的特征元件的尺寸与形状;或是类似因素;或是前述的任何组合。一般来说,沿着一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和沿着所述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相同或是不相同。

[0214] 在所述光点位置2504中,光点位置2504a代表要被一镭射脉冲照射的扫描图样中的第一光点位置;以及光点位置2504b代表要被一镭射脉冲照射的扫描图样中的最后光点位置。据此,连接所述光点位置2504的实线表示所述光点位置2504被定址的顺序(举例来说,被一或更多道被传递镭射脉冲定址)。然而,应所述明了的是,在一扫描图样里面的光点

位置2504可以任何其它所希望的顺序来定址(从而改变所述实线的配置),并且甚至可以随机定址。在处理期间的任何时间处,在一扫描图样之中的一光点位置2504能够被特征化成一先前已定址的光点位置(也就是,镭射脉冲已被传递的光点位置)、一目前被定址的光点位置(也就是,镭射脉冲正在被传递的光点位置)、以及一即将被定址的光点位置(也就是,镭射脉冲即将被传递的光点位置)。

[0215] 于其中一实施例中,光点位置2504的排列以及光点位置2504被定址的顺序会视情况经过选择,以便减少或避免在特征元件成形期间于所述工件102里面发生非所希望的热累积(举例来说,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2504的排列以及光点位置2504被定址的顺序会视情况经过选择,以便影响(举例来说,减少)最终形成的特征元件渐细部。于另一实施例中(并且如下面的更详细说明),光点位置2504的排列以及光点位置2504被定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元件的方式来促进加热所述工件102。

[0216] 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镭射脉冲(举例来说,2道镭射脉冲、3道镭射脉冲、5道镭射脉冲、8道镭射脉冲、10道镭射脉冲、20道镭射脉冲、…等)可以被传递至相同的光点位置2504或是被传递至不同的光点位置2504:脉冲重复率、第一定位频宽、要被扫描的扫描图样、…等。于此情况中,所述脉冲重复率能够被一般性特征化成大于所述第一定位频宽。然而,于另一实施例中,所述脉冲重复率亦能够小于或等于所述第一定位频宽。时间上依序的镭射脉冲被传递至相同光点位置2504(或是被传递至一共同光点位置2504的区域性邻近位置里面)的时间周期在本文中被称为和所述光点位置2504相关联的「驻留时间」。为达讨论的目的,倘若一镭射脉冲被传递至一光点位置2504的1μm里面的话,所述镭射脉冲便被视为被传递至所述光点位置2504的区域性邻近位置。于其中一实施例中,倘若一镭射脉冲被传递至一光点位置2504的下面距离里面的话,所述镭射脉冲便被视为被传递至所述光点位置2504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。

[0217] 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系列或更多系列的依序定址光点位置2504。每一个此些系列的光点位置2504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定址光点位置,被设置在一共同扫描线中的依序定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25或26中所示)、弯曲(举例来说,如图27或28中所示)、或是类似形状、或是前述的任何组合。举例来说,图25中所示的扫描图样2500包含多条笔直的平行扫描线,而图26中所示的扫描图样2600则包含彼此倾斜的多条笔直的扫描线。扫描图样2600中的扫描线沿着径向(或是大体上径向)延伸自特征元件边界2502的一中心(或是延伸自一涵盖特征元件边界2502的所述中心的中央区域)的多条轴线朝所述特征元件边界2502延伸。图27中所示的扫描图样2700包含多条同心排列的扫描线(所述扫描线中的径向最外侧扫描线会沿着所希望的特征元件边界2502延伸)。图28中所示的扫描图样2800则包含单一弧形扫描线(举例来说,沿着所希望的特征元件边界2502延伸)。

[0218] 至少一镭射脉冲会被传递至每一个光点位置2504。于其中一实施例中，多道镭射脉冲会被传递至一或更多个光点位置2504(或是被传递至一共同光点位置2504的区域性邻近位置里面)。一般来说，相同数量的镭射脉冲会被传递至一扫描图样中的至少两个光点位置2504;或者，不同数量的镭射脉冲会被传递至一扫描图样中的至少两个光点位置2504。

[0219] 一般来说，相邻光点位置2504之间的间距会被视为大于涵盖在一光点位置2504的区域性邻近位置里面的距离。于其中一实施例中，一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，沿着一共同扫描线被设置的相邻光点位置2504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2504之间的间距(通常是在所述扫描图样里面，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。

[0220] 在相邻光点位置2504所组成的光点位置对中(通常是在所述扫描图样里面，或者，沿着一共同扫描线被设置)，它们之间的间距能够为恒定、可变、或是前述的任何组合。于其中一实施例中，沿着一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镭射脉冲被传递的光点位置处延伸自一镭射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，沿着一共同扫描线被设置的相邻光点位置之间的间距在沿着所述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，被传递的镭射脉冲的光点尺寸以及相邻光点位置2504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所述对相邻光点位置2504的镭射脉冲照射的光点区域会彼此重叠或是彼此不重叠。

[0221] 于其中一实施例中，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、一扫描线相对于另一扫描线的配向、一扫描线相对于边界2502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25至28中所示的排列，并且能够相依于诸如上面参考光点位置2504的排列所述的一或更多项因素而改变。因此，一扫描图样能够有奇数扫描线或是偶数扫描线。于其中一实施例中，一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。还应所述明了的是，扫描图样亦能够具有64条以上的扫描线。于一扫描图样内，所述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。

[0222] ii.关于各向异性材料移除的考量

[0223] a.理论

[0224] 经由实验以及多物理模拟(multi-physics modeling)，本案发明人沿着一扫描线(举例来说，如图29中所示，延伸在+X方向中)于已被扫描过的射束轴来引导镭射脉冲(所述

射束轴于工作表面102a处的入射角仅有最小改变或是没有任何改变)，并且传递此些镭射脉冲用以直接烧蚀一工件102(举例来说，一介电结构，例如，ABF、防焊层、玻璃强化环氧树脂层叠板、…等)，以便于其中形成多条沟渠，例如，图29、29A、以及29B中概略显示沟渠2900。在图29中，所述镭射脉冲射束会于其中被扫描的扫描线包含多个光点位置(也就是，「n」个光点位置，其中，n为2、3、4、5、…等)，并且2906a表示被传递至第一光点位置的一或更多道镭射脉冲照射的光点区、2906b表示被传递至第二光点位置的一或更多道镭射脉冲照射的光点区、…等，以及2906n表示被传递至最后光点位置(在本文中亦称为「终端光点位置」)的一或更多道镭射脉冲照射的光点区。在实验期间会形成多条沟渠，其长度落在从数十μm至数十毫米的范围之中。图29A与29B所示的分别是沿着图29中所示的直线XXIXA-XXIXA以及XXIXB-XXIXB所获得的图29中所示的沟渠的剖视图。如本文中的用法，此些光点位置被设置的扫描线被称为「各向异性材料移除扫描线」。当如上面讨论般被形成时，经发现，当所述镭射脉冲以非常高的脉冲重复率被传递时(并且被特征化成足以直接烧蚀所述工件102的诸如下面其它参数时：光点尺寸、平均功率、…等)，沟渠2900的终端末端2902的渐细部会小于所述沟渠2900的起始末端2904(参见图29B)。因此，上面所述的沟渠成形制程似乎呈现各向异性材料移除特性。虽然未必希望受到任何特殊理论限制；不过，模拟结果似乎表示此各向异性材料移除现象(至少部分)肇因于下面两项因素中的至少其中一项。

[0225] 前述因素的其中一项是关于在被镭射脉冲照射之前的工件102中的一区域的温度。一开始，当利用镭射脉冲照射所述扫描线中的一第一光点位置时，工件102的温度相对低，且因此，在所述第一光点位置处的材料移除机制的效率相对不佳。结果，在数道镭射脉冲被传递之后，被形成在所述工件102中的所述第一光点位置处的最终侧壁的渐细部会相对大。然而，在已经传递数道镭射脉冲之后，热能会因为所述工件102里面的热扩散的关系而开始累积于所述工件102里面的被照射光点位置附近。因此，在所述扫描线上的最终光点位置被一或更多道镭射脉冲照射之前便会有大量的热能累积在所述最终光点位置处。咸信，此热能会增加材料从所述工件102处被移除的效率。因此，在已经沿着所述扫描线传递数道镭射脉冲之后，在所述扫描线上的最终光点位置处被形成于所述工件102之中的最终侧壁的渐细部会相对小。

[0226] 其它因素是关于当从工件102处直接烧蚀材料时于处理光点处所产生的蒸汽羽烟(vapor plume)相关联的温度及压力。当所述镭射脉冲射束沿着所述扫描线被扫描时，所述蒸汽羽烟里面的高温及压力会蒸发、熔融、或是侵蚀所述工件之中位于照射处理光点附近的材料。本发明认为倘若在所述照射处理光点附近附近的材料已经累积热能的话(举例来说，由一或更多道先前传递的镭射脉冲所产生)，此侵蚀作用会更加旺盛。由所述最终所述蒸汽羽烟所产生的高压会诱发所述已侵蚀材料的流体运动，将所述已侵蚀材料运输远离位于所述照射处理光点里面以及附近的区域，从而在所述工件102里面产生一具有相对小渐细部的侧壁。再者，当镭射脉冲被传递至所述扫描线中的一或更多个其它依序照射光点位置时，位于所述沟渠内的已侵蚀材料可能会流动或是以其它方式被运输至一先前照射的光点位置，从而可能在所述先前照射的光点位置处增加被形成在所述工件102之中的侧壁的渐细部。在图29B中，具有相对小渐细部的侧壁2902能够被特征化成倾斜角度Φ_3(以沟渠2900的底部为基准)，所述角度Φ3小于角度Φ2，角度Φ2为侧壁2904(其具有相对大渐细部)能够被特征化的以沟渠2900的底部为基准的倾斜角度。当进行渐细部量测的位置从沟

渠2900的起始末端处移动至终端末端时，沟渠2900的中间侧壁的渐细部(举例来说，如图29A中的剖视图所示)可以从所述起始末端处改变至所述终端末端。因此，角度Φ1可以等于或小于角度Φ2。于某些实施例中，角度Φ1可以大于角度Φ2。

[0227] b.侧壁渐细部

[0228] 和上面讨论的沟渠成形制程相关联的各向异性材料移除特性会被调适成经过选择用以影响(举例来说，减少)一特征元件(举例来说，如上面所述的开口或通孔)或是一沟渠、切割线、下凹区、…等的侧壁渐细部。举例来说，特征元件成形可以如上面所述般藉由沿着一或更多个扫描图样扫描一处理光点来实施。然而，于本实施例中，所述扫描图样包含一或更多条各向异性材料移除扫描线。因此，就一给定的光点尺寸来说，并且相依于一或更多项因素(例如，要被形成的特征元件的深度、要于其中形成所述特征元件的(多个)结构、…等)，相较于沿着一仅沿着一所希望的特征元件边界延伸的扫描线来扫描一镭射脉冲射束所形成的特征元件的侧壁渐细部(举例来说，依照参考扫描图样2700与2800所述的方式)，根据一具有一或更多条各向异性材料移除扫描线的扫描图样由一处理光点所形成的一特征元件(举例来说，一通孔、沟渠、切割线、下凹区、…等)的侧壁渐细部会减少。

[0229] 相反地，并且相依于一或更多项因素(例如，要被形成的特征元件的深度、要于其中形成所述特征元件的(多个)结构、…等)，藉由根据一具有一或更多条各向异性材料移除扫描线的扫描图样来扫描一具有相对大光点尺寸的镭射脉冲射束能够达成和藉由沿着一沿着一所希望的特征元件边界延伸的扫描线来扫描一具有相对小光点尺寸的镭射脉冲射束(举例来说，依照参考扫描图样2700与2800所述的方式)所达成的相同侧壁渐细部。可能的话，在下面的时候会希望利用相对较大光点尺寸来形成特征元件：a)相对大光点尺寸比相对小光点尺寸更容易形成；b)相对大光点尺寸更耐受于落在标称Z高度处理视窗外面的工作表面Z高度变异或偏差(举例来说，由于相对大的雷利范围(Rayleigh range)的关系)；以及c)定位器(例如，AOD系统)的偏折范围会随着相对较大光点尺寸而增加(因为AOD偏折在给定的更新速率以及定位频宽中会和被传递至工件102的镭射脉冲的光点尺寸成正比)。

[0230] 如本文中的用法，一各向异性材料移除扫描线是一有一轴线以某个角度和所希望的特征元件边界相交的扫描线(也就是，延伸在一扫描平面之中，在图29中所示的实施例中为X-Y平面)，当在所述扫描平面内量测时，所述角度落在从60°至120°的范围之中。应所述明了的是，所述各向异性材料移除扫描线的轴线和所述所希望的特征元件边界相交的角度会相依于诸如下面的因素：光点尺寸；空间强度轮廓的类型与形状；在要被传递镭射脉冲照射的光点位置处或附近的工件材料的热传导系数、热扩散系数、比热容量、…等；在要被传递镭射脉冲照射的光点位置处或附近的工件材料的粘性；脉冲时间持续长度；通量；脉冲重复率；处理光点沿着定义所述扫描图样的处理轨线移动的速率；或是类似因素；或是前述的任何组合。因此，所述各向异性材料移除扫描线的轴线和所述所希望的特征元件边界相交的角度能够小于60或是大于120。举例来说，所述扫描线的轴线和所述所希望的边界相交的角度能够大于或等于50°、60°、65°、70°、75°、80°、85°、87°、88.5°、90°、91.5°、93°、95°、100°、105°、110°、115°、120°、…等，或是介于任何此些数值之间。同样地，所述扫描线的轴线和所述所希望的边界相交的角度亦能够小于130°、120°、115°、110°、105°、100°、95°、93°、91.5°、90°、88.5°、87°、85°、80°、75°、70°、65°、60°、…等，或是介于任何此些数值之间。

[0231] 于其中一实施例中，一扫描图样中的一对扫描线的相邻终端光点位置之间的间距是落在从0.5μm至50μm的范围之中，或者，可以小于0.5μm，或是大于50μm。因此，相邻光点位置2504之间的间距(通常是在所述扫描图样里面，或者，沿着一共同扫描线被设置)可以大于或等于0.5μm、1μm、1.5μm、2μm、3μm、3.5μm、4.5μm、5μm、10μm、15μm、20μm、30μm、40μm、55μm、…等，或是介于任何此些数值之间；或者，可以小于60μm、55μm、40μm、30μm、20μm、15μm、10μm、5μm、4.5μm、3.5μm、3μm、2μm、1.5μm、1μm、0.5μm、0.1μm、…等，或是介于任何此些数值之间。两条扫描线之间如果不存在任何中间扫描线的话，它们便被视为彼此相邻。

[0232] 图26中所示的扫描图样2600为一含有多条各向异性材料移除扫描线的扫描图样的范例。在扫描图样2600中，区域2602中的扫描线为一各向异性材料移除扫描线的范例，而光点位置2504c为所述各向异性材料移除扫描线的终端光点位置。图26中所示的扫描图样2600虽然包含27条各向异性材料移除扫描线；不过，应所述明了的是，诸如扫描图样2600的扫描图样亦能够有大于或小于27条的各向异性材料移除扫描线(举例来说，相依于下面的一或更多项因素，例如：所希望的边界的形状、所希望的边界与光点尺寸之间的相对尺寸差异、被传递镭射脉冲的空间强度轮廓的类型与形状、或是类似因素、或是前述的任何组合)。

[0233] 图26中虽然显示每一条各向异性材料移除扫描线包含相同的光点位置排列；不过，应所述明了的是，所述各向异性材料移除扫描线中的一或更多条(或是全部)扫描线中的光点位置的排列亦可以不同于图中所示的实施例。一扫描图样中的一或更多条各向异性材料移除扫描线中的光点位置的排列可以和所述扫描图样中的至少一其它各向异性材料移除扫描线中的光点位置的排列相同或是不相同。因此，图26中虽然显示每一条各向异性材料移除扫描线包含4个光点位置；不过，应所述明了的是，任何各向异性材料移除扫描线皆可能具有大于或小于4个光点位置。举例来说，一各向异性材料移除扫描线能够拥有的光点位置的数量可能为2个、3个、5个、6个、7个、8个、9个、10个、或是更多。

[0234] iii.关于局部热能累积的考量

[0235] 视诸如下面的一或更多项因素而定，因传递镭射脉冲至一或更多个光点位置所产生的热能会从被照射的光点位置处扩散并且累积在所述处理光点外面的工件102的区域内，从而提高在所述处理光点外面的区域处的工件102的温度：被传递至工件102的镭射脉冲的波长、脉冲时间持续长度、脉冲重复率、平均功率、…等；在一光点位置处的材料的线性吸收(举例来说，以被传递至所述光点位置的镭射脉冲的波长为基准)；在一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、…等；处理光点要被扫描的扫描图样；或是类似因素；或是前述的任何组合。

[0236] 如果累积的热能造成位在一要被定址的处理光点处或附近的工件102的某一区域处提高温度的话，并且如果所述已提高的温度在临界温度(也就是，「处理临界温度」)之上的话，那么，所述工件102能够接续被处理(举例来说，直接烧蚀、间接烧蚀、或是前述的任何组合、)的效率便会受到正面影响。一般来说，和要被处理的材料相关联的处理临界温度会大于或等于所述要被处理的材料的熔点或玻璃化转变温度。然而，于另一实施例中，所述处理临界温度可以小于所述要被处理的材料的熔点或玻璃化转变温度(举例来说，所述温度的98％、95％、93％、90％、89％、87％、85％、80％、75％、70％、65％、或是50％)。

[0237] 于某些情况中，累积的热能会提高非预期要被处理的工件102的区域(每一个所述区域在本文中亦称为工件102的「非特征元件区」)里面的温度。倘若所述温度够高的话，工

件102的非特征元件区会遭到非所希望的破坏(举例来说,以非所希望的方式碎裂、熔融、脱层、退火、…等)。因此,较佳的是,以避免在工件102的非特征元件区里面有非所希望的热能累积的方式来处理所述工件102。如本文中的用法,工件102中的一区与会遭到非所希望破坏的温度称为「破坏临界温度」。应所述明了的是,工件102的任何非特征元件区的破坏临界温度可能相依于下面一或更多项因素,例如:在所述光点位置处或附近或是在所述非特征元件区之中的任何材料的厚度、热传导系数、热扩散系数、比热容量、光吸收系数(以被传递的镭射能量射束为基础)、…等;以及位在所述非特征元件区的邻近位置里面的结构的热传导系数、热扩散系数、比热容量、尺寸、以及形状;或是类似因素;或是前述的任何组合。

[0238] a.活用局部热能累积:间接烧蚀

[0239] 虽然关于热能累积的考量通常相依于工件102的特征、工件102被处理的方式、…等才会有关联;不过,当藉由间接烧蚀来处理工件102时,此些考量便会特别有关联。举例来说,当工件102被提供成为一包含一介电结构(举例来说,玻璃强化环氧树脂层叠板)的PCB时,所述介电结构被粘接至位于其第一侧处的第一导体(举例来说,铜或是铜合金薄片)并且,视情况,被粘接至位于其和所述第一侧反向的第二侧处的第二导体(举例来说,由铜或是铜合金所形成的触垫、线路、金属薄片、…等),所述工件102会被处理(举例来说,藉由沿着所述射束轴来引导一镭射脉冲射束,便将所述镭射脉冲传递至工件102),用以间接烧蚀所述第一导体,从而形成一露出所述介电结构的开口。

[0240] 于此范例实施例中,所述第一导体会具有落在从约5μm(或是大约5μm)至约50μm(或是大约50μm)的范围之中的厚度。举例来说,所述第一导体的厚度会等于(或是大约等于)7μm、8μm、9μm、10μm、12μm、15μm、17μm、18μm、20μm、25μm、30μm、35μm、40μm、…等,或是介于任何此些数值之间。所述介电结构会具有落在从30μm(或是大约30μm)至200μm(或是大约200μm)的范围之中的厚度。举例来说,所述介电结构的厚度会等于(或是大约等于)50μm、60μm、70μm、80μm、90μm、100μm、110μm、120μm、140μm、180μm、…等,或是介于任何此些数值之间。由间接烧蚀所形成的开口可以具有落在从30μm(或是大约30μm)至350μm(或是大约350μm)的范围之中的顶端直径或底部直径。举例来说,所述开口的顶端直径或底部直径可以等于(或是大约等于)30μm、40μm、50μm、60μm、70μm、80μm、90μm、100μm、110μm、120μm、150μm、200μm、…等,或是介于任何此些数值之间。

[0241] 根据其中一实施例,被传递至工作表面102a(也就是,第一导体)的镭射脉冲射束具有下面特征:落在电磁频谱的可见光绿光范围之中的波长;高斯类型或非高斯类型的空间强度轮廓;大于或等于1ns的脉冲时间持续长度(举例来说,大于或等于1ns、1.5ns、2ns、2.5ns、5ns、7ns、10ns、…等,或是介于任何此些数值之间);光点尺寸小于要被形成的开口的顶端直径或底部直径(举例来说,光点尺寸小于或等于30μm、25μm、20μm、15μm、12μm、10μm、9μm、8μm、5μm、…等,或是介于任何此些数值之间);平均功率大于或等于100W(举例来说,大于或等于120W、150W、180W、200W、225W、250W、275W、300W、350W、500W、…等,或是介于任何此些数值之间);以大于或等于100MHz的脉冲重复率被传递至工作表面102a(举例来说,大于或等于125MHz、150MHz、175MHz、200MHz、250MHz、300MHz、350MHz、500MHz、…等,或是介于任何此些数值之间)。具有上面所述特征的镭射脉冲通常能够藉由下面的镭射源来产生或衍生,例如:CW镭射源、QCW镭射源、…等。通常被用来形成所述第一导体的材料(也就是,铜或是铜合金)倾向以比较有效的方式吸收绿光。据此,于上面给定的范例中,如果需要的话,

可以省略变暗(当利用波长落在电磁频谱的LWIR范围之中的镭射脉冲来间接烧蚀所述第一导体时通常会使用到所述制程)所述第一导体的外露表面(也就是,背向所述介电结构的第一导体的表面)。

[0242] 所述射束轴会被移动(举例来说,当操作第一定位器106时),便以大于或等于10m/sec(举例来说,大于或等于12m/sec、13m/sec、14m/sec、15m/sec、16m/sec、18m/sec、20m/sec、…等,或是介于任何此些数值之间)的扫描速率沿着一扫描图样(例如,扫描图样2800)来扫描所述处理光点。于其中一实施例中,所述扫描图样2800虽然完全适配于所述第一定位器106的第一扫描范围里面;但是,应所述明白的是,所述扫描图样2800亦能够大于所述第一扫描范围。于此范例中,在所述扫描图样中的相邻光点位置2504之间的间距为恒定,并且和每一个光点位置2504相关联的驻留时间会与和任何其它光点位置2504相关联的驻留时间相同(举例来说,大于或等于1μm,或是大约1μm)。

[0243] 在给定上面所述范例中的参数下,所述第一导体能够被间接烧蚀,用以于其中形成一开口。在间接烧蚀期间,所述扫描图样2800中的光点位置2504会依序被定址(也就是,藉由传递一或更多道镭射脉冲至所述光点位置2504),用以产生并且累积热能于所述第一导体里面。所述热能会从位在先前已定址以及目前被定址的光点位置2504处的所述第一导体102中的区域消散或是被传输出去,并且累积于位在一或更多个即将被定址的光点位置2504处的所述第一导体中的区域里面。累积于位在一即将被定址的光点位置处的所述第一导体中的一区域里面的热能会提高所述区域处的所述第一导体的温度,并且同样会被传输至位于其底下的介电结构的一区域之中。热能亦能够累积在所述第一导体的其它区域里面,例如,先前已定址的光点位置2504(举例来说,倘若位在先前已定址的光点位置2504处的所述第一导体的一区域尚未被间接烧蚀的话)。在处理期间,被传输至所述介电结构之中的热能会累积并且用以蒸发位于所述第一导体的一区域下方并且邻接所述区域的介电结构中的一区域。倘若在位于所述第一导体的一区域下方的所述介电结构的一区域已经被蒸发之前所述第一导体的所述区域尚未达到大于或等于其处理临界温度的温度的话,那么,所述介电结构的所述区域的蒸发便会在所述第一导体下方产生一袋状部或空间(举例来说,一高压区,其含有在所述介电结构蒸发时所产生的高压高热气体、颗粒、…等)。接着,当位于所述袋状部之上的所述第一导体的所述区域达到大于或等于其处理临界温度的温度的话,那么,累增在所述袋状部里面的压力便会从所述工件102处推移或射出所述第一导体的所述区域,以便露出下方的介电结构。

[0244] 位于一袋状部之上的所述第一导体的一区域会位在一即将被定址的光点位置处。于此情况中,当此区域最终被一或更多道镭射脉冲照射时,其会达到大于或等于所述第一导体的处理临界温度的温度。于某些情况中,在处理期间,位于在一即将被定址的光点位置的一袋状部之上的所述第一导体的一区域会在所述区域已经累积从其它先前已定址或是目前被定址的光点位置处消散过来的热能之后达到大于或等于所述第一导体的处理临界温度的温度。另外,于某些情况中,在处理期间,位于在一袋状部之上的所述第一导体的一区域会位在一先前已定址的光点位置处。于此情况中,当此区域已经累积从任何其它先前已定址的光点位置处消散过来的热能、从目前被定址的光点位置处消散过来的热能、或是前述的任何组合时,其会达到大于或等于所述第一导体的处理临界温度的温度。举例来说,一带状部虽然会被形成在扫描图样2800的第一光点位置2504a处的所述第一导体的一区域

的下方;但是,所述第一导体的此区域在一或更多个光点位置(例如,光点位置2504e、2504f、…等)被依序定址之前可能无法达到大于或等于其处理临界温度的温度。

[0245] 在发展藉由沿着扫描图样2800来扫描处理光点以便间接烧蚀所述第一导体的制程中,应所述明了的是,所述开口的最小与最大可达直径(位在所述第一导体的顶端或底部)会相依于诸如下面的一或更多项因素:所述被传递镭射脉冲的光点尺寸、脉冲时间持续长度、脉冲重复率、平均功率、…等;扫描速率;所述第一导体的厚度;所述第一导体与所述介电结构的热特征;扫描图样2800中的光点位置的排列;…等。举例来说,利用具有一特殊光点尺寸的被传递镭射脉冲所形成的开口的最小可达直径通常会受限于从所述特殊光点尺寸的1.5倍(或是大约1.5倍)至2倍(或是大约2倍)的范围。利用具有一特殊光点尺寸的被传递镭射脉冲所形成的开口的最大可达直径通常会对应于在所述特征元件边界2502里面的任何区域(举例来说,其中央区域)在处理期间没有累积足以致能间接烧蚀的热能数额之前所能达到的最大直径。因此,且相依于前面提及因素中的一或更多项因素,沿着扫描图样2800扫描具有15μm(或是大约15μm)的光点尺寸的被传递镭射脉冲射束会在所述第一导体中产生一直径落在从25μm(或是大约25μm)至80μm(或是大约80μm)的范围之中的开口。同样地,倘若使用30μm(或是大约30μm)的光点尺寸的话,则会产生一直径落在从60μm(或是大约60μm)至200μm(或是大约200μm)的范围之中的开口。应所述明了的是,一开口可以藉由新增一或更多个额外的光点位置至扫描图样2800(举例来说,在其中央区域处)而被形成具有任何直径(举例来说,不论使用的光点尺寸为何),用以确保被一所希望的特征元件边界2502所涵盖的所有区域会在处理期间累积充足数额的热能,以便达成间接烧蚀。

[0246] 于上面所述的范例实施例中,所述第一导体是藉由沿着扫描图样2800扫描一处理光点而被处理,使得介于相邻光点位置2504之间的间距为恒定并且和每一个光点位置2504相关联的驻留时间会与和任何其它光点位置2504相关联的驻留时间相同。然而,于其它实施例中,诸如驻留时间、间距、或是类似参数、或是前述任何组合的参数可以经过调整,用以控制热能被累积于所述第一导体之中的方式。应所述明了的是,任何扫描图样(包含,但是并不受限于扫描图样2800)中的此些参数(例如,驻留时间以及间距)的选择可能相依于诸如下面的一或更多项因素:所希望的特征元件边界2502的直径、第一导体的厚度、介电结构的厚度、第二导体的几何配置、用以于所述第一导体中形成所述开口的制程的总处理量、…等;被传递至所述第一导体的镭射脉冲的脉冲时间持续长度、光点尺寸、平均功率、…等;或是类似因素;或是前述的任何组合。关于某些扫描技术参数的调整的范例实施例在下面会作更详细讨论。应所述明了的是,不论被处理的工件102的类型或是在处理期间要被形成的(多个)特征元件为何,此些范例实施例皆可被施行用以控制热能被累积于所述工件102里面的方式。

[0247] b.控制局部热能累积:驻留时间

[0248] 于其中一实施例中,和一扫描图样(举例来说,扫描图样2500、2600、2700、2800、或是类似的扫描图样)中的每一个光点位置相关联的驻留时间皆相同。然而,于另一实施例中,和一扫描图样中的至少其中一个光点位置相关联的驻留时间会不同于和同一个扫描图样中的至少其中一个光点位置相关联的驻留时间。驻留时间可以藉由下面方式来控制:控制第一定位器106的操作(举例来说,用以于第一扫描范围里面扫描所述处理光点)、控制第二定位器108的操作(举例来说,用以于第二扫描范围里面扫描所述处理光点或是所述第一

扫描范围)、暂停传递镭射脉冲至工件102(举例来说,利用一图中并未显示的脉冲闸控单元)、或是类似的方式、或是前述的任何组合。

[0249] 在一共同扫描图样中或是沿着一共同扫描线的不同光点位置之间的驻留时间差异能够经过选择、调变、或是设定,用以确保在一扫描图样的一或更多个(或是全部)处理光点处的工件102的温度在处理期间会在所述处理临界温度处或是之上。举例来说,和要被照射的一扫描图样中的第一光点位置相关联的驻留时间可以大于和同一个扫描图样中的一或更多个(或是全部)其它光点位置相关联的驻留时间。于另一范例中,和要被照射的一扫描线中的第一光点位置(其中,此光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的第一光点位置)相关联的驻留时间可以等于或大于和被设置在同一条扫描线中的一或更多个(或是全部)其它光点位置相关联的驻留时间。于又一范例中,和要被照射的一扫描线中的任何光点位置(其中,此光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的第一光点位置)相关联的驻留时间可以等于或大于和接续要被照射的被设置在同一条扫描线中的一相邻光点位置(或是任何其它光点位置)相关联的驻留时间。于再一范例中,和要被照射的一特殊扫描线中的第一光点位置(其中,此光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的第一光点位置)相关联的驻留时间可以等于或大于和接续要被照射的另一条扫描线中的第一光点位置(其可能相邻或不相邻于所述特殊扫描线的第一光点位置)相关联的驻留时间。

[0250] 在一共同扫描图样中或是沿着一共同扫描线的不同光点位置之间的驻留时间差异同样能够经过选择、调变、或是设定,用以确保所述工件102中的一非特征元件区的温度在所述工件102的处理期间会在破坏临界温度处或是之下。举例来说,和要被照射的一扫描图样中的最后第一光点位置相关联的驻留时间可以小于和同一个扫描图样中的一或更多个(或是全部)其它光点位置相关联的驻留时间。于另一范例中,和要被照射的一扫描线中的最后光点位置(其中,此光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的最后光点位置)相关联的驻留时间可以等于或小于和被设置在同一条扫描线中的一或更多个(或是全部)其它光点位置相关联的驻留时间。于又一范例中,和一扫描线中的任何即将被定址光点位置(其中,此光点位置并不是所述扫描图样中的第一光点位置)相关联的驻留时间可以等于或小于和被设置在同一条扫描线中的任何其它先前已定址光点位置相关联的驻留时间。于再一范例中,和要被照射的其中一条扫描线中的第一光点位置(其中,此光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的第一光点位置)相关联的驻留时间可以等于或大于和接续要被照射的另一条扫描线中的第一光点位置相关联的驻留时间。

[0251] 藉由以一扫描图样中(或是被设置在一共同扫描线中)的一或更多个其它光点位置为基准来延长和其中一个光点位置相关联的驻留时间,所述工件的一区域(举例来说,在先前已定址的光点位置处、在目前被定址的光点位置处、在即将被定址的光点位置处、或是类似区域、或是前述的任何组合)累积热能(举例来说,因传递镭射脉冲至一或更多个先前已定址的光点位置所产生的热能、因传递镭射脉冲至一目前被定址的光点位置所产生的热能、或是前述的任何组合)的方式便能够受到控制,用以达成有效烧蚀或是其它处理的目的,同时避免对所述工件102的非特征元件区造成非所希望的破坏。

[0252] 有鉴于上述,并且接续上面所述的范例实施例(也就是,藉由间接烧蚀在一PCB的第一导体中形成一开口),应所述明了的是,和扫描图样2800中的一或更多个光点位置2504相关联的驻留时间可以不同于和扫描图样2800中的任何其它光点位置2504相关联的驻留

时间。举例来说，处理光点能够沿着扫描图样2800被扫描，使得和扫描图样2800中的第一光点位置2504a相关联的驻留时间大于和扫描图样2800中的所有其它光点位置2504相关联的驻留时间。一般来说，和第一光点位置2504a相关联的驻留时间会被设定为一足够长的时间持续长度，用以确保位于在所述第一光点位置2504a后面要被定址的一或更多个光点位置2504处的第一导体的部分能够在此些即将被定址光点位置2504中的一或更多个光点位置最终被定址时被间接烧蚀。视情况，和第一光点位置2504a相关联的驻留时间可以被设定成使得位在所述第一光点位置2504a处的所述第一导体的区域会在所述第一光点位置2504a被定址时被间接烧蚀。然而，一般来说，和所述光点位置2504中的每一者相关联的驻留时间能够被设定成使得所述工件102的非特征元件区(举例来说，位在邻接所述第二导体或是在所述第二导体附近的介电结构里面的任何区域)的温度会在所述第一导体的处理期间保持在所述破坏临界温度之下。于其中一实施例中，在扫描图样2800里面，和第一光点位置2504a或是扫描图样2800的任何其它光点位置2504相关联的驻留时间可以大于或等于第一定位器106的前面提及的定位周期。于其中一实施例中，和第一光点位置2504a相关联的驻留时间可以落在从2μs(或是大约2μs)至9μs(或是大约9μs)的范围之中(举例来说，和第一光点位置2504a相关联的驻留时间可以等于(或是大约等于)2μs、3μs、4μs、5μs、6μs、7μs、8μs、9μs、…等，或是介于任何此些数值之间)。于另一实施例中，和所述第一光点位置2504a以外的光点位置2504相关联的驻留时间可以等于1μs(或是大约1μs)。

[0253] c.控制局部热能累积:间距

[0254] 于其中一实施例中，在一扫描图样中的相邻光点位置之间的间距、沿着一共同扫描线的相邻光点位置之间的间距、或是前述的任何组合为相同。然而，于另一实施例中，在其中一对相邻光点位置和另一对相邻光点位置(也就是，在相同的扫描图样中、沿着一共同扫描线、或是前述的任何组合)之间的间距会不相同。间距可以藉由下面方式来控制:控制第一定位器106的操作(举例来说，用以于第一扫描范围里面扫描所述处理光点)、控制第二定位器108的操作(举例来说，用以于第二扫描范围里面扫描所述处理光点或是所述第一扫描范围)、控制第三定位器110的操作(举例来说，用以于第三扫描范围里面扫描所述第一扫描范围或是所述第二扫描范围)、或是类似的方式、或是前述的任何组合。

[0255] 在一共同扫描图样中或是沿着一共同扫描线的不同光点位置之间的间距差异能够经过选择、调变、或是设定，用以确保在一扫描图样的一或更多个(或是全部)处理光点处的工件102的温度在处理期间会在所述处理临界温度处或是之上。举例来说，在要被照射的一扫描图样中的第一对相邻光点位置之间的间距可以小于在同一个扫描图样中的一或更多个(或是全部)其它对相邻光点位置之间的间距。于另一范例中，沿着一要被照射的扫描线中的第一对相邻光点位置(其中，此对相邻光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的第一对相邻光点位置)之间的间距可以等于或小于沿着同一条扫描线被设置的一或更多个(或是全部)其它对相邻光点位置之间的间距。于又一范例中，沿着一要被照射的扫描线中的任何相邻光点位置对(其中，此对相邻光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的第一对相邻光点位置)之间的间距可以等于或小于沿着接续要被照射的同一条扫描线被设置的任何其它对相邻光点位置之间的间距。于再一范例中，沿着一要被照射的特殊扫描线中的第一对相邻光点位置(其中，此对相邻光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的第一对相邻光点位置)之间的间距可以等于或小于沿着接续要被照射的另一条扫描线的另

一第一对其它对相邻光点位置(其可能相邻或不相邻于所述特殊扫描线的第一光点位置)之间的间距。

[0256] 在一共同扫描图样中或是沿着一共同扫描线的不同相邻光点位置对之间的间距差异能够经过选择、调变、或是设定,用以确保所述工件102中的一非特征元件区的温度在所述工件102的处理期间会在破坏临界温度处或是之下。举例来说,在要被照射的一扫描图样中的最后一对相邻光点位置之间的间距可以大于在同一个扫描图样中的一或更多个(或是全部)其它对相邻光点位置之间的间距。于另一范例中,沿着一要被照射的扫描线中的最后一对相邻光点位置(其中,此对相邻光点位置并不是所述要被照射的扫描图样中的最后一对相邻光点位置)之间的间距可以等于或大于和被设置在同一条扫描线中的一或更多个(或是全部)其它光点位置相关联的驻留时间。于又一范例中,沿着一要被照射的扫描线中的任何相邻光点位置对(其中,此光点位置并不是所述扫描图样中的第一光点位置)之间的间距可以等于或大于被设置在同一条扫描线中的任何相邻先前已定址光点位置对之间的间距。于再一范例中,沿着其中一条要被照射的扫描线中的第一对相邻光点位置(其中,此对相邻光点位置并不是所述扫描图样中的第一对相邻光点位置)之间的间距可以等于或小于沿着接续要被照射的扫描图样中的另一条扫描线中的第一对相邻光点位置之间的间距。

[0257] 藉由以一扫描图样中(或是被设置在一共同扫描线中)的一或更多个其它相邻光点位置对为基准来缩短其中一对相邻光点位置之间的间距,所述工件的一区域(举例来说,在先前已定址的光点位置处、在目前被定址的光点位置处、在即将被定址的光点位置处、或是类似区域、或是前述的任何组合)累积热能(举例来说,因传递镭射脉冲至一或更多个先前已定址的光点位置所产生的热能、因传递镭射脉冲至一目前被定址的光点位置所产生的热能、或是前述的任何组合)的方式便能够受到控制,用以达成有效烧蚀或是其它处理的目的,同时避免对所述工件102的非特征元件区造成非所希望的破坏。

[0258] 有鉴于上述,并且接续上面所述的范例实施例(也就是,藉由间接烧蚀在一PCB的第一导体中形成一开口),应所述明了的是,在扫描图样2800中的一或更多对相邻光点位置2504之间的间距可以不同于,或是相同于,在扫描图样2800中的任何其它对相邻光点位置2504之间的间距。举例来说,于其中一实施例中,在扫描图样2800中的相邻光点位置对之间的间距会从第一光点位置2504a递增至(举例来说,线性或非线性、均匀或不均匀、连续或不连续、…等)最后光点位置2504b。于另一实施例中,在扫描图样2800中的其中一群可依序定址光点位置中的相邻光点位置对之间的间距会不同于在扫描图样2800中的任何其它群可依序定址光点位置中的相邻光点位置对之间的间距。举例来说,在扫描图样2800中的第一群可依序定址光点位置中的每一对相邻光点位置对之间的间距会小于在扫描图样2800中的第二群可依序定址光点位置中的每一对相邻光点位置对之间的间距。一般来说,第一群可依序定址光点位置中的光点位置是在第二群光点位置中的光点位置之前被定址。因此,第一群可依序定址光点位置包含至少光点位置2504a、2504e、以及2504f,第二群可依序定址光点位置包含至少光点位置2504b、2504g、以及2504h。于其中一实施例中,在第一群可依序定址光点位置中的光点位置的数量落在扫描图样2800中的光点位置的总数量的1%至95%的范围之中,并且不包含在所述第一群可依序定址光点位置之中的任何光点位置皆包含在所述第二群可依序定址光点位置之中。

[0259] 于其中一实施例中,在所述第一群可依序定址光点位置中的每一对相邻光点位置

对之间的间距为恒定，并且在第一群可依序定址光点位置中的光点位置的数量落在扫描图样2800中的光点位置的总数量的1％至95％的范围之中。于此实施例中，在第一群可依序定址光点位置中的光点位置的数量等于(或是大约等于)扫描图样2800中的光点位置的总数量的3％、5％、10％、15％、20％、30％、40％、50％、60％、70％、80％、90％、…等，或是介于任何此些数值之间。

[0260] iv.关于扫描图样的其它考量

[0261] a.单一光点位置扫描图样

[0262] 在上面讨论的实施例中，一扫描图样已经被描述为包含多个被依序定址的光点位置，以及所述工件102可藉由沿着一扫描图样来扫描一处理光点用以照射所述不同的光点位置而被处理用以形成一特征元件。然而，于另一实施例中，一扫描图样亦可以仅由单一光点位置所组成，以及所述工件102可简单藉由引导一或更多道镭射脉冲至所述单一光点位置(或是，被传递至所述单一光点位置的区域性邻近位置里面)而被处理。此扫描图样于本文中被称为「单一光点位置扫描图样」。举例来说，一扫描图样中的单一光点位置可以被多道镭射脉冲重复照射，用以直接烧蚀所述工件102(举例来说，用以在所述工件102之中形成一特征元件，例如，一盲孔、一贯穿通孔，或是其它凹部、孔洞、或是开口)。此类型的直接烧蚀经常被称为「冲孔(punch)」制程。

[0263] 于另一范例中，当工件102被提供成为一诸如上面在「活用局部热能累积：间接烧蚀」段落中所述的PCB时，所述工件102会被处理用以直接或间接烧蚀所述第一导体，从而形成一露出所述介电结构的一区域的开口。于其中一实施例中，被传递至所述单一光点位置的镭射脉冲会具有落在电磁频谱的UV范围之中的波长，并且具有适合直接烧蚀所述第一导体的一或更多项其它特征。于另一实施例中，被传递至所述单一光点位置的镭射脉冲会具有落在电磁频谱的长波长IR(Long-Wavelength IR，LWIR)范围之中的波长(也就是，此些镭射脉冲通常是由以二氧化碳镭射作为镭射源104所产生)，并且具有适合间接烧蚀所述第一导体的一或更多项其它特征。于又一实施例中，被传递至所述单一光点位置的镭射脉冲会具有落在电磁频谱的可见光绿光范围之中的波长，并且具有适合间接烧蚀所述第一导体的一或更多项其它特征。

[0264] 波长落在电磁频谱的可见光绿光范围之中的镭射脉冲经常会以较高的平均功率被产生，远高于波长落在电磁频谱的UV范围之中的对应镭射脉冲，从而使得所述工件102能够以较高总处理量的方式被处理。另外，波长落在电磁频谱的可见光绿光范围之中的镭射脉冲亦能够被聚焦至较小的光点尺寸，远小于波长落在电磁频谱的LWIR范围之中的镭射脉冲，从而使得可以在所述工件102之中形成较小的特征元件。再者，并且如上面所述，通常用于形成所述第一导体的材料(也就是，铜或是铜合金)倾向以比较有效的方式吸收绿光。据此，如果需要的话，可以省略变暗(当利用波长落在电磁频谱的LWIR范围之中的镭射脉冲来间接烧蚀所述第一导体时通常会使用到所述制程)所述第一导体的外露表面(也就是，背向所述介电结构的第一导体的表面)。

[0265] 一般来说，被传递至工作表面102a(也就是，第一导体)的镭射脉冲射束具有下面特征：落在电磁频谱的可见光绿光范围之中的波长；高斯类型或非高斯类型的空间强度轮廓；大于或等于1ns的脉冲时间持续长度(举例来说，大于或等于1ns、1.5ns、2ns、2.5ns、5ns、7ns、10ns、…等，或是介于任何此些数值之间)；光点尺寸小于要被形成的开口的顶端

直径或底部直径(举例来说,光点尺寸小于或等于30μm、25μm、20μm、15μm、12μm、10μm、9μm、8μm、5μm、…等,或是介于任何此些数值之间);平均功率大于或等于100W(举例来说,大于或等于120W、150W、180W、200W、225W、250W、275W、300W、350W、500W、…等,或是介于任何此些数值之间)。

[0266] 于其中一实施例中,上面所述的绿光波长镭射脉冲会以大于或等于100MHz的脉冲重复率被传递至工作表面102a(也就是,第一导体)(举例来说,大于或等于125MHz、150MHz、175MHz、200MHz、250MHz、300MHz、350MHz、500MHz、…等,或是介于任何此些数值之间)。具有上面所述特征的镭射脉冲通常能够藉由下面的镭射源来产生或衍生,例如:CW镭射源、QCW镭射源、…等。然而,于其它实施例中,亦可以使用能够在一或更多微秒的时标中(举例来说,在多个微秒中有ns或ps脉冲的突波模式,或是每隔一微秒或更小便重复所述突波本身的突波模式,…等)产生脉冲能量落在从100μJ(或是大约100μJ)至50mJ(或是大约50mJ)的范围之中的绿光波长镭射脉冲的其它镭射源在所述第一导体之中形成开口。

[0267] 应所述明了的是,和单一光点位置相关联的驻留时间可以落在从1μs(或是大约1μs)至30μs(或是大约30μs)的范围之中,其相依于下面的一或更多个因素,例如:第一导体的厚度、表面吸收特性、特定的镭射参数(举例来说,脉冲能量、脉冲时间持续长度、脉冲重复率、光点尺寸与光点形状、…等)、或是类似因素。

[0268] b.依序vs.同时特征元件成形

[0269] 于其中一实施例中会以依序的方式使用一被传递的镭射脉冲射束在一工件102之中或之上形成多个特征元件。也就是,用以于其中将多道镭射脉冲传递至所述工件102的射束轴会被移动,使得沿着一第一扫描图样,例如,上面所讨论的扫描图样中的任何扫描图样或是任何其它扫描图样(或是第一组此些扫描图样),来扫描一最终的处理光点,直到形成一第一特征元件为止。在所述第一特征元件被形成之后,所述射束轴会被移动至所述工件102的另一区域,使得沿着一第二扫描图样,例如,上面所讨论的扫描图样中的任何扫描图样或是任何其它扫描图样(或是第二组此些扫描图样),来扫描一最终的处理光点,直到形成一第二特征元件为止。而后,可以相同的方式依序形成一或更多个额外的特征元件。

[0270] 于另一实施例中,会以同时的方式使用一被传递的镭射脉冲射束在一工件102之中或之上形成多个特征元件。也就是,用以于其中将多道镭射脉冲传递至所述工件102的射束轴会被移动,使得沿着多个扫描图样来交替扫描一最终的处理光点。举例来说,所述射束轴可以被移动,使得一或更多道镭射脉冲会被传递至一第一扫描图样中的一或更多个(但是并非全部)光点位置;并且而后,所述射束轴会被扫描,使得一或更多道镭射脉冲会被传递至一第二扫描图样中的一或更多个(但是并非全部)光点位置。所述射束轴接着可以被移动,使得一或更多道镭射脉冲会被传递至所述第一扫描图样(或是所述第一组扫描图样)中的一或更多个即将被定址的光点位置或是被传递至一第三扫描图样(或是第三组扫描图样)中的一或更多个(但是并非全部)光点位置、…等。移动所述射束轴并且交替传递镭射脉冲至各种扫描图样中的一或更多个光点位置的过程可以重复进行,直到所述第一扫描图样(或是所述第一组扫描图样)中的所有光点位置皆被定址为止(也就是,用以形成一第一特征元件)、直到所述第二扫描图样(或是所述第二组扫描图样)中的所有光点位置皆被定址为止(也就是,用以形成一第二特征元件)、…等。以同时的方式形成多个特征元件能够有助于防止工件102的非特征元件区因为在形成单一特征元件期间或是在依序形成多个特征元

件期间累积的热能而遭到非所希望的破坏。

[0271] 如上面实施例中所述般依序或是同时形成的特征元件可以彼此相同或是不相同。所述依序或是同时形成的特征元件中的至少一部分可以彼此为基准在空间上被排列在于所述工件102之中或之上，使得可以同步排列在所述第一扫描范围里面、在所述第二扫描范围里面、或是前述的任何组合。因此，视最终形成的特征元件的尺寸以及此些特征元件之间的距离而定，所述第一扫描范围或是所述第二扫描范围可以涵盖至少两个依序或是同时形成的特征元件。

[0272] 于其中一实施例中(举例来说，当工件102被提供成为一诸如上面在「活用局部热能累积:间接烧蚀」段落中所述的PCB时)，所述工件102会藉由在不同的单一光点位置扫描图样之中扫描所述被传递的镭射脉冲(举例来说，其具有如在「单一光点位置扫描图样」段落中所述的特征，或者具有适合帮助间接烧蚀所述第一导体的一或更多项其它特征)而被处理用以在所述第一导体之中依序或同时形成多个特征元件(例如，开口)。于另一实施例中(举例来说，当工件102被提供成为一介电结构时，例如，一累增膜、一玻璃强化环氧树脂层叠板、一层间介电材料、一低k介电材料、一防焊层、或是类似物、或是前述的任何组合)，所述工件102会藉由在不同的单一光点位置扫描图样之中扫描一被传递的镭射脉冲射束(举例来说，其具有适合帮助直接烧蚀所述介电结构的一或更多项其它特征)而被处理用以依序或同时形成多个特征元件，例如，一或更多个通孔(举例来说，一或更多个盲孔或贯穿通孔)、凹部、孔洞、开口、或是类似物、或是前述的任何组合。一般来说，由突波模式镭射(或是操作在突波模式中的其它镭射)所产生的镭射脉冲通常是在低于100MHz的脉冲重复率处被产生(也就是，经常是在10kHz处或之下)。据此，倘若在上面讨论的任何实施例中的镭射脉冲以大于或等于(或是小于)100MHz的脉冲重复率被传递至工作表面102a的话，那么，藉由操作第一定位器106依照由所述第一扫描范围同步涵盖的多个不同单一光点位置扫描图样来扫描所述被传递的镭射脉冲便可以形成多个特征元件(也就是，在所述第一导体中或是在所述介电结构中)。倘若镭射脉冲以10kHz或更小的脉冲重复率被传递至工作表面102a的话，那么，藉由操作第二定位器108依照由所述第二扫描范围同步涵盖的多个不同单一光点位置扫描图样来扫描所述被传递的镭射脉冲便可以形成多个特征元件。VIII.关于射束特征调变的实施例

[0273] 如上面提及，在工件102的处理期间被传递至所述工件102的一镭射能量射束(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。当所述镭射能量射束包含一或更多道镭射脉冲时，所述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。所述镭射能量射束(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所述镭射能量射束的「特征」，或者简称为「射束特征」。被传递至一共同光点位置(或是被传递至一共同光点位置的邻近位置里面)的镭射脉冲的射束特征可以为相同或是不相同。举例来说，被传递至一共同光点位置(或是被传递至一共同光点位置的邻近位置里面)的依序传递镭射脉冲的诸如光点尺寸、脉冲能量、脉冲重复率、…等的一或更多项特征可以为恒定、可以递增、可以递减、或是前述的任何组合。同样地，被传递至一共同扫描图样中的不同光点位置的镭射脉冲的射束特征可以为相同或是不相同。

[0274] 诸如光点尺寸的特征可以藉由操作用于进行Z高度补偿的机制中的一或更多者而被调整，如上面所述。诸如M^2系数以及空间强度轮廓形状的特征可以藉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或是其它器件)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调整一镭射脉冲射束的空间强度轮廓类型。举例来说，一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讯号被施加至一AOD系统(举例来说，不论被提供成为第一定位器106或是其它器件)的一或更多个换能器时，离开所述AOD系统的镭射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)的镭射脉冲。于其中一实施例中，所述经频谱塑形的RF讯号不会被连续变频。于另一实施例中，所述经频谱塑形的RF讯号会被连续变频。因此，视一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，离开所述AOD系统的镭射脉冲和入射镭射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。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。

[0275] 一般来说，一或更多项(或是全部)射束特征于工件102的处理期间可以保持恒定(或是至少实质上恒定)、可以经过调变(举例来说，使得实质上非恒定)、或是前述的任何组合。下面会说明能够在处理一特征元件期间被改变的一或更多项射束特征的范例实施例。本段落中虽然配合设备100来讨论关于射束特征的调变的特殊实施例；不过，应所述明白的是，此些实施例中的任一实施例或是它们的任何组合亦可以配合多头设备700来施行。应所述进一步明白的是，本段落中所讨论的实施例亦可以本文中所讨论的镭射处理设备以外的具有任何合宜配备的单头或多头镭射处理设备来施行。

[0276] i.多层工件中的特征元件成形

[0277] 具有多层构造的工件能够被处理用以形成延伸穿过所述工件的多层的一或更多个特征元件。于其中一实施例中，一多层工件102可以经过处理，用以形成一至少部分延伸穿过所述多层工件102中两个不同层的特征元件(例如，一开口、狭槽、通孔、或是其它孔洞、沟槽、沟渠、切割线、刻口、下凹区、…等)。所述多层工件102中的所述不同层可以由不同材料所形成、具有不同的光学吸收特征(以被传递的镭射能量射束为基准)、或是类似特性、或是前述的任何组合。据此，一特征元件可以藉由利用一被特征化为第一组射束特征的被传递的镭射能量射束来烧蚀所述工件102的一第一层而被形成在所述多层工件102之中，举例来说，以便露出所述工件102的一第二层。而后，所述工件102的所述第二层可以利用一被特征化为第二组射束特征的被传递的镭射能量射束而被烧蚀，所述第二组射束特征不同于所述第一组射束特征(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)。所述第二组射束特征中的任何特征可以和所述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、或是不同于所述第一组射束特征中的一对应特征即可。

[0278] 举例来说，一多层工件102可以被提供成为一PCB面板或PCB，其包含一介电结构(举例来说，玻璃强化环氧树脂层叠板)，其第一侧被粘接至一第一导体(举例来说，一铜或是铜合金薄片，其可以有一已变暗(举例来说，藉由化学反应、藉由镭射暗化处理、…等)或

是没有变暗的外露表面)，并且视情况，在其和所述第一侧反向的第二侧被粘接至一第二导体(举例来说，由铜或是铜合金所形成的一触垫、一线路、一金属薄片、…等)。所述多层工件102可以经过处理用以形成一完全延伸穿过所述第一导体并且至少部分穿过所述介电结构的通孔。所述通孔可以终止于所述第二导体(于此情况中，所述通孔为一盲孔)，或是可以完全延伸穿过所述第二导体(于此情况中，所述通孔为一贯穿通孔)。

[0279] 于上面给定的范例中，一被特征化为一第一组射束特征的镭射能量射束可以在一第一处理步骤中被传递至所述第一导体(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所述第一导体，以便形成一露出所述介电结构的开口。而后，在一第二处理步骤中，一被特征化为一第二组射束特征的镭射能量射束可以经由所述开口被传递至所述介电结构(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)，用以直接烧蚀所述介电结构，以便形成一延伸至所述介电结构之中的孔洞。

[0280] 于其中一实施例中，所述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，所述被传递的镭射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，在第一处理步骤期间的通量可以大于第二处理步骤期间的通量。在所述第一处理步骤与第二处理步骤之间，所述通量可以藉由下面方式来调整：减低所述被传递的镭射脉冲射束的脉冲能量、增加所述被传递的镭射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，在第二处理步骤期间被传递的镭射脉冲射束的光点尺寸(也就是，「第二光点尺寸」)会相对于在第一处理步骤期间被传递的镭射脉冲射束的光点尺寸(也就是，「第一光点尺寸」)被增加，以便降低所述处理光点处的通量(举例来说，降低至形成所述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，用以于所述介电结构之中形成所述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，所述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；而大于所述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，所述第一光点尺寸可以等于(或是大约等于)2μm、3μm、5μm、7μm、10μm、20μm、25μm、30μm、35μm、…等，或是介于任何此些数值之间；以及所述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。

[0281] ii.关于局部热能累积的考量

[0282] 于其中一实施例中，一或更多项射束特征(举例来说，脉冲能量、脉冲重复率、脉冲时间持续长度、平均功率、或是类似特征、或是前述的任何组合)可以经过选择、调变、或是设定，用以确保所述工件102中的一非特征元件区的温度在所述工件102的处理期间会在破坏临界温度处或是之下(举例来说，在一或更多个特征元件被形成在所述工件102之中的一段时间周期中)。一或更多项射束特征的调变能够独立于和被用来形成一特征元件的任何扫描技术相关联的参数被达成，或者，可以配合一或更多项扫描技术参数(举例来说，驻留时间、间距、或是类似参数、或是前述的任何组合)的调变来施行。

[0283] 举例来说，并且接续上面所述的藉由间接烧蚀在一PCB的第一导体中形成一开口的范例实施例(举例来说，藉由沿着扫描图样2800来扫描一处理光点)，被传递至所述工作表面102a(也就是，被传递至所述第一导体的外露表面)的镭射脉冲的脉冲能量能够经过调

变，使得被传递至所述扫描图样2800的最后光点位置2504b的一或更多道镭射脉冲的脉冲能量会小于被传递至所述扫描图样2800的第一光点位置2504a的一或更多道镭射脉冲的脉冲能量。举例来说，被传递至所述最后光点位置2504b的一或更多道镭射脉冲的脉冲能量是落在被传递至所述第一光点位置2504a的一或更多道镭射脉冲的脉冲能量的75％(或是大约75％)至20％(或是大约20％)的范围之中(举例来说，等于或是大约等于被传递至所述第一光点位置2504a的一或更多道镭射脉冲的脉冲能量的80％、75％、70％、65％、55％、50％、45％、40％、35％、30％、25％、20％、15％、…等，或是介于任何此些数值之间)。于其中一实施例中，被传递至扫描图样2800中的光点位置的镭射脉冲的脉冲能量会从第一光点位置2504a递减至(举例来说，线性或非线性、均匀或不均匀、连续或不连续、…等)最后光点位置2504b。

[0284] 于另一实施例中，被传递至扫描图样2800中的其中一群可依序定址光点位置中的光点位置的镭射脉冲的脉冲能量会不同于被传递至扫描图样2800中的任何其它群可依序定址光点位置中的光点位置的镭射脉冲的脉冲能量。举例来说，被传递至扫描图样2800中的第一群可依序定址光点位置中的光点位置的镭射脉冲的脉冲能量会大于被传递至扫描图样2800中的第二群可依序定址光点位置中的光点位置的镭射脉冲的脉冲能量。一般来说，第一群可依序定址光点位置中的光点位置是在第二群光点位置中的光点位置之前被定址。因此，第一群可依序定址光点位置包含至少光点位置2504a、2504e、以及2504f，第二群可依序定址光点位置包含至少光点位置2504b、2504g、以及2504h。于其中一实施例中，在第一群可依序定址光点位置中的光点位置的数量落在扫描图样2800中的光点位置的总数量的1％至95％的范围之中，并且不包含在所述第一群可依序定址光点位置之中的任何光点位置皆包含在所述第二群可依序定址光点位置之中。

[0285] 于其中一实施例中，被传递至所述第一群可依序定址光点位置中的光点位置对的镭射脉冲的脉冲能量为恒定，并且在第一群可依序定址光点位置中的光点位置的数量落在扫描图样2800中的光点位置的总数量的1％至95％的范围之中。于此实施例中，在第一群可依序定址光点位置中的光点位置的数量等于(或是大约等于)扫描图样2800中的光点位置的总数量的3％、5％、10％、15％、20％、30％、40％、50％、60％、70％、80％、90％、…等，或是介于任何此些数值之间。

[0286] IX.后置处理

[0287] 有时候，可以在已经形成一特征元件(举例来说，藉由沿着一或更多个特征元件成形扫描图样(例如，上面所述的扫描图样)、或是沿着一或更多个其它扫描图样、或是类似的扫描图样、或是前述的任何组合来扫描一处理光点)之后实施额外的处理。额外的处理(举例来说，有周遭空气存在、有氧化气体或液体存在、有还原气体或液体存在、有惰性气体或液体存在、真空、…等)可以被实施用以：从一特征元件的侧壁区的底部表面处移除材料(在形成一特征元件期间所产生的残余材料或是在已经形成所述特征元件之后残留在所述特征元件之上或里面的材料)；进一步移除位在特征元件边界处的工件102的一或更多个部分(举例来说，以便达成更紧密匹配所希望的特征元件边界的特征元件边界、…等)；加热、退火、熔融、碳化、氧化、还原、化学蚀刻、或是改变(举例来说，利用光活化反应剂、…等)、或是以其它方式处理要于其中定义所述特征元件的一或更多种材料；或是类似的效果；或是前述的任何组合。据此，一或更多种后置处理技术可以藉由沿着一或更多个后置处理扫描图

样扫描一处理光点而被实施，所述后置处理扫描图样可以和上面讨论的前面提及的特征元件成形扫描图样中的任何扫描图样相同或是不相同。

[0288] 一般来说，后置处理扫描图样的一或更多项特征(举例来说，其包含光点位置的排列、光点位置和特征元件边界的邻近性、…等)、在后置处理期间所选择或使用的一或更多项特征、或是类似特征、或是前述的任何组合可以和特征元件成形扫描图样的对应特征相同或是不相同，可以和在所述特征元件形成期间所选择或使用的射束特征的对应特征相同或是不相同。于其中一实施例中，一或更多种后置处理技术会在形成另一特征元件之前于已经被形成的特征元件上实施。然而，于另一实施例中，一或更多种后置处理技术则仅在已经形成多个特征元件之后于所述多个特征元件上实施。

[0289] 现在将于下文中更详细讨论后置处理技术的范例实施例。本段落中虽然配合设备100来讨论关于射束特征的调变的特殊实施例；不过，应所述明白的是，此些实施例中的任一实施例或是它们的任何组合亦可以配合多头设备700来施行。应所述进一步明白的是，本段落中所讨论的实施例亦可以本文中所讨论的镭射处理设备以外的具有任何合宜配备的单头或多头镭射处理设备来施行。

[0290] i.通孔清洗

[0291] 一诸如盲孔的特征元件可以藉由直接烧蚀一介电结构(举例来说，玻璃强化环氧树脂层叠板)而被形成在一工件之中，用以于其中形成一孔洞，其会露出位在其底部部分处的导体(举例来说，由铜或是铜合金所形成的触垫、线路、金属薄片、…等)。一般来说，所述孔洞能够利用一被特征化为第一组射束特征的被传递镭射能量射束来形成。残余材料(其包含树脂材料)可以残留在所述盲孔里面(举例来说，在所述外露导体上)，其会防止后续形成的金属可靠的粘着在所述盲孔里面、缩小所述盲孔的底部部分处可用于电气接触所述外露铜层的有效区域、…等。据此，其能够有利于移除(部分或是完全)所述残余材料。于其中一实施例中，所述残余材料可以利用一被特征化为第二组射束特征的被传递镭射能量射束来移除，所述第二组射束特征不同于所述第一组射束特征(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)。所述第二组射束特征中的任何特征可以和所述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、或是不同于所述第一组射束特征中的一对应特征即可。被特征化为第二组射束特征的镭射能量射束可以被传递至形成在所述介电结构中的开口之中，抵达所述外露导体以及被排列在其上的残余材料。此镭射能量射束可以视情况被扫描(举例来说，根据上面示范性说明的扫描技术)用以直接或间接烧蚀在所述外露导体上的残余材料，而不会烧蚀所述外露导体。

[0292] 于其中一实施例中，所述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，所述被传递的镭射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)、空间强度轮廓类型(举例来说，高斯类型的空间强度轮廓)；但是，可以有不同的光点尺寸、M^2系数、或是类似特征、或是前述的任何组合。举例来说，在第二处理步骤期间的所述被传递的镭射能量射束的光点尺寸可以大于第一处理步骤期间的所述被传递的镭射能量射束的光点尺寸。同样地，所述被传递的镭射能量射束的M^2系数可以经过调整，用以产生一在第二处理步骤期间的有效光点尺寸大于在第一处理步骤期间的被传递的镭射能

量射束。调整所述光点尺寸或是M^2系数可以利用任何合宜或所希望的技术来进行(举例来说,如上面在「关于射束特征调变的实施例」段落之中的说明)。在第二处理步骤期间,所述处理光点可以于必要时被扫描(举例来说,以便定址至一扫描图样中的多个光点位置)。倘若在第二处理步骤期间位于所述处理光点处的光点尺寸(或是有效光点尺寸)非常大的话,那么,利用所述处理光点来定址的光点位置的数量便可以减少(举例来说,减少至一或两个光点位置)。

[0293] 于另一实施例中,所述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,所述被传递的镭射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,可以有不同的空间强度轮廓类型、空间强度轮廓形状、光点尺寸、或是类似特征、或是前述的任何组合。举例来说,在第一处理步骤期间的所述被传递的镭射能量射束的光点尺寸可以具有一大体上圆形的高斯类型空间强度轮廓,并且具有相对小的光点尺寸。然而,在第二处理步骤期间的所述被传递的镭射能量射束的光点尺寸可以具有一圆形或非圆形的非高斯类型空间强度轮廓(举例来说,「高帽形」空间强度轮廓、…等),并且具有相对小的光点尺寸。调整所述空间强度轮廓类型、空间强度轮廓形状、以及光点尺寸可以利用任何合宜或所希望的技术来进行(举例来说,如上面在「关于射束特征调变的实施例」段落之中的说明)。在第二处理步骤期间,所述处理光点可以于必要时被扫描(举例来说,以便定址至一扫描图样中的多个光点位置)。倘若在第二处理步骤期间位于所述处理光点处的光点尺寸(或是有效光点尺寸)非常大的话,那么,利用所述处理光点来定址的光点位置的数量便可以减少(举例来说,减少至一或两个光点位置)。

[0294] a.盲孔清洗-中央区域

[0295] 当形成诸如盲孔(举例来说,贯穿一介电结构,用以露出其底部部分处的铜质层)的特征元件时,残余材料(举例来说,介电材料)可能会出现在所述盲孔的底部部分的一中央区域处(举例来说,位在裸露于所述盲孔的所述底部部分处的电气导体上)。当利用被特征化为位在所希望的特征元件边界的一中央区域里面的相对少数(甚至没有任何)光点位置的特征元件成形扫描图样时便经常可能为此情况(举例来说,如图26中所示的扫描图样2600)。

[0296] 为移除(部分或是完全)此残余材料,一后置处理扫描图样(于本文中亦称为「中央区域清洗扫描图样」)可以被扫描。一般来说,一中央区域清洗扫描图样包含被设置在所述特征元件的底部部分处的特征元件边界的一中央区域之中的一或更多个光点位置。图26所示的是一中央区域清洗扫描图样的范例实施例。所述中央区域清洗扫描图样包含位在所述特征元件边界的一中央区域里面(举例来说,位在涵盖于区域2602里面的边界2502的一中央区域里面)的一或更多个光点位置(举例来说,如图26中所示,所述中央区域清洗扫描图样包含多个光点位置2504′)。在所述光点位置2504′之中,光点位置2504a′代表要在所述中央区域清洗期间被一镭射脉冲照射的第一光点位置;以及光点位置2504b′代表要在所述中央区域清洗期间被一镭射脉冲照射的最后光点位置。据此,连接所述光点位置2504′的实线表示所述光点位置2504被定址的顺序(举例来说,被一或更多道被传递镭射脉冲定址)。然而,应所述明了的是,所述光点位置2504′亦可以任何其它所希望的顺序来定址(从而改变所述实线的配置),并且甚至可以随机定址。

[0297] 一般来说,在扫描所述中央区域清洗扫描图样时被传递至光点位置的镭射脉冲并

不会照射位在所述特征元件边界处的工件102的区域。然而，视诸如下面的一或更多项因素而定，位在所述特征元件边界处(举例来说，位在所述特征元件的顶端部分处或附近)的工件102的一或更多个区域可能被所述一或更多道被传递镭射脉冲中的至少一部分照射：所述被传递的镭射脉冲的光点尺寸、空间强度分布、…等；所述特征元件的顶端部分处的特征元件边界的尺寸与形状；所述特征元件的底部部分处的特征元件边界的尺寸与形状；所述特征元件的深度；…等，或是类似因素、或是前述的任何组合。

[0298] b.盲孔清洗-周围区域

[0299] 当利用诸如上面配合图25至28所述的扫描图样来形成诸如盲孔的特征元件时(举例来说，贯穿一介电结构，用以露出其底部部分处的铜质层)，残余材料(举例来说，介电材料)可能会出现在所述盲孔的底部部分的一周围区域处(举例来说，位在所述盲孔的侧壁和裸露于所述盲孔的所述底部部分处的电气导体接合的区域处或附近)。

[0300] 为移除(部分或是完全)此残余材料，一后置处理扫描图样(于本文中亦称为「周围区域清洗扫描图样」)可以被扫描。所述周围区域清洗扫描图样可以包含被设置在所述特征元件的底部部分处的特征元件边界的一周围区域之中的一或更多个光点位置。于其中一实施例中，诸如扫描图样2500的光点位置2504a、2504b、以及2504d；扫描图样2600的光点位置2504c；扫描图样2700的光点位置2504b以及2504d；以及扫描图样2800的光点位置2504；…等光点位置会被视为位在所述特征元件的底部部分处的特征元件边界的一周围部分之中(倘若在所述特征元件的所述底部部分被形成时此些扫描图样2500、2600、2700、或是2800实际上被扫描的话)。于另一实施例中，所述周围区域清洗扫描图样中的光点位置会落在前面提及的光点位置的区域性邻近位置里面。为达讨论的目的，所述周围区域清洗扫描图样中的一光点位置如果落在前面提及的光点位置中的其中一者的1μm里面的话(举例来说，落在前面提及的光点位置中的其中一者的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里面)，其便被视为落在前面提及的光点位置中的其中一者的区域性邻近位置里面。倘若一盲孔的中央区域和周围区域两者皆要被清洗的话，所述周围区域会在所述中央区域被清洗之前或之后被清洗。

[0301] 一般来说，在扫描所述周围区域清洗扫描图样时被传递至光点位置的镭射脉冲会照射位在所述特征元件边界处(举例来说，位在所述特征元件的顶端部分处或附近)的工件102的区域。然而，视诸如下面的一或更多项因素而定，镭射脉冲会被传递至所述中央区域清洗扫描图样的光点位置，使得不会照射位在所述特征元件边界处的工件102的区域：所述被传递的镭射脉冲的光点尺寸、空间强度分布、…等；所述特征元件的顶端部分处的特征元件边界的尺寸与形状；所述特征元件的底部部分处的特征元件边界的尺寸与形状；所述特征元件的深度；…等，或是类似因素、或是前述的任何组合。

[0302] ii.特征元件边界的精细调整

[0303] 于其中一实施例中，相邻于所希望的特征元件边界2502的前面提及的扫描图样的光点位置(举例来说，扫描图样2500的光点位置2504a、2504b、以及2504d；扫描图样2600的光点位置2504c；扫描图样2700的光点位置2504b以及2504d；以及扫描图样2800的光点位置2504)被排列在非常靠近所希望的特征元件边界处，使得当一或更多道镭射脉冲被传递至所述处时，材料会从所述工件102处被移除，用以形成所述所希望的特征元件边界2502的至

少一部分。于另一实施例中，于此些光点位置处从所述工件102处被移除的材料不需要形成所述所希望的特征元件边界的一部分。于任一实施例中，一包含沿着所述所希望的特征元件边界的至少一部分延伸的一或更多条扫描线的后置处理扫描图样(在本文中亦称为「边界改良扫描图样」)可以被扫描(举例来说，用以改良侧壁平滑性、用以改良实际取得的特征元件边界以所述所希望的特征元件边界的形状为基准的保真性、或是类似效果、或是前述的任何组合)。

[0304] iii.后置处理的时序

[0305] 于其中一实施例中，诸如上面所述的后置处理技术可以在所述特征元件被形成之后立刻实施。也就是，在最后的镭射脉冲被传递至所述特征元件成形扫描图样之中的一光点位置之后，一镭射脉冲便可以被传递至一后置处理扫描图样之中的第一光点位置。举例来说，边界精细调整制程或是中央区域或周围区域清洗制程能够在已经形成一特征元件(例如，盲孔)之后立刻被实施。于另一实施例中，其中一项后置处理技术(举例来说，周围区域清洗制程)可以在已经完成另一项后置处理技术(举例来说，中央区域清洗制程)之后立刻被实施。于此背景中，「…之后立刻…」的意义为在完成一特征元件成形制程(或是一早期实施的后置处理制程)以及一接续实施的后置处理制程之间所经过的时间数额等于(或是至少实质上等于)最短、最长、中位数或均值定位周期(举例来说，在所述特征元件成形制程或是早期实施的后置处理制程期间的第一定位器106的最短、最长、中位数或均值定位周期)。于其中一实施例中，第一定位器106的定位周期小于20μs(或是大约20μs)。举例来说，第一定位器106的定位周期能够小于或等于15μs、10μs、5μs、3μs、2μs、1μs、0.8μs、0.5μs、0.3μs、0.1μs、…等。

[0306] 在特征元件成形期间，热能会累积在形成所述特征元件附近的区域之中的工件102里面(举例来说，由于所述工件102之中的一或更多种材料吸收所述被传递的镭射脉冲中的能量的关是、由于热能传输经过所述工件102之中的一或更多种材料的关系、…等)。据此，在形成一特征元件附近的所述工件102之中的区域的温度会在所述特征元件的形成期间明显上升。当希望在所述特征元件边界处从所述工件102之中的一或更多个区域处移除材料(举例来说，一介电结构的材料)时(举例来说，当进行后置处理用以精细调整所述特征元件边界时)，出现在所述要被移除的材料之中的累积热能会有利于提高所述后置处理效率。

[0307] 然而，当希望移除一特征元件的底部部分处的材料(举例来说，残余材料)时(举例来说，当进行后置处理用以清洗所述特征元件的底部部分处的中央区域或周围区域时)，出现在所述工件102的一或更多个区域之中(举例来说，位在所述特征元件的顶端部分处或附近)的累积热能则会使其更容易移除位在所述特征元件的顶端部分处或附近的所述工件102的一部分，如果在所述中央区域或周围区域清洗期间被传递至光点位置的镭射脉冲照射所述工件102的此些部分的话。因此，位在所述特征元件的顶端部分处的特征元件边界会在扫描一后置处理扫描图样(例如，中央区域清洗扫描图样或是周围区域清洗扫描图样)期间以非所希望的方式增宽。

[0308] 为克服上面所述的问题，可以于完成一特征元件成形制程(或是一早期实施的后置处理制程)以及一接续实施的后置处理制程(例如，中央区域清洗制程或是周围区域清洗制程)之间插入一延迟周期。所述延迟周期的时间持续长度或经过选择或设定，用以让所述

工件102里面(举例来说,位在所述特征元件的顶端部分处或附近)的热能消散(也就是,让位在所述特征元件的顶端部分处或附近的工件102的区域冷却),使得位在所述特征元件的顶端部分处或附近的所述工件102的一部分不会于所述中央区域清洗或是周围区域清洗期间被所传递的镭射脉冲照射时被移除。一般来说,所述延迟周期会长于最短、最长、中位数或均值定位周期(举例来说,在所述特征元件成形制程或是早期实施的后置处理制程期间的第一定位器106的最短、最长、中位数或均值定位周期)。于其中一实施例中,并且当所述定位周期小于20μs(或是大约20μs)时,所述延迟周期会大于20μs(或是大约20μs)。举例来说,所述延迟周期能够大于或等于22μs、25μs、30μs、35μs、40μs、45μs、50μs、55μs、60μs、…等。应所述明了的是,所述延迟周期能够相依于下面一或更多项因素来选择或设定,例如:在所述特征元件的顶端部分处或附近的所述工件102的材料的热传导系数、热扩散系数、比热容量、粘性、…等;在所述后置处理期间被传递的镭射脉冲的脉冲时间持续长度、通量、脉冲重复率、…等;用以处理所述工件102的所希望的总处理量(其包含形成多个特征元件以及实施后置处理、…等);或是类似因素;或是前述的任何组合。

[0309] X.关于移除副产物的实施例

[0310] 当因为镭射处理的关系而于一工件102里面形成一特征元件(例如,开口、狭槽、通孔、孔洞、沟槽、沟渠、切割线、刻口、下凹区、…等)时会产生副产物材料,例如,气体(举例来说,含有最大剖面尺寸范围从约0.01μm至约4μm的颗粒)、粉尘(举例来说,含有最大剖面尺寸范围从约0.1μm至约0.7μm的颗粒)、工件碎屑或其它碎片(举例来说,含有最大剖面尺寸范围大于约0.7μm的颗粒)。于某些情况中(举例来说,在钻凿或是切割制程期间),此些副产物材料会从工件102处射出并且重新被沉积在所述工件102的工作表面102上。于其它情况中(举例来说,在用于形成一贯穿通孔或是延伸穿过所述工件102的其它特征元件的切割制程期间),一或更多个碎屑或其它碎片并不会从工件102处射出,相反地,仅是继续附着至所述工件102(举例来说,附着在于所述切割制程期间被形成于所述工件102之中的刻口处)。视所述贯穿通孔或是延伸穿过所述工件102的其它特征元件的尺寸而定,所述工件102的碎屑或其它碎片的最大尺寸可能略大于在处理期间被传递的镭射能量的光点尺寸(举例来说,大于至少一个大小等载台)。为帮助移除此些副产物,一副产物移除系统可能会被提供。

[0311] 于其中一实施例中,并且参考图38,所述副产物移除系统可以被提供成为副产物移除系统3800,其包含:一框架3802,用以支撑一工件102;一气刀3804,其被排列在所述框架3802上方;以及一收集箱3806,其被排列在所述框架3802下方。

[0312] 当被框架3802支撑时,所述工件102(举例来说,一PCB、一FPC、一导线框架白边、…等)已经经过处理并且会包含趋稳于所述工作表面102a之上的气体或粉尘。倘若所述工件102已经经过处理而形成一贯穿通孔或是延伸穿过所述工件102的其它特征元件时,那么,一或更多个碎屑或其它碎片便可能残留在所述贯穿通孔里面或是被附着至所述工件102(举例来说,附着在于所述切割制程期间被形成于所述工件102之中的刻口处)。所述工件102可以藉由一运输机制(例如,机器人手臂(举例来说,在一末端处会有一用以扣接所述工件的末端效果器、…等)、一卷轴式搬运系统、或是类似物、或是前述的任何组合)从所述镭射处理设备处被运输至所述框架3802上。于此情况中,所述运输机制可以响应于由控制器114输出、由另一控制器输出、或是由类似器件输出、或是前述的任何组合所输出的一或更多个控制讯号而受到控制。

[0313] 于其中一实施例中，气刀3804被耦接至一致动器(图中并未显示)以及一或更多个线性载台或是其它机械连结器(举例来说，导轨、…等)，其可操作用以在工件102保持静止时于所述工件102的上方移动所述气刀3804(举例来说，沿着箭头3808所示的X轴、沿着Y轴、或是前述的任何组合)。于另一实施例中，框架3802被耦接至一致动器(图中并未显示)以及一或更多个线性载台或是其它机械连结器(举例来说，导轨、…等)，其可操作用以在气刀3804底下移动所述框架3802(并且因而移动所述工件102)(举例来说，沿着箭头3808所示的X轴、沿着Y轴、或是前述的任何组合)。于任一实施例中，所述致动器可以响应于由控制器114输出、由另一控制器输出、或是由类似器件输出、或是前述的任何组合所输出的一或更多个控制讯号而受到控制。

[0314] 气刀3804可以被提供成为一压缩气动式气刀、风机鼓动式气刀、或是类似物、或是前述的任何组合，并且包含一喷嘴3804a，其被配置成用以在工作表面102a上产生一由空气或是其它气体组成的高压气流，其会有足够的力量将任何已趋稳的粉尘或是气体颗粒吹离所述工作表面102a、驱逐附着至所述工作表面102a的任何碎屑或其它碎片、或是达成类似的目的。遭驱逐的碎屑或其它碎片(大体上显示在3810处)会落入收集箱3806之中(在重力的影响下、在气刀3804所产生的高压气流的影响下、或是类似作用的影响下、或是前述的任何组合)。于其中一实施例中，一自动光学检测(Automated Optical Inspection，AOI)系统(图中并未显示)亦可以被提供，用以于必要时确认副产物已经被移除。所述气刀3804以及非必要的AOI系统可以响应于由控制器114输出、由另一控制器输出、或是由类似器件输出、或是前述的任何组合所输出的一或更多个控制讯号而受到控制。

[0315] 在所述经处理的工件102受到由所述气刀3804所产生的高压气流作用之后，所述工件102便可以被运输(举例来说，被运输至一材料搬移设备(例如，材料搬运系统800)的储存槽、被运输回到镭射处理设备用以作进一步处理、或是类似的运输)。

[0316] XI.关于多重镭射源的使用的实施例

[0317] 特定工件能够被特征化为异质组成或是合成材料。此些工件的范例包含：PCB面板、PCB、玻璃强化环氧树脂层叠板、胶片、累增材料、FPC、IC、ICP、LED、LED封装、以及类似物。有时候，此些异质工件或是合成工件(在本文中通称为「复合工件」)是由透明于被传递至工件102的镭射脉冲之波长的一或更多个器件(也就是，在本文中称为「透明工件器件」)以及不透明于被传递至工件102的镭射脉冲波长的一或更多个器件(也就是，在本文中称为「不透明工件器件」)所形成。于此背景中，工件102的一器件如果由具有落在所述被传递的镭射脉冲的一特殊频宽里面的线性吸收频谱的材料所形成并且厚度使得透射穿过所述材料的光的百分率(举例来说，沿着所述射束轴)大于10％、大于25％、大于50％、大于75％、大于80％、大于85％、大于90％、大于95％、大于98％、或是大于99％的话，所述器件便可以被视为透明工件器件。

[0318] 应所述明白的是，可能很难有效地处理一具有由透明于所述被传递镭射脉冲的波长的材料所制成的器件的复合工件，尤其是当所述被传递镭射脉冲的脉冲时间持续长度大于数十皮秒时。使用「超短」镭射脉冲(也就是，脉冲时间持续长度小于数十皮秒的镭射脉冲，并且经常具有落在飞秒范围之中的脉冲时间持续长度)虽然能够通过非线性吸收而有效地处理透明工件器件；但是，使用超短镭射脉冲来处理复合工件却无法令人满意，因为被每一道超短镭射脉冲移除的材料的数额相对地少。有鉴于此些问题，本发明的某些实施例

提供一种具有多重镭射源的设备(在本文中亦称为「多源设备」),用以处理一复合工件(其由透明工件器件以及不透明工件器件两者所形成)。

[0319] 举例来说,并且参考图30,一多源设备的其中一实施例(例如,设备3000)可以包含一第一镭射源3002a以及一第二镭射源3002b。一般来说,所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b中的每一者皆可以操作用以产生足以处理一复合工件之不透明工件器件的镭射能量。此外,所述第一镭射源3002a通常还可以操作用以产生足以处理所述复合工件之透明工件器件的镭射能量。

[0320] 一般来说,所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b中的每一者皆可以如上面配合镭射源104的示范性说明般被提供。据此,所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b中的每一者皆可以包含一脉冲镭射源、一CW镭射源、一QCW镭射源、一突波模式镭射源、或是类似的镭射源、或是前述的任何组合。于所述第一镭射源3002a或是所述第二镭射源3002b中的任一者包含QCW或CW镭射源的情况中,此镭射源可以,视情况,包含一脉冲闸控单元(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所述QCW或CW镭射源处所输出的镭射辐射射束。于其中一实施例中,所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b中的每一者是被提供成为一脉冲镭射源。于另一实施例中,所述第一镭射源3002a是被提供成为一脉冲镭射源;而所述第二镭射源3002b是被提供成为一QCW或CW镭射源,并且包含一脉冲闸控单元,用以在时间上调变从所述QCW或CW镭射源处所输出的镭射辐射射束。

[0321] 视所述复合工件之中的各种器件的本质或组成而定,第二镭射源3002b亦可以操作用以产生足以处理所述复合工件的透明工件器件的镭射能量。举例来说,倘若在一于一不透明工件器件(举例来说,树脂材料)里面埋置(或是接触)一透明工件器件(举例来说,玻璃纤维)的复合工件(举例来说,玻璃强化环氧树脂层叠板)的处理期间,所述不透明工件器件可以在曝露于由所述第一镭射源3002a或是所述第二镭射源3002b所产生的镭射能量时直接被处理(举例来说,被熔融、被蒸发、被烧蚀、被碳化、…等)。在所述不透明工件器件的直接处理期间或是之后,所述透明工件器件便可能会碎裂、被加热、变色(举例来说,通过所述透明工件器件与不透明工件器件之间的光诱发或热诱发化学反应)、被涂布(举例来说,被不透明工件器件涂布、被不透明工件器件的残余物涂布、…等)。所述透明工件器件的此间接处理可以帮助直接在由所述第二镭射源3002b所产生的镭射能量的影响下进行后续处理。视所述复合工件之中的各种器件的本质或组成而定,此些后续直接处理可以非常大量。

[0322] 一般来说,所述第一镭射源3002a可以操作用以输出具有第一脉冲时间持续长度的镭射脉冲,以及所述第二镭射源3002b可以操作用以输出具有大于所述第一脉冲时间持续长度的第二脉冲时间持续长度的镭射脉冲。举例来说,所述第一脉冲时间持续长度会小于500ps(举例来说,小于450ps、25ps、15ps、10ps、7ps、5ps、4ps、3ps、2ps、1ps、900fs、850fs、750fs、700fs、500fs、400fs、300fs、200fs、150fs、100fs、50fs、30fs、15fs、10fs、…等,或是介于任何此些数值之间)。于其中一实施例中,所述第二脉冲时间持续长度会大于或等于500ps(举例来说,大于或等于600ps、700ps、800ps、900ps、1ns、1.5ns、2ns、5ns、10ns、20ns、50ns、100ns、200ns、400ns、800ns、1000ns、2μs、5μs、10μs、50μs、100μs、200μs、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)。于另一实施例中,所述第二镭射源3002b是被提供成为一QCW

或CW镭射源，并且不包含一脉冲闸控单元(举例来说，使得所述第二镭射源3002b能够产生一QCW或CW镭射能量射束)。

[0323] 一般来说，所述第一镭射源3002a可以操作用于以第一脉冲重复率来输出镭射脉冲，以及所述第二镭射源3002b可以操作用于以大于第一脉冲重复率的第二脉冲重复率来输出镭射脉冲。举例来说，所述第二脉冲重复率会大于或等于100kHz(举例来说，大于或等于150kHz、250kHz、500kHz、800kHz、900kHz、1MHz、2MHz、10MHz、20MHz、50MHz、70MHz、100MHz、150MHz、200MHz、…等，或是介于任何此些数值之间)。于其中一实施例中，所述第二脉冲重复率会等于150MHz(或是大约150MHz)，以及所述第一脉冲重复率会等于1MHz(或是大约1MHz)。或者，所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b可以操作用于以相同的(或者，至少实质上相同的)脉冲重复率来输出镭射脉冲。

[0324] 于其中一实施例中，所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b可以操作用以产生具有至少实质上相同波长以及至少实质上相同频谱频宽(也就是，FWHM)的镭射能量射束。举例来说，所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b可以操作用以产生一在所述电磁频谱的可见光(举例来说，绿光)范围中有一或更多个波长的镭射能量射束。于另一实施例中，由所述第一镭射源3002a所产生的镭射能量的波长以及频谱频宽中的至少其中一者可以不同于(举例来说，大于、小于、或是前述的任何组合)由所述第二镭射源3002b所产生的镭射能量。

[0325] 图中虽然并未显示；不过，设备3000还包含一或更多个光学器件(举例来说，射束扩展器、射束塑形器、孔径、谐波产生晶体、滤波器、准直器、透镜、面镜、偏振器、波板、绕射性光学元件、折射性光学元件、或是类似物、或是前述的任何组合)，以便聚焦、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、或引导由所述第一镭射源3002a所产生并且沿着一第一初期射束路径3004a传播的镭射能量。同样地，设备3000还包含一或更多个光学器件，以便聚焦、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、或引导由所述第二镭射源3002b所产生并且沿着一第二初期射束路径3004b传播的镭射能量。

[0326] 沿着第一初期射束路径3004a以及第二初期射束路径3004b传播的镭射能量可以任何合宜的方式进行空间组合。举例来说，一折叠面镜3006可以被提供用以将所述第二初期射束路径3004b引导至一射束组合器3008之中，所述射束组合器3008同样被设置在所述第一初期射束路径3004a之中。在离开所述射束组合器3008时，镭射能量会沿着射束路径116c(举例来说，对应于图1中所示的射束路径116)传播至一射束传递系统统(例如，第一射束传递系统3010)。

[0327] 一般来说，第一射束传递系统3010可以包含如上面示范性说明方式般提供的一或更多个定位器，例如，前面提及的第一定位器106、前面提及的第二定位器108、或是前述的任何组合。然而，于特定的施行方式中，所述射束组合器3008可以改变沿着所述第一初期射束路径3004a或是所述第二初期射束路径3004b传播的镭射能量的偏振状态。因此，沿着射束路径116c传播的镭射能量可以被特征化为多个偏振状态(举例来说，p偏振状态、s偏振状态、…等，或是介于任何此些数值之间)。于此些施行方式中，所述第一射束传递系统3010并不包含相对敏感于入射至所述处的镭射能量的偏振状态的器件(举例来说，通常在操作上会敏感于具有位于一特定配向处之线性偏振的镭射能量的AOD系统)。确切地说，所述第一

射束传递系统3010包含相对偏振不敏感的一或更多个器件，例如，检流计面镜系统、MEMS面镜或面镜阵列、FSM、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0328] 图中虽然并未显示；不过，设备3000还可以额外包含一或更多个器件，例如：前面提及的第三定位器110、扫描透镜(举例来说，前面提及的扫描透镜112)、控制器(举例来说，前面提及的控制器114)、或是前面参考设备100或700所讨论的任何其它器件、或是类似物、或是前述的任何组合。

[0329] 于其中一实施例中，控制器114会控制所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b的操作，用以设定或是调整由所述第一镭射源3002a所产生的一或更多道镭射脉冲以及由所述第二镭射源3002b所产生的一或更多道镭射脉冲之间的时间偏移(或是时间重叠)。为帮助达成此设定或调整，于其中一实施例中，所述设备3000可以进一步包含一或更多个同步器、振荡器、…等，如国际专利申请公开案第WO2015/108991号中的说明，本文以全面引用的方式将其完全并入。

[0330] 于另一实施例中，控制器114不会控制所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b的操作，用以设定或是调整由所述第一镭射源3002a所产生的一或更多道镭射脉冲以及由所述第二镭射源3002b所产生的一或更多道镭射脉冲之间的时间偏移(或是时间重叠)。于此情况中，所述设备3000并不包含同步器、振荡器、…等，如前面提及的国际专利申请公开案第WO2015/108991号中的说明。确切地说，其会对所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b进行相对操作控制，而不考虑由所述第一镭射源3002a所产生的镭射脉冲相对于由所述第二镭射源3002b来产生镭射能量(其可以为脉冲式或连续式)的时间关系。据此，不论所述第二镭射源3002b是否被操作用以产生镭射能量，所述第一镭射源3002a皆可以被操作用以独立地产生镭射能量。被传送至所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b的触发讯号可以以任何合宜或所希望的方式彼此同步，或者可以完全不同步。

[0331] 如上面提及，沿着射束路径116c传播的镭射能量会含有多种偏振状态。不需要将所述第一射束传递系统3010之中的器件限制为相对偏振不敏感，取而代之的是，一多源设备会被提供用以修正由所述射束组合器3008所传送的镭射能量的偏振状态。举例来说，并且参考图31，一多源设备的其中一实施例(例如，设备3100)可以如上面参考设备3000的讨论般被提供；但是，可以进一步包含：一波板3102(举例来说，半波板)，其被设置在射束路径116c之中，用以改变由所述射束组合器3008所传送的镭射能量的偏振状态；以及一偏振器3104，用以滤波由所述波板3102所传送的镭射能量的一部分。由偏振器3104所传送的镭射能量接着会沿着射束路径116d(举例来说，其对应于图1中所示的射束路径116)传播至所述第一射束传递系统3010。于其中一实施例中，波板3102以及偏振器3104中的一或两者会被调整(举例来说，绕着射束路径116c的轴线旋转)，用以调整源自所述第一镭射源3002a沿着射束路径116d传播的镭射能量射束里面功率数额相对于源自所述第二镭射源3002b的比例。据此，沿着射束路径116d传播的镭射能量射束含有分别源自所述第一镭射源与第二镭射源的功率混合比例为50:50，或是任何其它合宜或所希望的比例(举例来说，60:40、70:30、80:20、90:10、10:90、20:80、30:70、40:60、…等，或是介于任何此些数值之间)。于本实施例中，所述第一射束传递系统3010会如上面参考设备3000的讨论般被提供；或者，可以被提供为包含一或更多个偏振敏感器件，例如，上面示范性说明的AOD系统。

[0332] 于另一实施例中，并且参考图32，一多源设备的其中一实施例(例如，设备3200)可

以如上面参考设备3100的讨论般被提供;但是,可以进一步包含一第二射束传递系统3202,其被光学耦接至偏振器3104(举例来说,通过射束路径116d2),而第一射束传递系统3010则通过射束路径116d1被光学耦接至偏振器3104。所述第二射束传递系统3202可以和第一射束传递系统3010相同(或是不相同)的方式被配置。于图32中所示的实施例中,射束路径116d1与116d2中的每一者对应于图1中所示之射束路径116的不同实例。于此实施例中,波板3102以及偏振器3104(此图中显示为偏振射束分歧器方块)被配置成使得所述射束路径116d1与116d2中的每一者皆含有源自所述第一镭射源3002a的光学功率的一半(或是至少约略一半)以及源自所述第二镭射源3002b的光学功率的一半(或是至少约略一半)。一额外的波板3204(举例来说,半波板)被设置在射束路径116d1之中,用以改变由偏振射束分歧器方块3104所传送的镭射能量的偏振状态。

[0333] 于另一实施例中,在设备3200里面,半波板3102、偏振器3104、以及半波板3204可以被省略并且由转动的斩波器面镜、旋转多边形面镜、共振检流计面镜系统、或是类似物、或是前述的任何组合来取代,用以沿着射束路径116d1与116d2来分散镭射能量。于此情况中,所述第一射束传递系统3010以及所述第二射束传递系统3202并不含有任何偏振敏感器件。

[0334] 于另一实施例中,并且参考图33,一多源设备的其中一实施例(例如,设备3300)可以包含一射束分散器3302,其被配置成以各种方式将由所述第一镭射源3002a与所述第二镭射源3002b所输出的镭射脉冲引导至所述第一射束传递系统3010、所述第二射束传递系统3202、或是前述的任何组合。于此情况中,所述射束分散器3302可以包含:一AO胞体3304;一超音波换能器元件3306,其被音频耦接至所述AO胞体3304的其中一侧;以及一吸收器3308,其被音频耦接至和所述超音波换能器元件3306反向的所述AO胞体3304的另一侧。

[0335] 如图所示,所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b会被对准(或者,一或更多个光学器件会被提供),使得沿着所述第一初期射束路径3004a以及所述第二初期射束路径3004b传播的镭射脉冲会在所述AO胞体3304里面的一区域处(举例来说,由黑点所示)彼此完全(或者,至少实质上完全)重叠。进一步言之,沿着所述第一初期射束路径3004a以及所述第二初期射束路径3004b传播的镭射脉冲里面的光能够藉由任何合宜的方式来产生或调整,以便具有必须在所述AO胞体3304里面被合宜绕射、必须被所述第一射束传递系统3010或是所述第二射束传递系统3202合宜偏折的偏振状态。

[0336] 超音波换能器元件3306在被一外加RF讯号驱动时会在所述AO胞体3304里面产生一声波,其中,所述外加RF讯号的功率会经过调变(同时保持恒定的RF频率),以便控制在所述AO胞体3304里面被偏折的镭射脉冲的功率。没有任何外加RF讯号存在时,所述超音波换能器元件3306不会在所述AO胞体3304里面产生任何声波,而且由所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b所产生之入射至所述AO胞体3304的任何镭射脉冲会通过所述AO胞体3304而抵达所述第一射束传递系统3010以及所述第二射束传递系统3202中的个别射束传递系统。举例来说,没有被施加至所述超音波换能器元件3306的RF讯号镭射存在时,沿着所述第一初期射束路径3004a传播的镭射脉冲会被所述AO胞体3304传导而沿着射束路径116d1传播抵达所述第一射束传递系统3010,以及同样地,沿着所述第二初期射束路径3004b传播的镭射脉冲会被所述AO胞体3304传导而沿着射束路径116d2传播抵达所述第二射束传递系统3202。因此,射束路径116d1构成所述第一镭射源3002a的第零阶射束路径,以

及射束路径116d2构成所述第二镭射源3002b的第零阶射束路径。

[0337] 当一具有第一功率位准(举例来说,「全功率位准」)的RF讯号被施加至所述超音波换能器元件3306时,沿着所述第一初期射束路径3004a传播的镭射脉冲之中的大部分的功率(举例来说,约90%)会被所述AO胞体3304偏折,用以沿着射束路径116d2传播至所述第二射束传递系统3202;以及,同样地,沿着所述第二初期射束路径3004b传播的镭射脉冲之中的大部分的功率(举例来说,约90%)会被所述AO胞体3304偏折,用以沿着射束路径116d1传播至所述第一射束传递系统3010。于此情况中,沿着所述第一初期射束路径3004a传播的镭射脉冲之中的残余功率数额(举例来说,约10%)会被所述AO胞体3304传导而沿着射束路径116d1传播抵达所述第一射束传递系统3010;以及,同样地,沿着所述第二初期射束路径3004b传播的镭射脉冲之中的残余功率数额(举例来说,约10%)会被所述AO胞体3304传导而沿着射束路径116d2传播抵达所述第二射束传递系统3202。

[0338] 有鉴于上述,应所述明白的是,当所述超音波换能器元件3306以全功率被驱动时,由所述第一镭射源3002a所产生的镭射脉冲之中的约90%的功率以及由所述第二镭射源3002b所产生的镭射脉冲之中的约10%的功率会被传递至所述第二射束传递系统3202;而由所述第二镭射源3002b所产生的镭射脉冲之中的约90%的功率以及由所述第一镭射源3002a所产生的镭射脉冲之中的约10%的功率则会被传递至所述第一射束传递系统3010。由任何单一镭射源所产生并且最终被传递至所述第一射束传递系统3010与所述第二射束传递系统3202的镭射脉冲之中的功率数额会藉由改变被施加至所述超音波换能器元件3306的RF讯号的功率而被进一步调变。举例来说,当一具有所述第一功率位准的50%的第二功率位准的RF讯号被施加至所述超音波换能器元件3306时,由所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b所产生的镭射脉冲之中的约50%的功率会被传递至所述第一射束传递系统3010以及所述第二射束传递系统3202。所述外加RF讯号的功率位准能够在所述工件102被处理用以形成一特征元件时保持恒定;或者,亦能够在形成一独特特征元件期间改变。

[0339] 所述多源设备3300虽然被描述为包含所述第一射束传递系统3010以及所述第二射束传递系统3202;不过,应所述明白的是,所述多源设备3300亦可能仅包含所述第一射束传递系统3010或是仅包含所述第二射束传递系统3202。于此情况中,可以由一射束收集器来取代被省略的射束传递系统。

[0340] 一般来说,为调变从所述第一镭射源3002a或是所述第二镭射源3002b处最终被传递至所述第一射束传递系统3010或是所述第二射束传递系统3202的镭射脉冲之中的功率数额而能够被改变的一外加RF讯号的功率的比率(亦称为「调变率」)是落在从50kHz(或是大约50kHz)至10MHz(或是大约10MHz)的范围之中。于其中一实施例中,所述调变率是落在从100kHz(或是大约100kHz)至2MHz(或是大约2MHz)的范围之中。于另一实施例中,所述调变率为1MHz(或是大约1MHz)。因此,仅藉由调变被施加至所述超音波换能器元件3306的RF讯号的功率位准便能够在所述工件102的处理期间快速地改变最终被传递至所述第一射束传递系统3010或是所述第二射束传递系统3202的由所述第一镭射源3002a以及所述第二镭射源3002b所产生的镭射脉冲的相对功率位准。

[0341] 举例来说,倘若所述第一射束传递系统3010要被用来在一多层工件(其包含一被提供(举例来说,沉积、层叠、…等)在一复合工件的一顶端表面上的电气导体结构(举由铜、

铜合金、…等所形成的薄膜、金属薄片、…等))之中形成一诸如通孔(举例来说,盲孔、贯穿通孔、…等)的特征元件的话,那么,一外加RF讯号的功率一开始会被设定成使得由所述第二镭射源3002b所产生的镭射脉冲之中的大于50%(举例来说,至少55%、至少60%、至少75%、至少80%、至少85%、…等,或是介于任何此些数值之间)的功率会被传递至所述第一射束传递系统3010,用以于所述电气导体之中形成一开口露出所述复合工件。而后,一外加RF讯号的功率会被快速地调变,使得由所述第一镭射源3002a所产生的镭射脉冲之中的大于50%(举例来说,至少55%、至少60%、至少75%、至少80%、至少85%、…等,或是介于任何此些数值之间)的功率会被传递至所述第一射束传递系统3010,用以于所述复合工件之中形成所述通孔。

[0342] XII.关于热管理的实施例

[0343] A.工件的热管理

[0344] 有时候,在一工件的处理期间,位在所述工件102的一工作表面102a的邻近位置中的周遭环境的温度会因为所述被传递的镭射脉冲与所述工件之间的镭射-材料相互作用的结果所产生的热生成而上升。当在诸如PCB面板的工件之中实施诸如通孔钻凿的镭射制程时便会出现此情况。倘若温度上升够高的话,所述工件会以非所希望的方式膨胀,其会损及通孔被钻凿的位置精确性与准确性。为在工件102之中钻凿通孔时帮助保持位置精确性与准确性,设备100会视情况具备一温度控制系统。

[0345] 于其中一实施例中,所述温度控制系统包含:一温度感测器120,其被耦接至控制器114的一输入;以及一温度受控的流体喷嘴122。所述温度感测器120被配置成用以量测工作表面102a的邻近位置的周遭环境(举例来说,周遭空气)的温度(或是用以表示所述温度的特征值)。所述温度受控的流体喷嘴122被配置成用以诱发一温度受控的气流(举例来说,空气)至所述工作表面102a的邻近位置的周遭环境之中。一般来说,相较于温度感测器120所量测的温度,由所述流体喷嘴122所诱发的气流的温度比较低。因此,所述气流能够用以带走热能远离所述工作表面102a的邻近位置的周遭环境(且因此,亦可以远离所述工件)。于其中一实施例中,所述设备100可以包含一如美国专利申请公开案第2014/0026351号中所揭示的收集喷嘴(而且所述案中的动力喷嘴会传递温度受控的流体,从而充当本文中所述的温度受控的流体喷嘴)。

[0346] 在操作期间,温度感测器120会产生用以表示已量测温度(或是其特征值)的一或更多个讯号(举例来说,「温度讯号」)并且将其输出至控制器114。所述控制器114会处理所述(些)温度讯号,用以判断所述已量测温度是否落在一预设标称温度处理视窗(举例来说,摄氏10度、摄氏5度、摄氏2度、…等)外面。倘若所述已量测温度经判定落在所述标称温度处理视窗外面(举例来说,高于所述标称温度处理视窗)的话,那么,所述控制器114便会产生并且输出一或更多个控制讯号给所述温度受控的流体喷嘴122,用以诱发一温度不同于(举例来说,低于)所述已量测温度的流体流动,以便将在所述工作表面102a的邻近位置的周遭环境的温度带回到所述标称温度处理视窗里面。于图中所示的实施例之中,只要控制器114被通讯耦接至所述温度感测器120以及所述流体喷嘴122,其便会被视为所述温度控制系统的一部分。然而,于其它实施例中,所述温度感测器120以及所述流体喷嘴122亦可以被耦接至和所述温度控制系统相关联的一不同的控制器(图中并未显示,但是具有和控制器114相同或雷同的构造和操作)。所述温度控制系统虽然被描述为设备100的一非必要器件;不过,

应所述明白的是,所述温度控制系统亦可被并入于所述设备100以外的另一设备(镭射处理设备或是其它设备)之中。

[0347] B.AO胞体的热管理

[0348] 如上面提及,声波通常是藉由驱动一超音波换能器元件而以一或更多个RF频率被射入一AO胞体之中,所述超音波换能器元件被音频耦接至所述AO胞体的其中一端(亦称为「连接器端」)。一具有上面所述构造的范例AO装置(也就是,可能为AOM、AOD、…等)显示在图34与35之中。参考图34与35,一示范性AO装置3400包含:一AO胞体3402;一超音波换能器元件3404,其被音频耦接至AO胞体3402的一连接器端;以及一吸收器3406,其被音频耦接至和所述连接器端反向的所述AO胞体3402的吸收器端。在图34与35中所示的一镭射能量射束3408是经由所述AO胞体3402的一输入面进入所述AO胞体3402之中。

[0349] 传播通过所述AO胞体3402的声波会产生热能,其有利于被抽出,以便防止所述AO胞体3402遭受损降(举例来说,光学性损降、物理性损降、…等)。冷却所述AO胞体3402的一种常见方法是将冷却板附接至所述AO胞体3402中不会干扰光学波从所述输入面传播至所述AO胞体的输出面的位置处。举例来说,并且参考图34与35,一第一冷却板3408可以被热耦接至所述AO胞体3402的一第一热抽出面,以及一第二冷却板3410可以被热耦接至所述AO胞体3402中与所述第一热抽出面反向的第二热抽出面。一般来说,所述第一热抽出面与第二热抽出能够被特征化为位于所述AO胞体3402的反向面(或是刻面),它们不会被所述超音波换能器元件3404或是所述吸收器3406覆盖。另外,所述镭射能量射束通常不会传播通过所述第一热抽出面与第二热抽出。

[0350] 一般来说,所述AO胞体3402会有一落在从15mm(或是大约15mm)至35mm(或是大约35mm)的范围之中的长度大小(也就是,从所述输入面量测至所述输出面)。于其中一实施例中,所述AO胞体3402的长度会落在从18mm至30mm的范围之中。于另一实施例中,所述AO胞体3402的长度是落在从20mm至30mm的范围之中。于又一实施例中,所述AO胞体3402的长度是落在从22mm至28mm的范围之中。然而,应所述明了的是,所述AO胞体3402亦能够具有小于15mm,或是大于30mm,的长度。

[0351] 一般来说,所述AO胞体3402会有一落在从15mm(或是大约15mm)至35mm(或是大约35mm)的范围之中的厚度大小(也就是,从所述第一热抽出面量测至所述第二热抽出面)。于其中一实施例中,所述AO胞体3402的厚度会落在从18mm至30mm的范围之中。于另一实施例中,所述AO胞体3402的厚度是落在从20mm至30mm的范围之中。于又一实施例中,所述AO胞体3402的厚度是落在从22mm至28mm的范围之中。然而,应所述明了的是,所述AO胞体3402亦能够具有小于15mm,或是大于30mm,的厚度。还应所述明了的是,所述AO胞体3402的厚度能够大于、等于、或是小于所述AO胞体3402的长度。

[0352] 一般来说,所述AO胞体3402会有一落在从15mm(或是大约15mm)至35mm(或是大约35mm)的范围之中的宽度大小(也就是,从所述连接器端量测至所述吸收器端)。于其中一实施例中,所述AO胞体3402的宽度落在从18mm至30mm的范围之中。于另一实施例中,所述AO胞体3402的宽度是落在从20mm至30mm的范围之中。于又一实施例中,所述AO胞体3402的宽度是落在从22mm至28mm的范围之中。然而,应所述明了的是,所述AO胞体3402亦能够具有小于15mm,或是大于30mm,的宽度。还应所述明了的是,所述AO胞体3402的厚度能够大于、等于、或是小于所述AO胞体3402的长度或厚度。

[0353] 所述第一冷却板3408以及所述第二冷却板3410通常是藉由让水流过形成在其中的一或更多条通道而被冷却。举例来说，并且参考图35，第一冷却板3408以及第二冷却板3410各包含一形成于其中的冷却通道(举例来说，一U形通道，图中仅显示所述通道的末端)。在图35中，末端3502a与3502b分别为形成在第一冷却板3408之中的一冷却通道的输入端与输出端。同样地，末端3504a与3504b分别为形成在第二冷却板3410之中的一冷却通道的输入端与输出端。一唧筒(图中并未显示)能够被提供用以产生一流经每一条冷却通道的冷却剂(举例来说，水)，举例来说，使得冷却剂会分别经由一输入端3502a与3504a进入一冷却通道并且分别经由一输出端3502b与3504b离开所述冷却通道，用以从所述AO胞体3402处移除热能。

[0354] 诸如上面所述的冷却板是被配置成使得从所述AO胞体3402的中心处移除的热能的数额和它们从所述连接器端与吸收器端移除的热能的数额约略相同。然而，在所述AO胞体3402的连接器端处所产生的热能数额会高于所述AO胞体3402的中央区域，并且会更高于所述AO胞体3402的吸收器端。热梯度可能也会出现在所述AO胞体3402的长度维度与厚度维度的较小范围中。AO胞体3402内足够大的热梯度会导致非所希望的热透镜效应(thermal lensing effect)、导致绕射效率变差、导致偏折误差、…等。

[0355] 习知技术中，和AO胞体3402里面的非所希望的大额热梯度相关联的不利效应会藉由局限镭射能量射束经由所述AO胞体3402传播至所述AO胞体3402的相对小(举例来说，4mm至5mm的宽度大小)体积(在本文中亦称为「工作体积」)里面而被最小化或避开。然而，本发明却希望增加所述AO胞体3402的工作体积，至少增加宽度大小。因此，根据某些实施例，一AO装置会被配置成用以提供非均匀的热移除，其中，从所述AO胞体3402的中央区域处被移除的热能会少于从所述AO胞体3402的周围区域处(也就是，位在连接器端处或附近的AO胞体3402的区域、位在吸收器端处或附近的AO胞体3402的区域、或是前述的任何组合)被移除的热能。

[0356] 于某些实施例中，非均匀的热移除是藉由提供一「非均匀」冷却板取代诸如第一冷却板3408或第二冷却板3410的冷却板来完成，其被配置成用以从所述AO胞体3402的中央区域处移除的热能少于从所述AO胞体3402的一或更多个周围区域处移除的热能。

[0357] 举例来说，一非均匀冷却板会具备被形成在其热抽出表面(举例来说，和所述AO胞体3402的第一热抽出表面或第二热抽出表面形成一热界面的表面)之中的一或更多个沟槽、凹坑、…等，其位在一对应于所述AO胞体3402的中央区域的位置处。当被设置成用以和所述AO胞体3402的一热抽出表面产生热接触时，所述一或更多个沟槽、凹坑、…等会帮助在所述AO胞体3402的所述中央区域里面定义多个空隙，所述空隙会充当热传输的障碍物(也就是，相对于所述AO胞体3402和所述非均匀冷却板之间的热界面)。举例来说，参见图36。

[0358] 于另一范例中，一非均匀冷却板会具备被形成在其内部(举例来说，和所述热抽出表面隔开)的一或更多个空隙、通道、…等，其位在一对应于所述AO胞体3402的中央区域的位置处。当被设置成用以和所述AO胞体3402的一热抽出表面产生热接触时，所述一或更多个空隙、通道、…等会充当来自所述AO胞体3402的中央区域的热传输的障碍物。举例来说，参见图36。

[0359] 于另一范例中，一非均匀冷却板会具备被形成在其内部(举例来说，和所述热抽出表面隔开)的一或更多个空隙、通道、…等以及被形成在其表面之中的多条沟槽，其位在一

对应于所述AO胞体3402的中央区域的位置处，从而导致所谓的「热扼流圈(thermal choke)」结构，其传输来自所述AO胞体3402的热能的能力会降低。此热扼流圈结构的一范例图解在图37之中，其是由多条冷却路径导管所组成。

[0360] 于又一范例中，一非均匀冷却板能够由具有不同热传输特征的多种材料所形成。举例来说，所述非均匀冷却板能够由下面所形成：一具有第一热传导系数的第一材料，其位在一对应于所述AO胞体3402的中央区域的位置处；以及一具有第二热传导系数(高于所述第一热传导系数)的第二材料，其位在对应于所述AO胞体3402的一周围区域的一或更多个位置处。

[0361] 于再一范例中，一非均匀冷却板虽然会包含如上面讨论般形成的一或更多条冷却通道；但是，位于所述冷却板中对应于所述AO胞体3402的一周围区域的区域处的冷却通道可能多过位于所述冷却板中对应于所述AO胞体3402的中央区域的区域处的冷却通道。于其中一施行方式中，所述非均匀冷却板于所述冷却板中对应于所述AO胞体3402的中央区域的区域处不含任何冷却通道。

[0362] 于又一范例中，一非均匀冷却板虽然会包含如上面讨论般形成的一或更多条冷却通道；但是，流经位于所述冷却板中对应于所述AO胞体3402的中央区域的区域处的一或更多条冷却通道的冷却剂的流动速率可能会低于流经位于所述冷却板中对应于所述AO胞体3402的一周围区域的区域处的一或更多条冷却通道的冷却剂的流动速率。

[0363] 于另一范例中，一非均匀冷却板可仅被配置成用以在对应于所述AO胞体3402的一周围区域的一或更多个位置处热接触一热抽出面；但是，在一对应于所述AO胞体3402的中央区域的位置处则没有接触。

[0364] 于另一实施例中，非均匀的热移除能够藉由下面方式来完成：提供一冷却板，用以仅在一对应于所述AO胞体3402的一周围区域的区域处热接触所述AO胞体3402的一热抽出面；提供一加热元件，用以在一对应于所述AO胞体3402的一中央区域的位置处热接触所述热抽出面；或是前述的任何组合。于此实施例中，所述加热元件是用以加热所述AO胞体3402的中央区域，以便缩减所述AO胞体3402里面介于它的中央区域以及它的周围区域中的一或更多个周围区域之间的温度差。

[0365] XIII.结论

[0366] 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，可以对所述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权利要求书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，本发明的范畴应所述由下面的权利要求书来决定，其涵盖所述权利要求的等效范围。

[0367] 以上所述仅是本发明的优选实施例而已，并非对本发明做任何形式上的限制，虽然本发明已以优选实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明，任何熟悉本专业的技术人员，在不脱离本发明技术方案的范围内，当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本实用发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的

范围内。

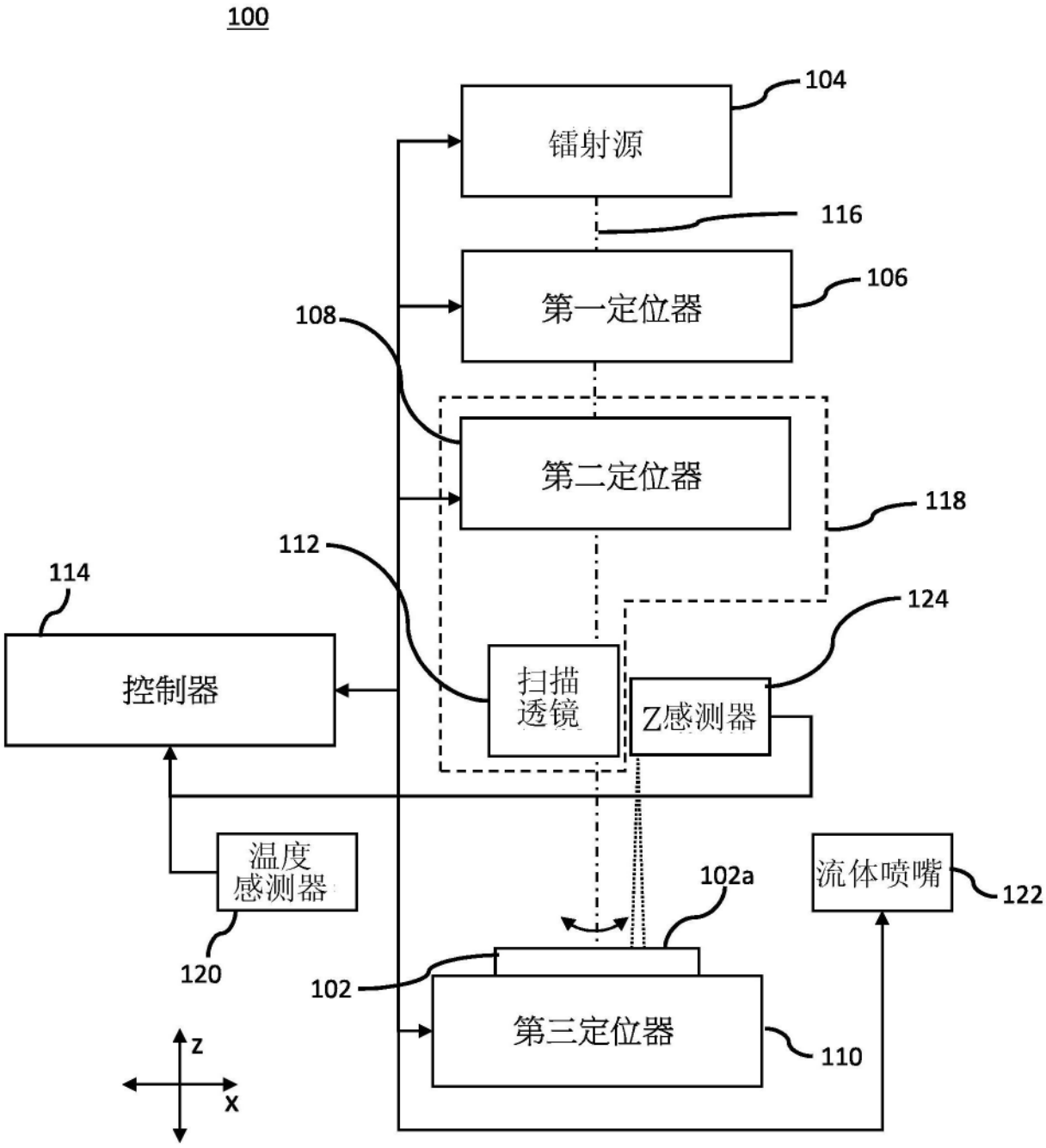

100
镭射源
104
116
第一定位器
106
108
第二定位器
118
112
114
124
控制器
扫描
透镜
Z感测器
温度
感测器
120
102a
流体喷嘴
122
102
第三定位器
110
z
x

图1

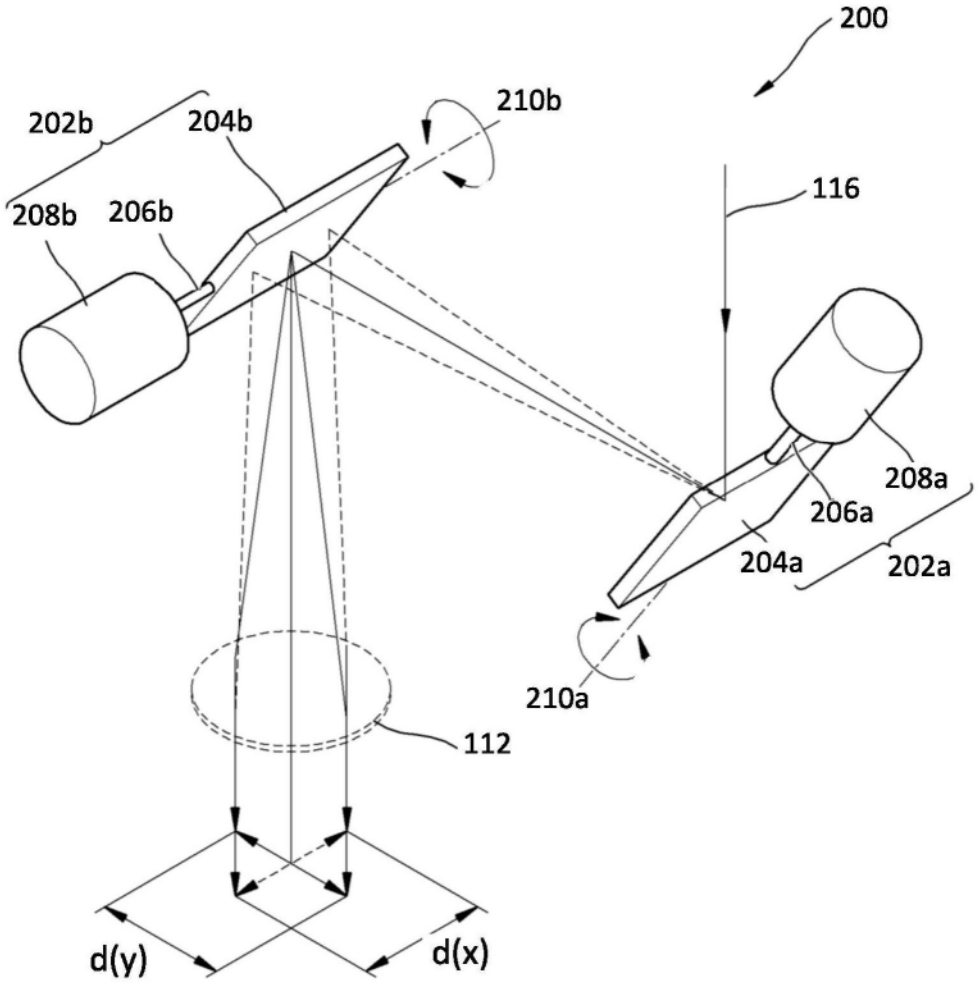

200
202b
204b
210b
208b
206b
116
208a
206a
204a
202a
210a
112
d(y)
d(x)

图2

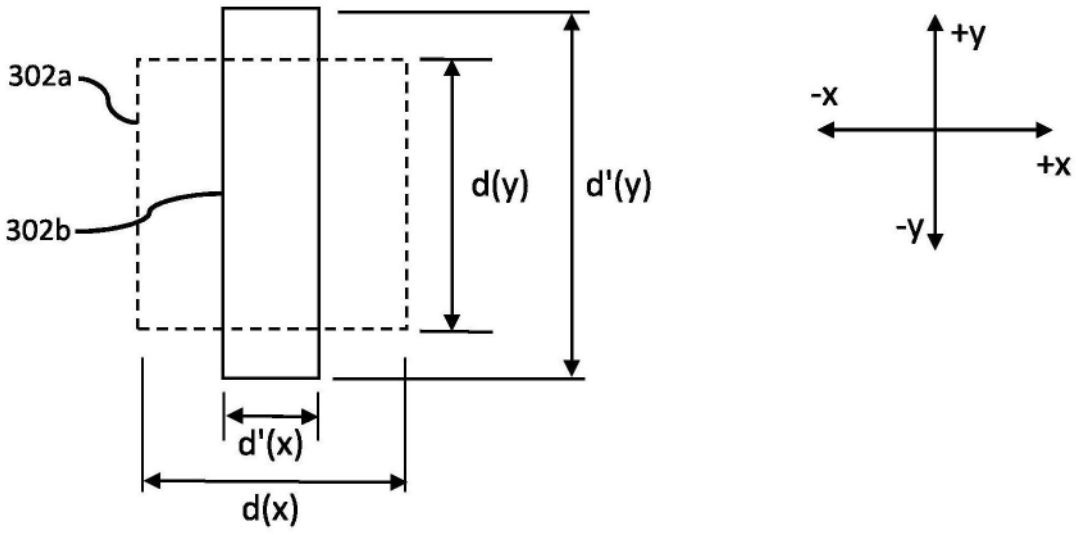

302a
302b
d(y)
d'(y)
d'(x)
d(x)
+y
-x
+x
-y

图3

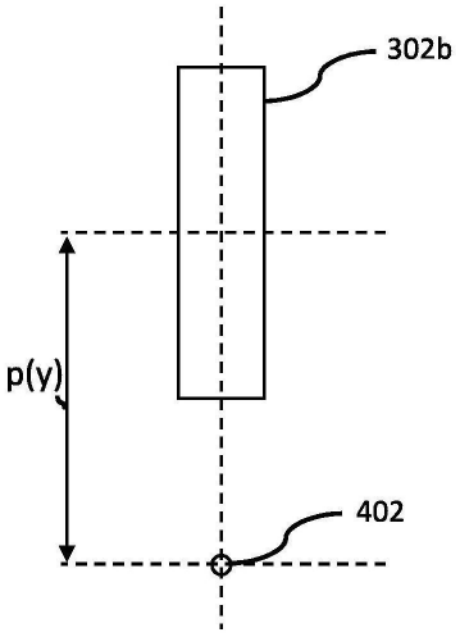


图4

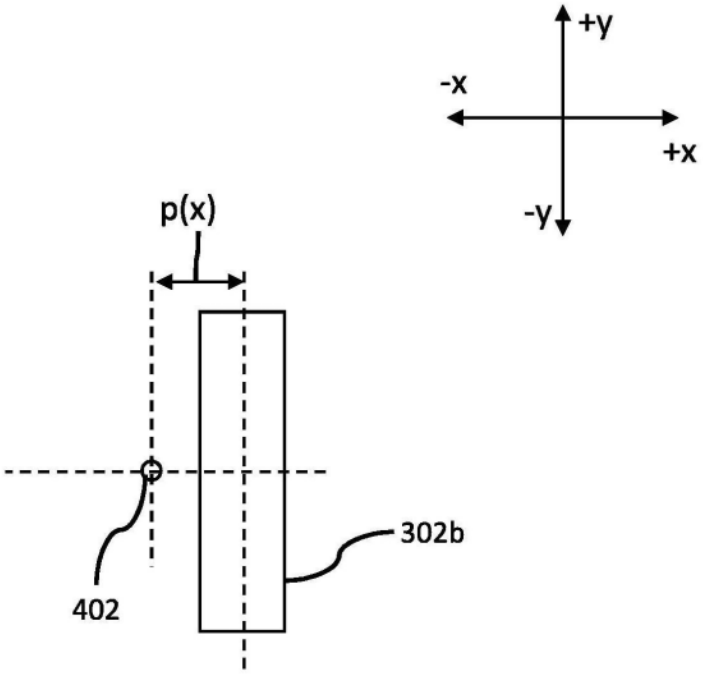


图5

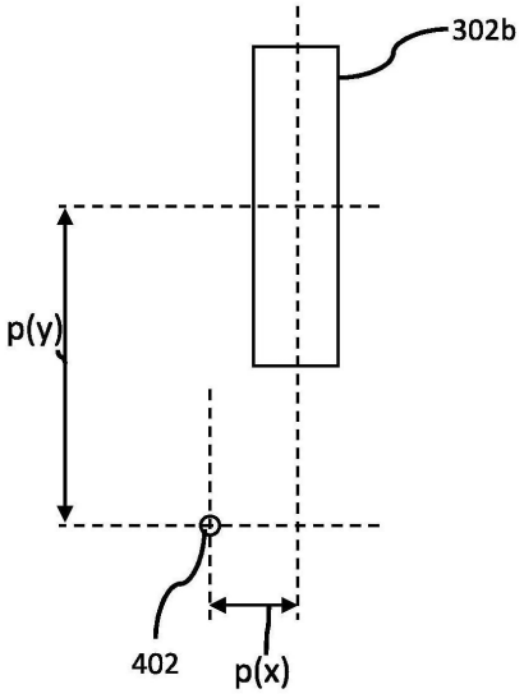


图6

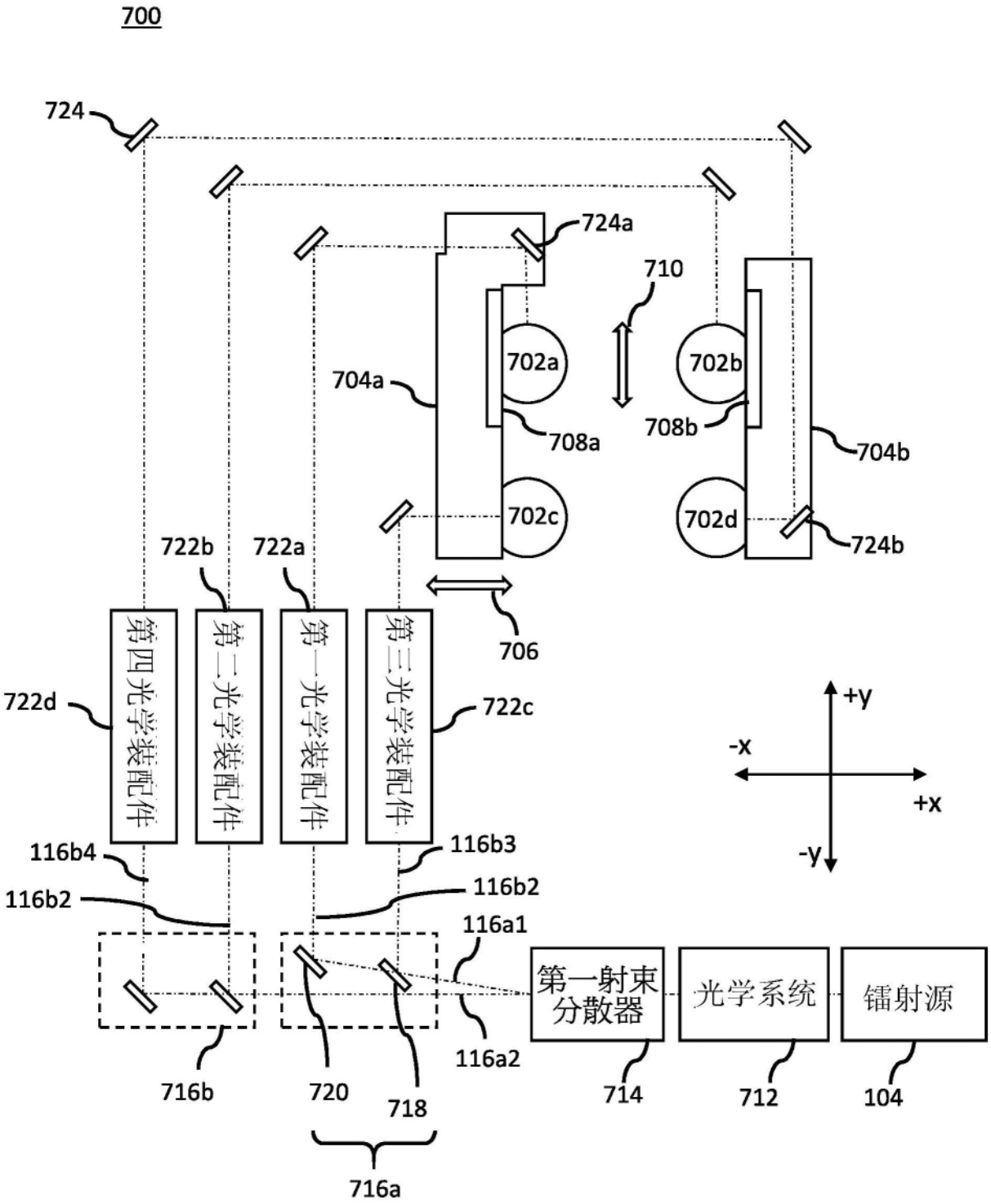

700
724
724a
710
702a
702b
704a
708a
708b
704b
702c
702d
724b
722b
722a
706
第四光学装配件
第二光学装配件
第一光学装配件
第三光学装配件
722d
722c
+y
-x
+x
-y
116b4
116b3
116b2
116b2
116a1
第一射束分散器
光学系统
镭射源
116a2
716b
720
718
714
712
104
716a

图7

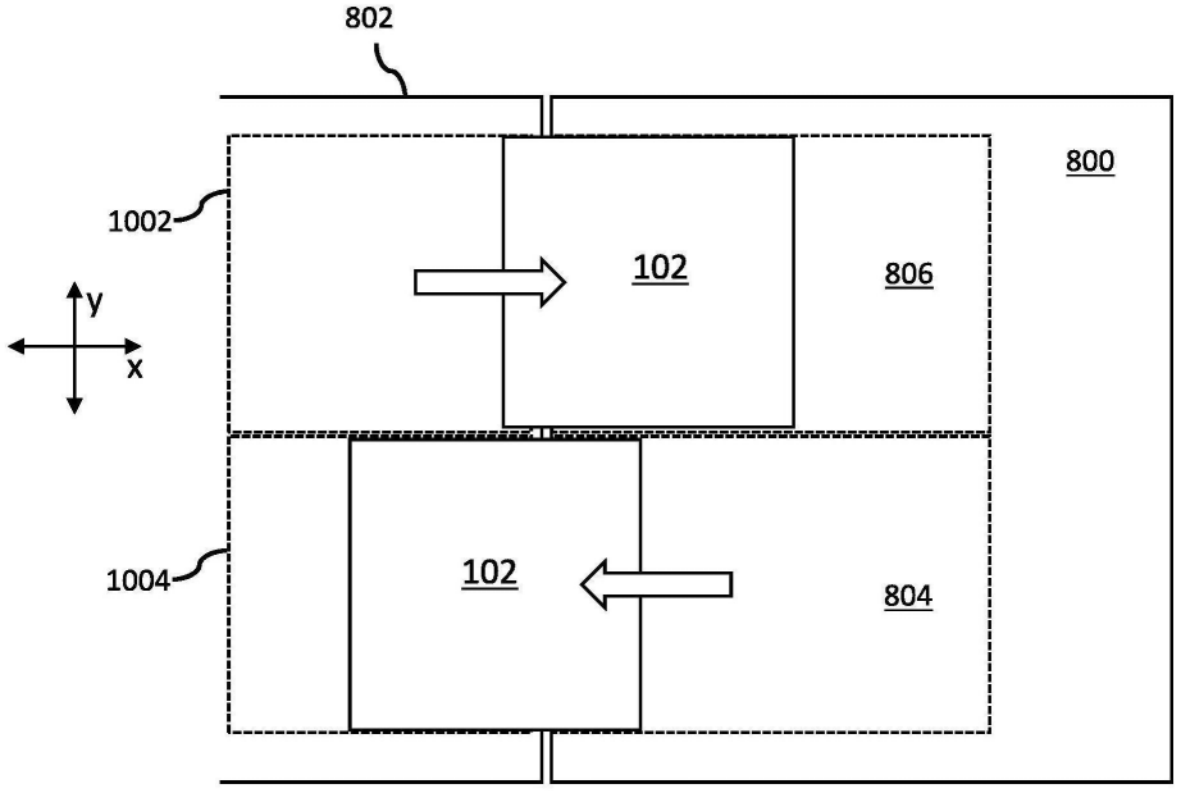


图8

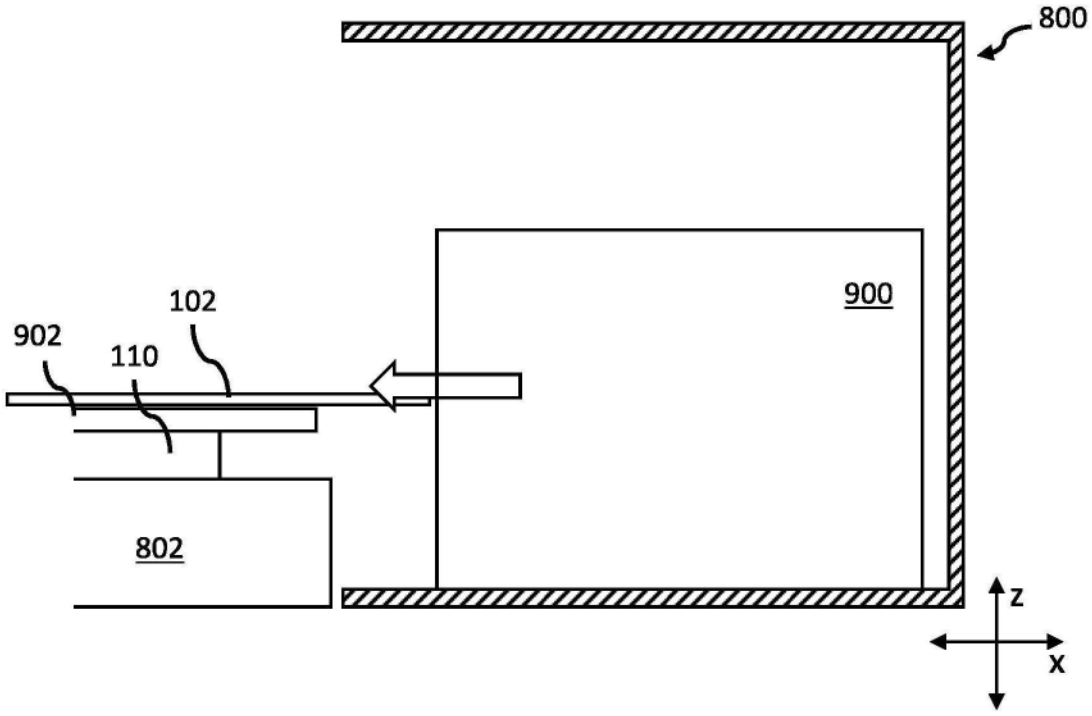


图9

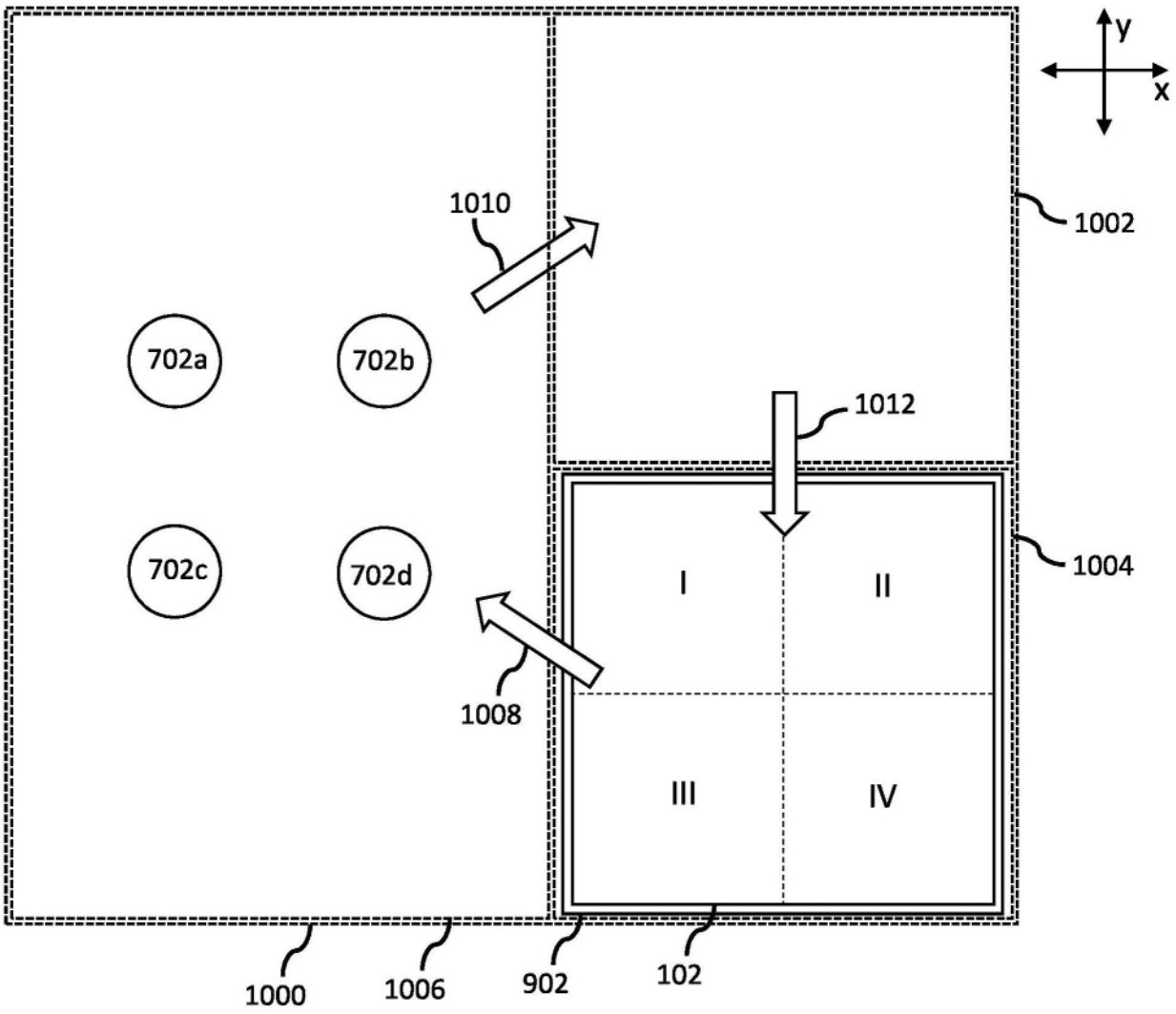

y
x
1010
1002
702a
702b
1012
1004
I
II
702c
702d
1008
III
IV
1000
1006
902
102

图10

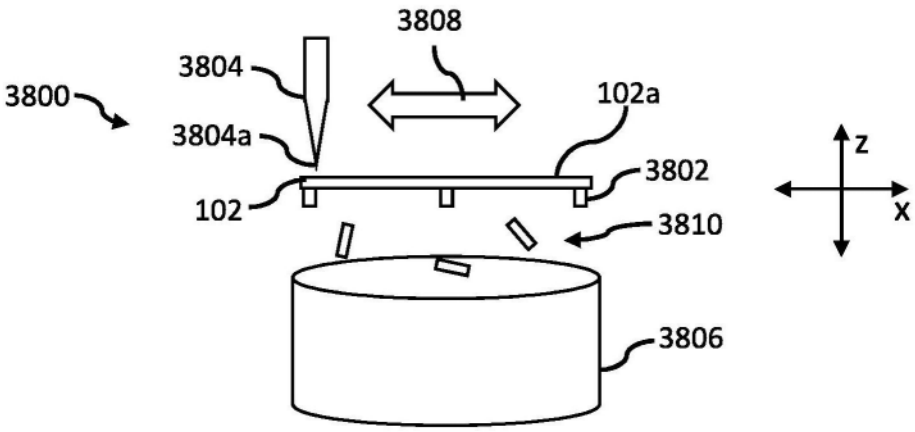

3808
3804
3800
102a
3804a
3802
z
102
3810
x
3806

图38

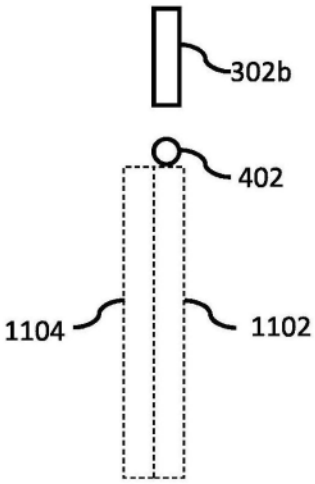


图11

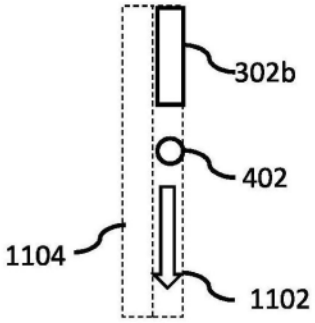


图12

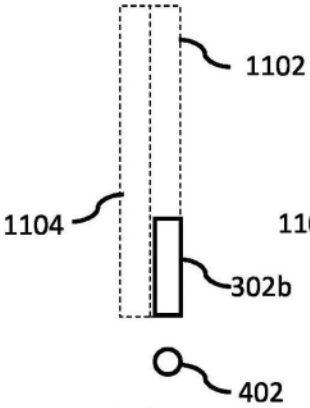


图13

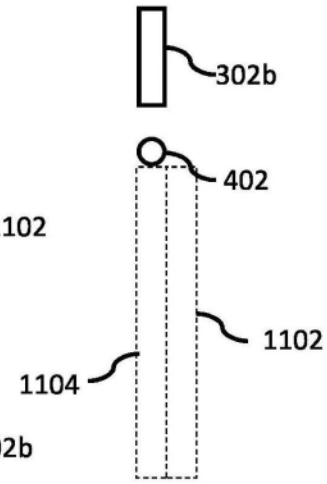


图14

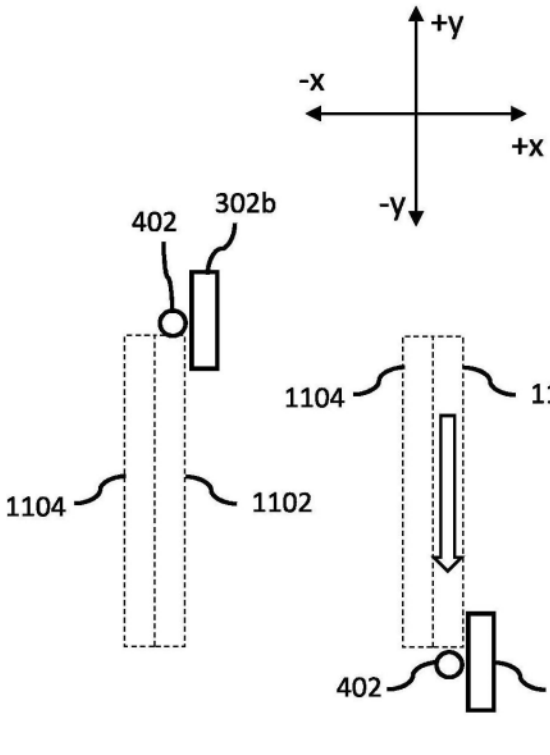


图19 图20 图21

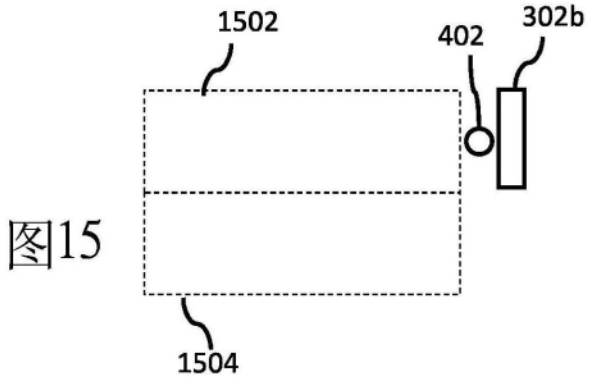


图15

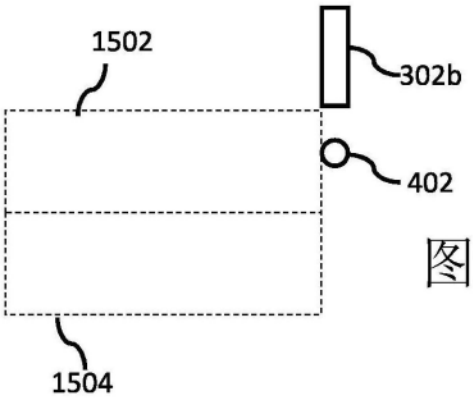


图22

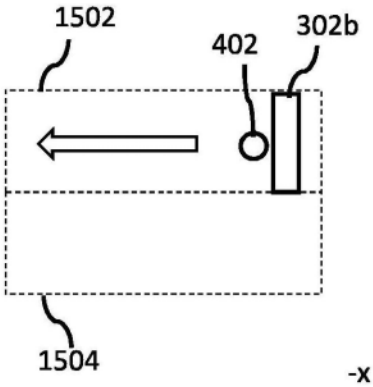
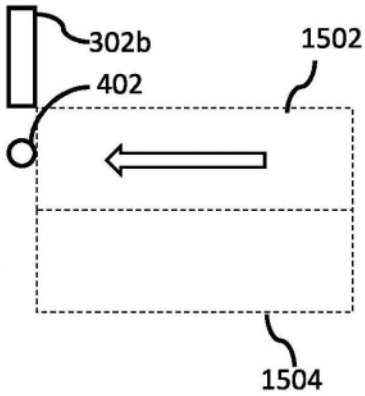


图16



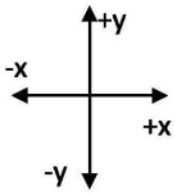


图23

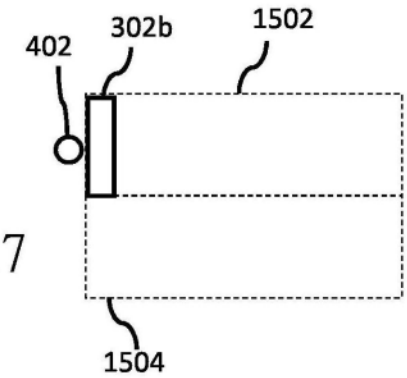


图17

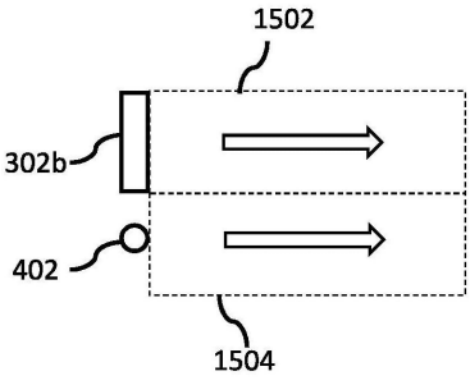


图24

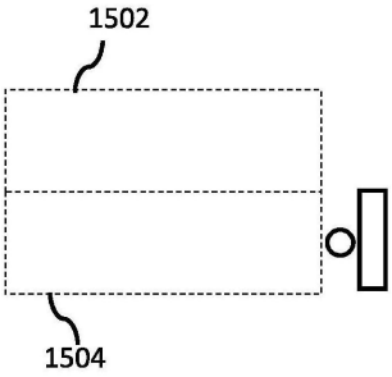


图18

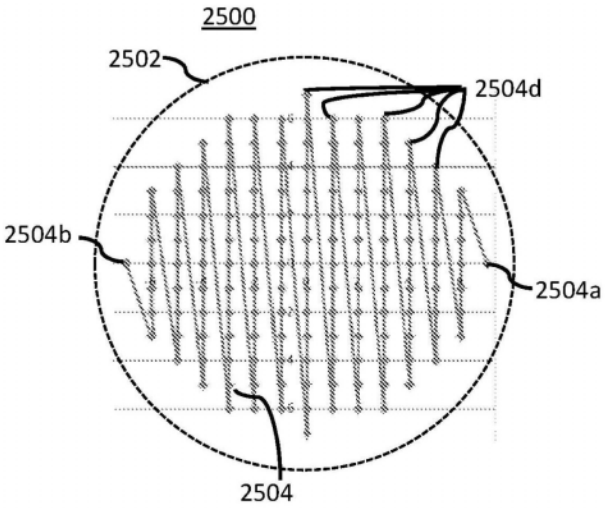

2500
2502
2504d
2504b
2504a
2504

图25

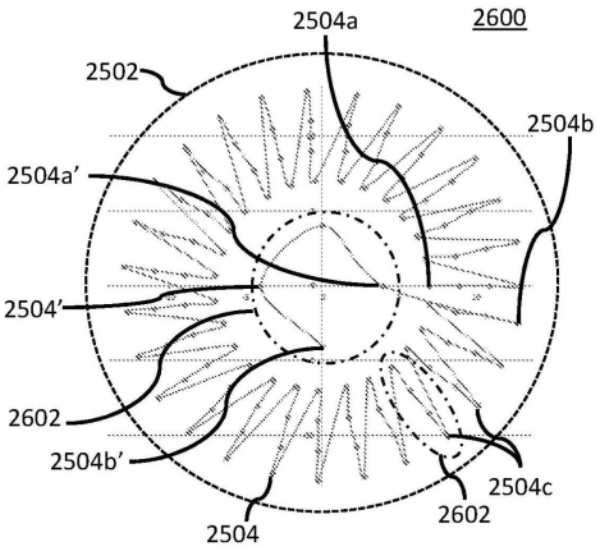
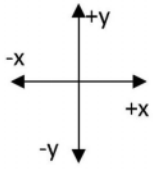

2504a
2600
2502
2504b
2504a'
2504'
2602
2504b'
2504c
2602
2504

图26


+y
-x
+x
-y

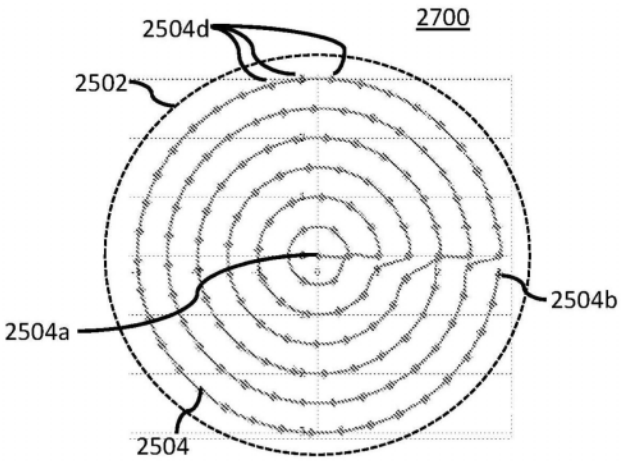

2700
2504d
2502
2504b
2504a
2504

图27

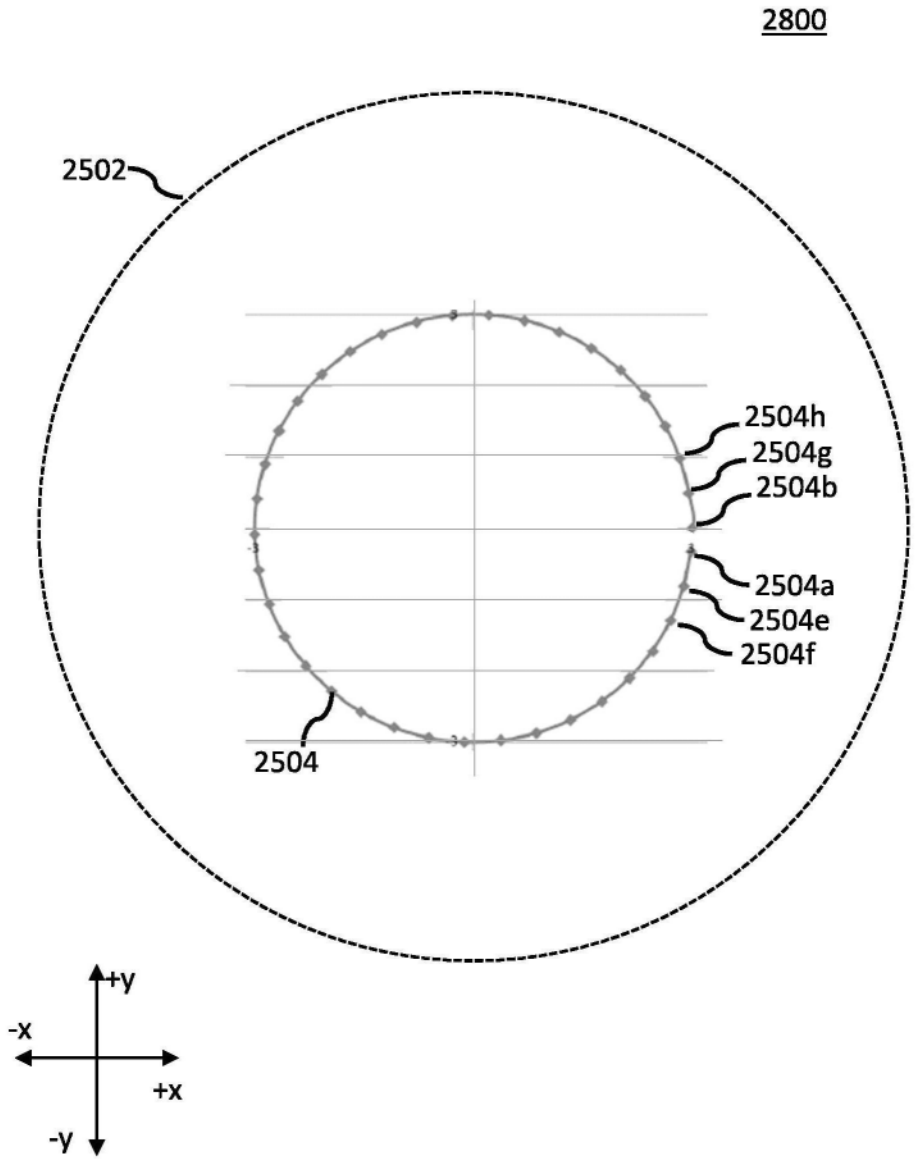


图28

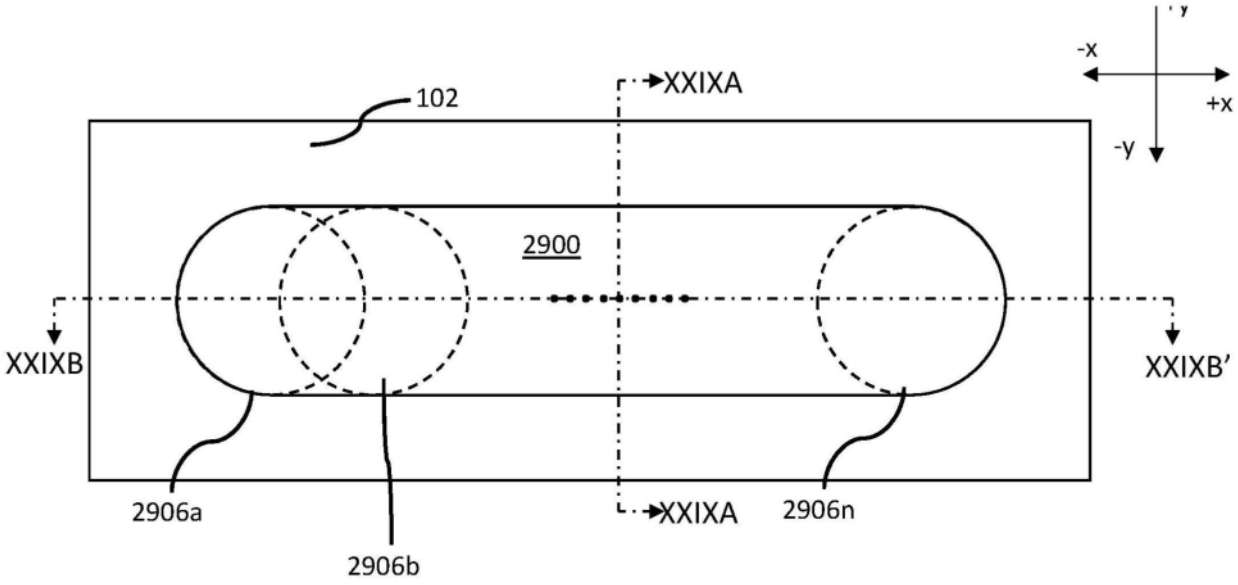


图29

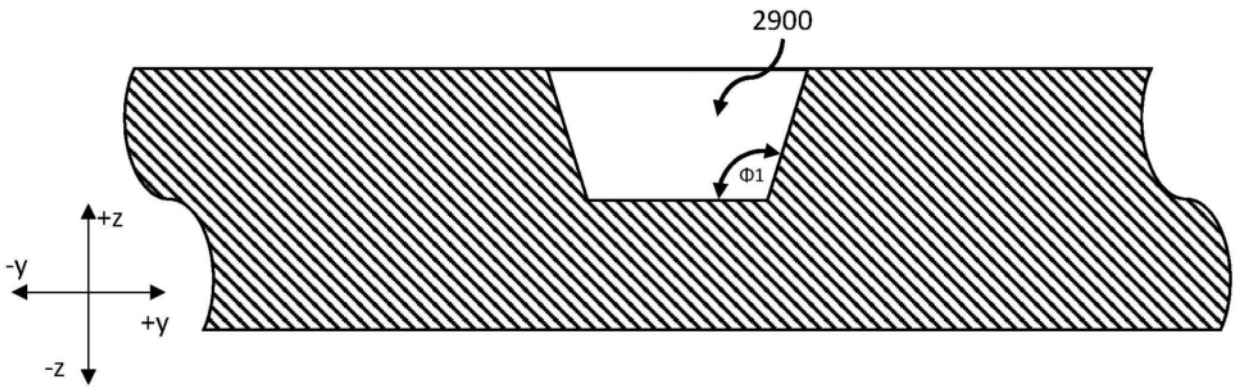


图29A

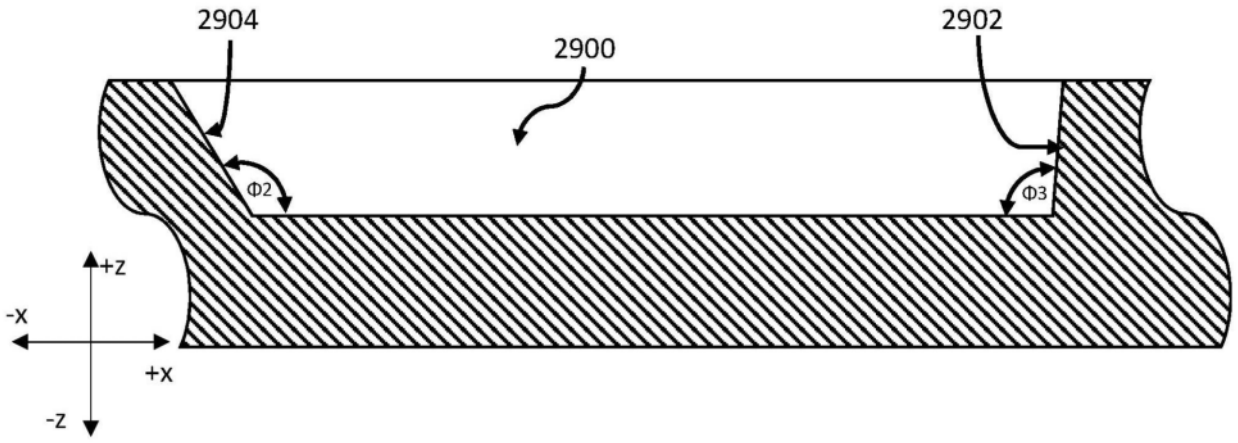


图29B

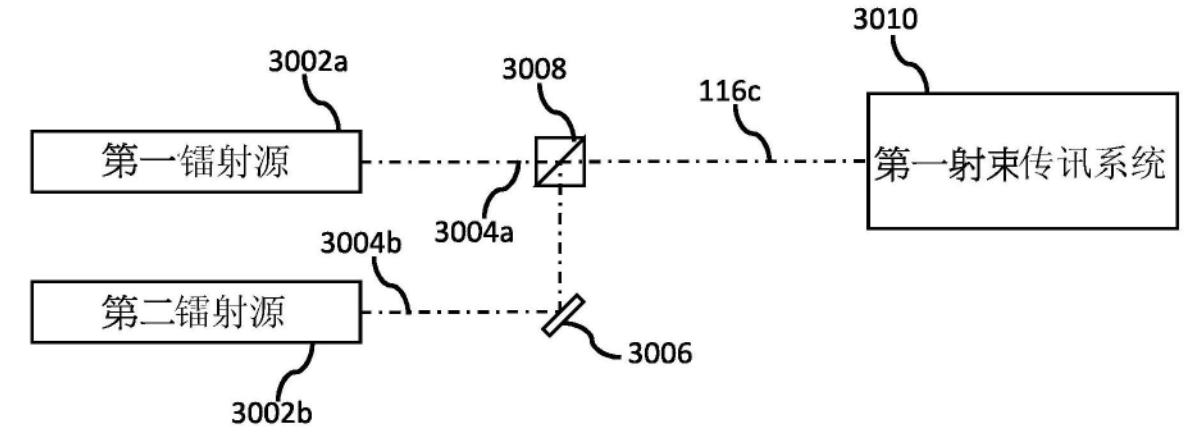

3000
3010
3002a
3008
116c
第一镭射源
第一射束传讯系统
3004a
3004b
第二镭射源
3006
3002b

图30

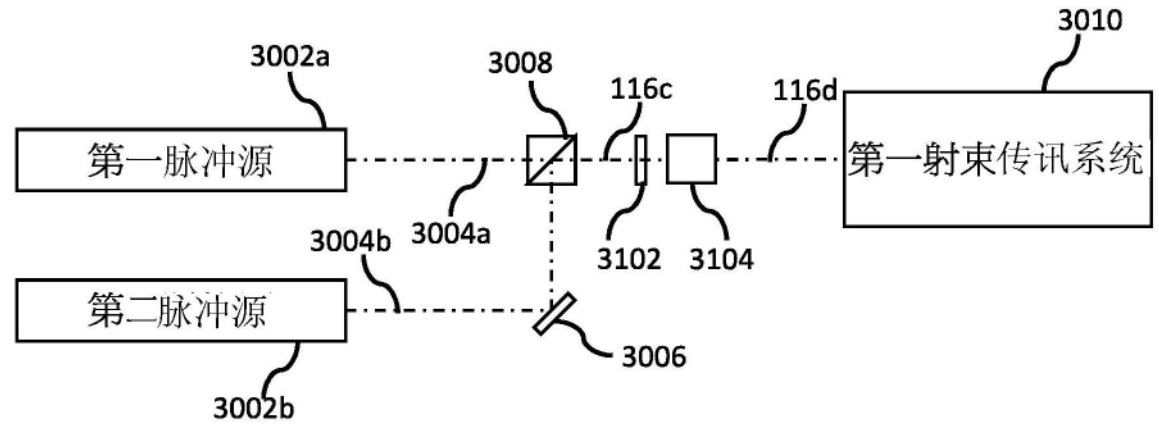

3100
3010
3002a
3008
116c
116d
第一脉冲源
第一射束传讯系统
3004a
3102
3104
3004b
第二脉冲源
3006
3002b

图31

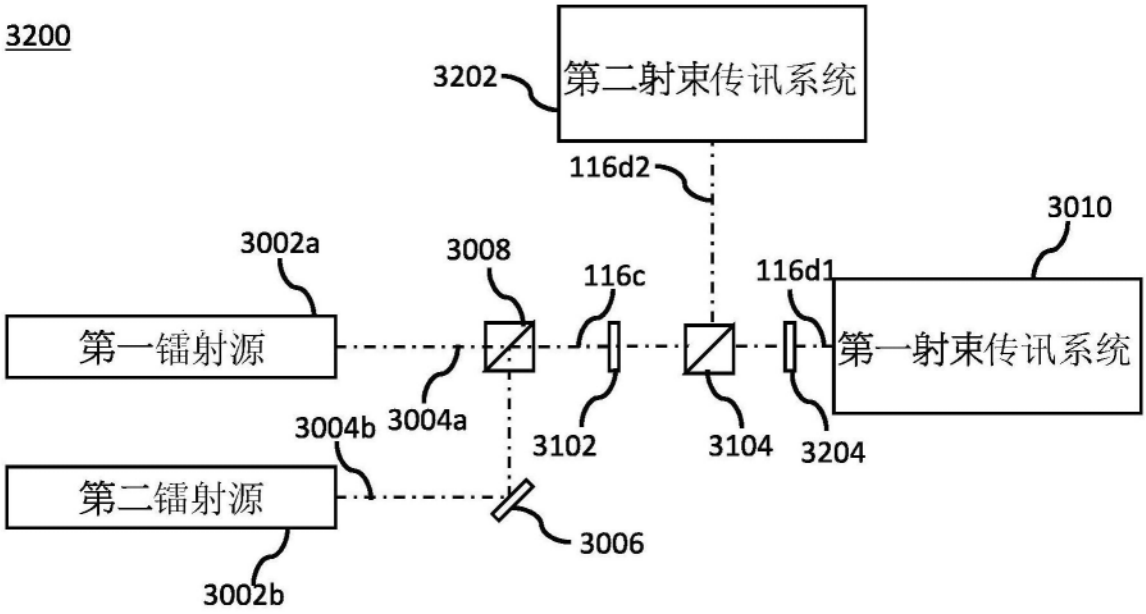

3200
3202
第二射束传讯系统
116d2
3010
3002a
3008
116c
116d1
第一镭射源
第一射束传讯系统
3004b
3004a
3102
3104
3204
第二镭射源
3006
3002b

图32

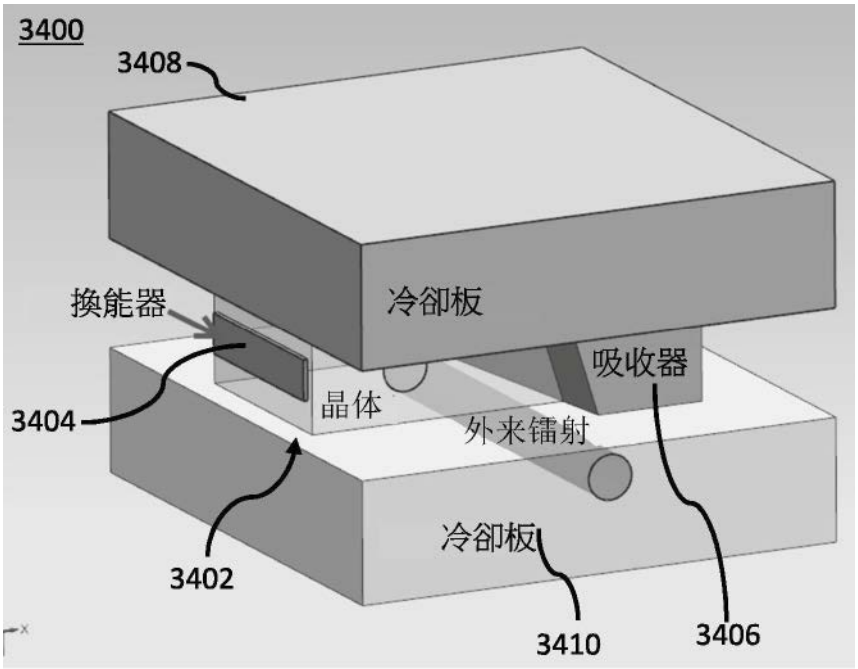

3400
3408
换能器
冷卻板
吸收器
晶体
3404
外来镭射
冷卻板
3402
3410
3406

图34

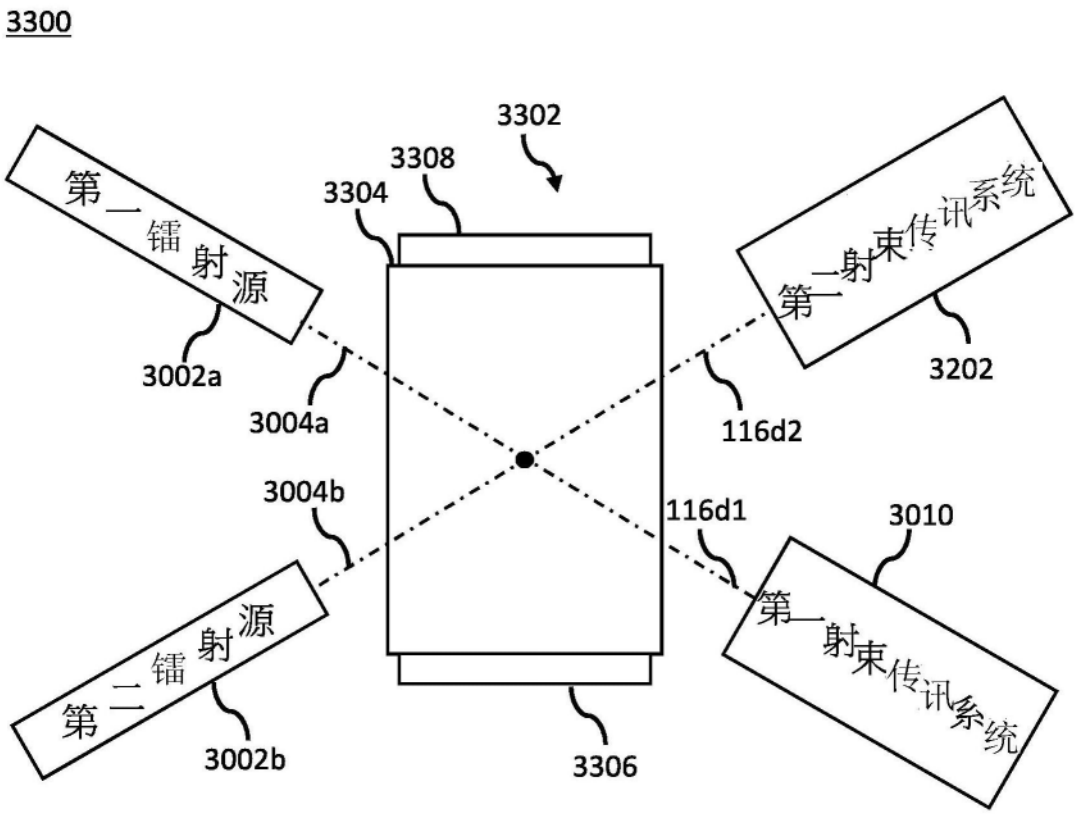

3300
3302
3308
3304
第一镭射源
3002a
3004a
第一射束传讯系统
3202
116d2
3004b
116d1
3010
第二镭射源
3002b
3306
第一射束传讯系统

图33

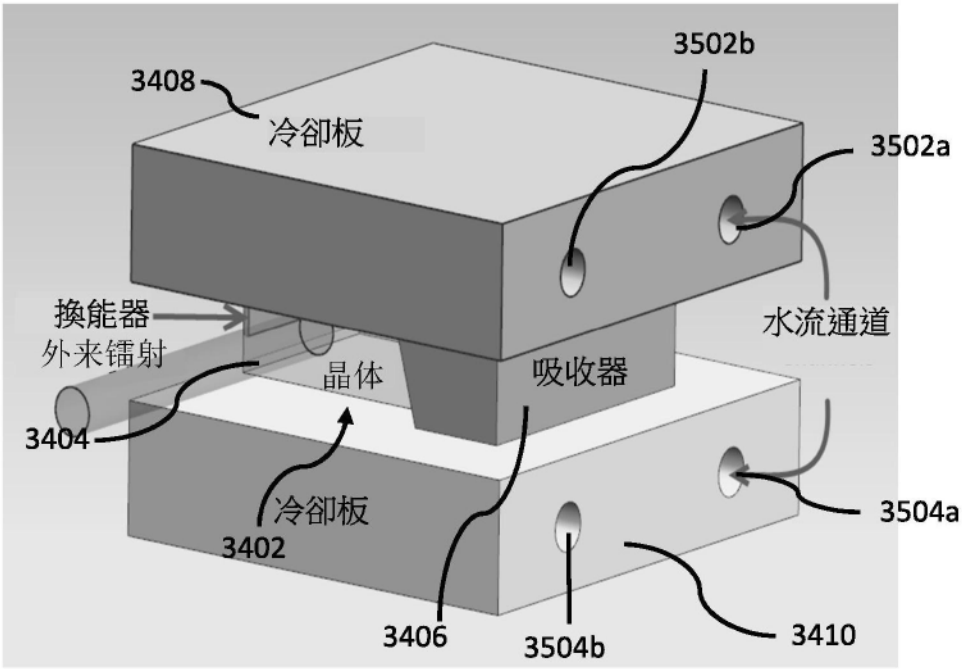

3502b
3408
冷卻板
3502a
换能器
外来镭射
晶体
吸收器
水流通道
3404
冷卻板
3402
3504a
3406
3504b
3410

图35

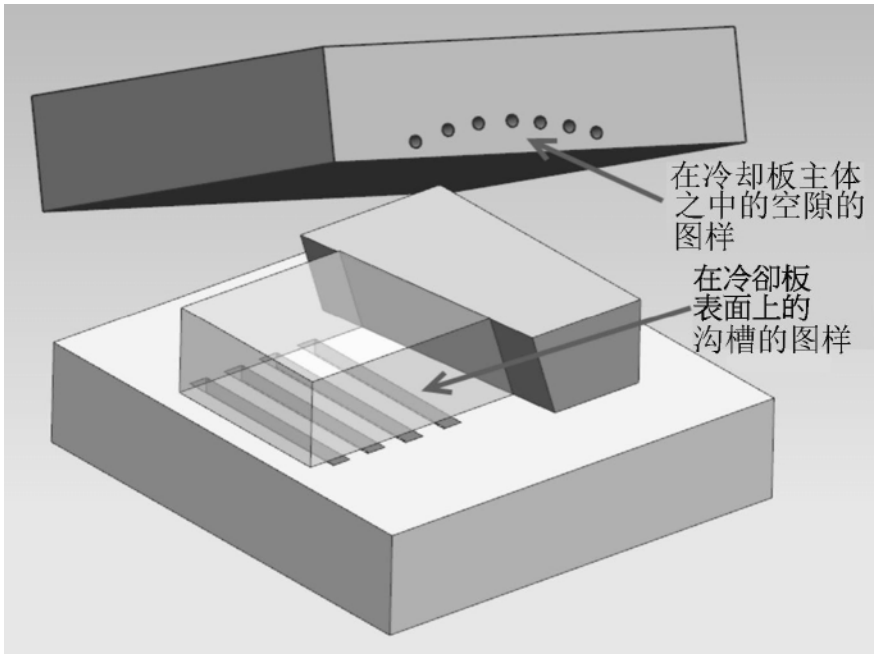


图36

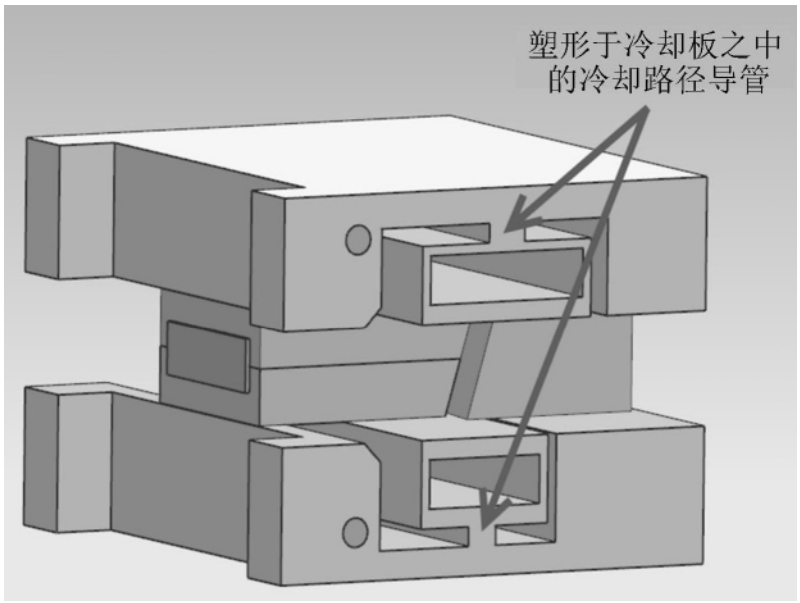


图37