



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105798455 B

(45)授权公告日 2018.01.19

(21)申请号 201610033089.0

(51) Int. Cl.

(22)申请日 2016.01.19

B23K 26/06(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B23K 26/08(2014.01)

申请公布号 CN 105798455 A

B23K 26/36(2014.01)

(43)申请公布日 2016.07.27

审查员 贾红叶

(30) 优先权数据

14/599612 2015.01.19 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 陈鸿强 S.R.哈亚施 张曦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 叶晓勇 姜甜

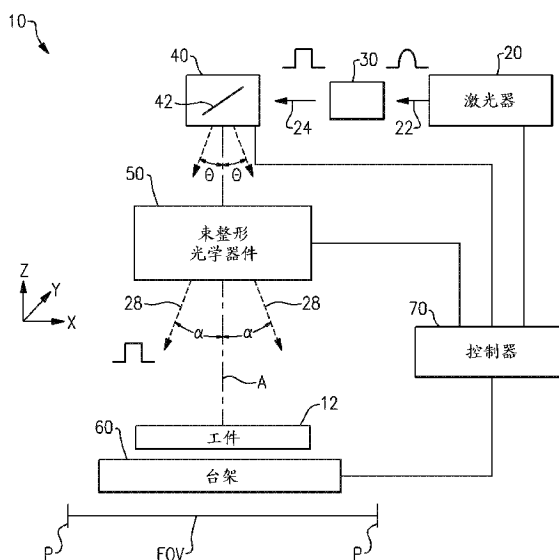
权利要求书3页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

激光加工系统和方法

(57)摘要

本发明题为激光加工系统和方法。激光加工方法包括从具有大于大约250毫米的长焦距的F- θ 透镜将具有顶帽剖面和大约1度与大约3度之间的窄束发散角的激光束以与透镜的光轴的非垂直束倾斜角引导到至少沿X方向和Y方向可活动的台架上的工件,从而将所引导激光束与设置在可用视场中的工件接合,由此将工件和所引导激光束相对彼此移动,并且采用所引导激光束去除工件的部分,以限定加工表面。



1. 一种用于对工件进行激光加工的方法,所述方法包括:

从具有大于250毫米的长焦距的F- θ 透镜将具有顶帽剖面 and 1度与小于3度之间的窄束发散角的激光束以与所述透镜的光轴的非垂直束倾斜角引导到设置在至少沿X方向和Y方向可活动的台架上的工件;

将所述引导的激光束与所述工件接合;

将所述工件和所述引导的激光束相对彼此移动;以及

采用所述引导的激光束去除所述工件的部分,以限定加工表面,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度或负锥度。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述引导包括以3度与6度之间的非垂直束倾斜角来引导所述激光束,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,所述引导包括从具有大于420毫米的长焦距的所述F- θ 透镜进行引导。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述激光束在限定具有周界的可用视场的非垂直束倾斜角范围上可引导,并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用视场的周界间隔开,以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,所述激光束在限定具有周界的可用视场的、与所述光轴的非垂直束倾斜角范围上可引导,并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用视场的周界间隔开15毫米至30毫米之间,以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

6. 如权利要求1所述的方法,其中,所述激光束在限定具有周界的可用视场的、与所述光轴的非垂直束倾斜角范围上可引导,并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用视场的周界间隔开,以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分,使得所述加工表面相对于Z方向具有负锥度。

7. 如权利要求1所述的方法,其中,所述激光束在限定具有周界的可用视场的、与所述光轴的非垂直束倾斜角范围上可引导,并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用视场的周界间隔在15毫米的范围之内,以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分,使得所述加工表面相对于Z方向具有负锥度。

8. 如权利要求1所述的方法,其中,所述引导包括以固定角引导具有顶帽剖面 and 窄束发散的所述激光束,并且所述移动包括沿X方向和/或Y方向移动所述台架。

9. 如权利要求1所述的方法,其中,所述引导还包括将具有高斯剖面的激光束转换为具有所述顶帽剖面的所述引导的激光束。

10. 如权利要求9所述的方法,所述转换包括通过光纤装置来传递具有所述高斯剖面的所述激光束。

11. 如权利要求1所述的方法,其中,将所述引导的激光束与所述工件接合包括基于所

述加工表面的角度来确定与可用视场的中心的偏移距离和方向,并且将所述台架移动从所述可用视场的中心的预定距离和方向以定位待加工的所述工件的所述部分。

12. 如权利要求1所述的方法,包括提供设置在所述台架上的陶瓷基体复合工件。

13. 如权利要求1所述的方法,其中,去除所述工件的部分的步骤包括形成线切口或者形成槽。

14. 一种用于对工件进行激光加工的激光加工系统,所述激光加工系统包括:

激光器,可操作以生成具有高斯剖面的激光束;

转换器,将具有所述高斯剖面的所述激光束转换为具有顶帽剖面的所述激光束;

F- θ 透镜,具有大于250毫米的长焦距;

台架,可操作以支承和移动沿至少X方向和Y方向可活动的所述工件;

束导引装置,接收具有所述顶帽剖面的所述激光束,并且通过所述F- θ 透镜以与所述透镜的光轴的角度将所述激光束引导到所述台架上的所述工件,所述激光束在与限定具有周界的可用视场的所述透镜的所述光轴的角度范围上可引导,并且具有1度与小于3度之间的窄束发散角;以及

控制器,可操作以控制所述台架和/或所述束导引装置的运动,以便通过所述F- θ 透镜来定向具有所述顶帽剖面的所述激光束并且定向到所述工件上,从而采用所述引导的激光束去除所述工件的部分,以限定加工表面,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度或负锥度。

15. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述束导引装置可操作以便以3度与6度之间的非垂直束倾斜角来引导所述激光束,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

16. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述F- θ 透镜的焦距包括大于420毫米。

17. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用视场的周界间隔开,使得所述加工表面相对于Z方向具有零锥度。

18. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述系统是可操作的,其中所述引导的激光束的轴与所述可用视场的周界间隔开15毫米至30毫米之间,使得所述工件上的所述加工表面相对于Z方向具有零锥度。

19. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用视场的周界间隔开,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有负锥度。

20. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述系统是可操作的,其中所述引导的激光束的轴处于离所述可用视场的周界的15毫米的范围之内,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有负锥度。

21. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述转换器包括光纤装置。

22. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述控制器可操作以基于切口的角度来确定与所述可用视场的中心的偏移距离和方向,并且控制将所述台架移动从所述可用视场的预定距离和方向以定位待加工的所述工件的所述部分。

23. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以去除陶瓷工件的部

分。

24. 如权利要求14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以去除线切口或槽的部分。

激光加工系统和方法

技术领域

[0001] 本公开一般涉及激光加工,以及更具体来说涉及将具有均匀束剖面 and 窄束发散的激光束用于形成零和负锥度加工切口的激光加工系统和方法。

背景技术

[0002] 在激光加工中,激光束生成装置与光学系统结合用来将激光束引导到待加工的工件上。激光束对工件的照射局部熔化和/或汽化工件材料,以产生或延展工件中的孔或切口。激光束照射点在工件上的位置可通过将激光束和工件其中之一或两者相对彼此移动来控制,由此控制孔或切口的几何结构。

[0003] 工件的激光加工常常沿切口特征产生呈现锥度的边缘。避免锥度边缘的一种方式是使用特殊套孔头 (trepanning head) 在光斑位置以固定倾斜角来旋转激光束。部件保持为固定。这种方式仅对小孔钻进是有益的。另一种方式是物理地旋转该部件,同时将激光束保持在相同入射角,这需要高精确CNC台架 (通常4-5轴) 和复杂控制软件来取得零锥度切口。

[0004] 需要将具有均匀束剖面 and 窄束发散的激光束用于形成零和负锥度加工切口的系统和方法。

发明内容

[0005] 本公开在第一方面提供一种用于对工件进行激光加工的方法。该方法包括从具有大于大约250毫米的长焦距的F- θ 透镜将具有顶帽剖面 (top hat profile) 和大约1度与大约3度之间的窄束发散角的激光束以与透镜的光轴的非垂直束倾斜角引导到设置在至少沿X方向和Y方向可活动的台架上的工件,从而将所引导激光束与设置在可用视场中的工件接合,由此将工件和所引导激光束相对彼此移动,并且采用所引导激光束去除工件的部分,以限定加工表面。

[0006] 本公开在第二方面提供一种用于对工件进行激光加工的激光微加工系统。该激光微加工系统包括激光器、转换器、F- θ 透镜、台架束导引装置和控制器。激光器可操作以生成具有高斯剖面的激光束。转换器可操作以将具有高斯剖面的激光束转换为具有顶帽剖面的激光束。F- θ 透镜具有大于大约250毫米的长焦距。台架可操作以支承和移动沿至少X方向和Y方向可活动的工件。束导引装置可操作以用于接收具有顶帽剖面的激光束,并且通过F- θ 透镜以与透镜的光轴的某个角度将激光束引导到台架上的工件。激光束在与限定具有周界的可用视场的透镜的光轴的角度范围上可引导,并且具有大约1度与大约3度之间的窄束发散角。控制器可操作以控制所述台架和/或所述束导引装置的运动,以便通过F- θ 透镜来定向具有顶帽剖面的激光束并且定向到工件上,从而采用所引导激光束去除工件的部分,以限定加工表面。

[0007] 技术方案1:一种用于对工件进行激光加工的方法,所述方法包括:

[0008] 从具有大于大约250毫米的长焦距的F- θ 透镜将具有顶帽剖面 and 大约1度与小于3

度之间的窄束发散角的激光束以与所述透镜的光轴的非垂直束倾斜角引导到设置在至少沿X方向和Y方向可活动的台架上的工件；

[0009] 将所述引导的激光束与所述工件接合；

[0010] 将所述工件和所述引导的激光束相对彼此移动；以及

[0011] 采用所述引导的激光束去除所述工件的部分，以限定加工表面。

[0012] 技术方案2：如技术方案1所述的方法，其中，所述引导包括以大约3度与大约6度之间的非垂直束倾斜角来引导所述激光束，使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

[0013] 技术方案3：如技术方案1所述的方法，其中，所述引导包括从具有大于大约420毫米的长焦距的所述F- θ 透镜进行引导。

[0014] 技术方案4：如技术方案1所述的方法，其中，所述激光束在限定具有周界的可用视场的束倾斜角范围上可引导，并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合，其中所述引导的激光束的轴与所述可用场的周界间隔开，以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分，使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

[0015] 技术方案5：如技术方案1所述的方法，其中，所述激光束在限定具有周界的可用视场的、与所述光轴的束倾斜角范围上可引导，并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合，其中所述引导的激光束的轴与所述可用场的周界间隔开大约15毫米至大约30毫米之间，以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分，使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

[0016] 技术方案6：如技术方案1所述的方法，其中，所述激光束在限定具有周界的可用视场的、与所述光轴的束倾斜角范围上可引导，并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合，其中所述引导的激光束的轴与所述可用场的周界间隔开，以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分，使得所述加工表面相对于Z方向具有负锥度。

[0017] 技术方案7：如技术方案1所述的方法，其中，所述激光束在限定具有周界的可用视场的、与所述光轴的束倾斜角范围上可引导，并且所述接合包括将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合，其中所述引导的激光束的轴与所述可用场的周界间隔在大约15毫米的范围之内，以及所述去除包括采用所述引导的激光束去除所述工件的部分，使得所述加工表面相对于Z方向具有负锥度。

[0018] 技术方案8：如技术方案1所述的方法，其中，所述引导包括以固定角引导具有顶帽剖面 and 窄束发散的所述激光束，并且所述移动包括沿X方向和/或Y方向移动所述台架。

[0019] 技术方案9：如技术方案1所述的方法，其中，所述引导还包括将具有高斯剖面的激光束转换为具有所述顶帽剖面的所述引导的激光束。

[0020] 技术方案10：如技术方案9所述的方法，所述转换包括通过光纤装置来传递具有所述高斯剖面的所述激光束。

[0021] 技术方案11：如技术方案1所述的方法，其中，将所述引导的激光束与所述工件接合包括基于所述加工表面的角度来确定与所述可用视场的中心的偏移距离和方向，并且将所述台架移动从所述可用视场的中心的预定距离和方向以定位待加工的所述工件的所述部分。

[0022] 技术方案12:如技术方案1所述的方法,其中,所述提供包括提供设置在所述台架上的陶瓷基体复合工件。

[0023] 技术方案13:如技术方案1所述的方法,其中,所述去除包括形成线切口或者形成槽。

[0024] 技术方案14:一种用于对工件进行激光加工的激光加工系统,所述激光加工系统包括:

[0025] 激光器,可操作以生成具有高斯剖面的激光束;

[0026] 转换器,将具有所述高斯剖面的所述激光束转换为具有顶帽剖面的所述激光束;

[0027] F- θ 透镜,具有大于大约250毫米的长焦距;

[0028] 台架,可操作以支承和移动沿至少X方向和Y方向可活动的所述工件;

[0029] 束导引装置,接收具有所述顶帽剖面的所述激光束,并且通过所述F- θ 透镜以与所述透镜的光轴的角度将所述激光束引导到所述台架上的所述工件,所述激光束在与限定具有周界的可用视场的所述透镜的所述光轴的角度范围上可引导,并且具有大约1度与小于3度之间的窄束发散角;以及

[0030] 控制器,可操作以控制所述台架和/或所述束导引装置的运动,以便通过所述F- θ 透镜来定向具有所述顶帽剖面的所述激光束并且定向到所述工件上,从而采用所述引导的激光束去除所述工件的部分,以限定加工表面。

[0031] 技术方案15:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述束导引装置可操作以便以大约3度与大约6度之间的非垂直束倾斜角来引导所述激光束,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有零锥度。

[0032] 技术方案16:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述F- θ 透镜的所述焦距包括大于大约420毫米。

[0033] 技术方案17:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用场的周界间隔开,使得所述加工表面相对于Z方向具有零锥度。

[0034] 技术方案18:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述系统是可操作的,其中所述引导的激光束的轴与所述可用场的周界间隔开15毫米至大约30毫米之间,使得所述工件上的所述加工表面相对于Z方向具有零锥度。

[0035] 技术方案19:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以将所述引导的激光束与设置在所述可用视场中的所述工件接合,其中所述引导的激光束的轴与所述可用场的周界间隔开,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有负锥度。

[0036] 技术方案20:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述系统是可操作的,其中所述引导的激光束的轴处于离所述可用场的周界的大约15毫米的范围之内,使得所述加工表面相对于Z方向大体具有负锥度。

[0037] 技术方案21:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述转换器包括光纤装置。

[0038] 技术方案22:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述控制器可操作以基于所述切口的角度来确定与所述可用视场的中心的偏移距离和方向,并且控制将所述台架移动从所述可用视场的预定距离和方向以定位待加工的所述工件的所述部分。

[0039] 技术方案23:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以去除包括陶瓷工件的所述工件的部分。

[0040] 技术方案24:如技术方案14所述的激光加工系统,其中,所述系统可操作以去除包括线切口或槽的所述工件的部分。

附图说明

[0041] 通过以下结合附图对本公开的各个方面的详细描述,本公开的上述及其他特征、方面和优点将变得显而易见,附图包括:

[0042] 图1是按照本公开的方面、可操作以用于对工件进行加工的激光加工系统的示意图;

[0043] 图2是使用图1的激光加工系统、采用具有顶帽剖面的激光束所制作的多个加工切口的侧立面截面图;

[0044] 图3是使用常规现有技术激光加工系统、采用具有高斯剖面的激光束所制作的多个加工切口的侧立面截面图;

[0045] 图4是使用图1的激光加工系统、采用具有长焦距的F- θ 透镜所制作的多个加工切口的侧立面截面图;

[0046] 图5是使用常规现有技术激光加工系统、采用具有短焦距的透镜所制作的多个加工切口的侧立面截面图;

[0047] 图6-8是按照本公开的方面的激光加工方法的图解示图;以及

[0048] 图9是按照本公开的方面、对工件进行激光加工的方法的流程图。

具体实施方式

[0049] 以下所提供的各实施例促进本公开的某些方面的说明,而不应当被理解为限制本公开的范围。此外,如本文所使用的近似语言在本说明书中通篇可适用于修饰可准许改变的任何定量表示,而没有引起与其相关的基本功能的变化。相应地,通过例如“大约”等术语或多个术语所修饰的值并不局限于所指定的精确值。在一些情况下,近似语言可对应于用于测量该值的仪器的精确度。在介绍各个实施例的元件时,限定词“一”、“一个”、“该”和“所述”预计表示存在元件的一个或多个。术语“包含”、“包括”和“具有”预计包括在内,并且表示可存在与列示元件不同的附加元件。本文所使用的术语“可”和“可以是”表示一组情况中发生的可能性;拥有所指定性质、特性或功能;和/或通过表示与被限定动词关联的能力、可能性来限定另一个动词。相应地,“可”和“可以是”的使用表示修饰术语对于所表示能力、功能或使用是明显适当、能够和适合的,同时考虑在一些情况下修饰术语有时可能不是适当、能够或适合的。操作参数的任何示例并不排除所公开实施例的其他参数。本文针对任何具体实施例所述、所示或者所公开的组件、方面、特征、配置、布置、用途等可类似地应用于本文所公开的任何其他实施例。

[0050] 本公开其中还针对和增强激光加工过程以及具体来说是采用具有较小发散和更均匀剖面的激光束以使得对取得零或负锥度加工切口而要求较小束倾斜角的激光加工系统。例如,本公开的技术可包括将具有高斯束剖面的激光束转换为具有顶帽束剖面的激光束,并且通过具有长焦距的F- θ 透镜来传递顶帽激光束。如以下更详细描述,来自F- θ 透镜的

所引导顶帽剖面激光束具有大体窄的发散角和高强度。另外,来自F- θ 透镜的所引导顶帽剖面激光束可操作以用于形成更靠近F- θ 透镜的光轴并且与F- θ 透镜的可用视场的周界间隔开的零锥度切口。线切口和沟槽可易于与用于支承和移动待加工的工件的二维台架组合来实现。通过用于激光加工的这种技术,采用它的系统与要求特殊套孔头或昂贵精确CNC机器的常规激光加工相比不太昂贵。这种技术还可以是以比常规激光加工过程要少的功率损耗可操作的。此外,这种技术可适合于陶瓷基体复合拉力试棒切割,并且也可应用于其他特征、例如密封槽。

[0051] 图1是按照本公开的方面、可操作以用于对具有零锥度或者可控或成角锥度的工件进行加工的激光加工系统10的示意图。例如,激光微加工系统10一般可包括:激光器20;激光束转换器30;束导引装置40;束整形光学器件50;活动台架60,工件12在其上是可支承的;以及控制器70。

[0052] 激光源可以是任何类型的激光系统,其能够产生充分功率、相干性、脉冲宽度、脉冲重复时间和波长的激光束,以便与对所选工件执行预期加工操作相适合。例如,激光源可以是固态、CO₂或光纤激光器,其具有大约0.1瓦特至大约20000瓦特的功率。如本领域的技术人员将会理解,激光系统中使用的光学组件在操作上与激光源是相适合的,以便避免在操作期间损坏那些组件。激光器可发射具有在截面上的高斯剖面分布或空间性质的激光束22或脉冲,其在转换器30中被转换或者重新整形成具有在截面上的顶帽剖面分布或空间性质的激光束24或脉冲。在顶帽剖面的这种强度剖面中,束强度跨截面、例如激光束的直径是相对恒定的,与高斯束的强度剖面不同。相应地,整形束的边缘具有与束中心大致相同的强度,从而提供束边缘的减弱的强度下降。高斯-顶帽转换器可以是在使传输损耗为最小的同时将一维或二维单模高斯激光束剖面转换成平顶剖面的光学装置。转换器可采用折射元件、衍射元件、光纤、其他可操作组件及其组合。

[0053] 束导引装置40可包括可活动镜42,以用于接收具有顶帽剖面分布的激光束24,并且将激光束24重引导到束整形光学器件50。例如,x-y倾斜镜可用来定位或扫描工件上的激光光斑供加工。束导引装置中的镜可围绕第一轴(其与束整形光学器件50的光轴A垂直)动态和互易地倾斜。束导引装置中的镜也可围绕第二轴(其与第一轴垂直)动态和互易地倾斜。例如,束导引装置可包括分别设置在x轴和y轴上的两个基于电流计的扫描器,并且包括电流计、次要(镜)和伺服驱动器板(其控制束导引装置)。

[0054] 束整形光学器件50可包括F- θ 透镜,其具有长焦距,例如大于大约250毫米、大于250毫米、大约250毫米与大约420毫米之间、大于大约420毫米或者大于420毫米的焦距。束导引装置40和束整形装置50的组合产生到设置在台架60上的工件的具有顶帽剖面的可控所引导激光束28。F- θ 透镜设计成在平坦平面上形成图像,并且按照下列所谓的F- θ 条件来提供扫描长度x与扫描或倾角 θ 之间的线性关系:

[0055] $x = f \times \theta$ 。

[0056] 扫描长度x简单地等于入射扫描角 θ 乘以焦距f,即,图像平面上的光斑的位置与扫描角成正比。这消除对采用标准扫描透镜所需的复杂电子校正的需要。

[0057] 激光束没有直接经过聚焦透镜的中心。激光束而是以相对于透镜的光轴A的角进入透镜。透镜使激光束弯曲,从而使束以相对于透镜的中心轴的束倾斜角 α 到达工件。束倾斜角 α 取决于透镜几何结构以及激光束与透镜的中心轴之间的距离。改变激光束与中心轴

之间的距离将改变束倾斜角 α 。在一个方面,在激光加工期间,激光束可保持在离透镜的光轴恒定距离,从而产生恒定束倾斜角 α 。所引导激光束28在具有周界P的视场FOV上、对相对于束整形光学器件50的中心光轴A的束倾斜角 α 是可引导的。

[0058] 台架60可包括运动控制装置(未示出),以用于保持工件12,并且将工件沿X方向和Y方向相对激光束轴移动。例如,台架可包括X轴线性电动机和Y轴线性电动机。将会理解,适当台架对总共六个轴可活动,其包括沿三个正交轴(X、Y和Z)的平移以及围绕三个轴的旋转。

[0059] 控制器70可以是可操作计算单元,其中包括处理器或微处理器、一个或多个输入和输出装置以及一个或多个存储器。控制器70在操作上连接到激光器20、束导引装置40、束整形光学器件50和台架60。控制器70可操作以将激光器引导成沿激光束路径发射激光束或脉冲,并且协调束导引光学器件和台架,以相对于所引导激光束来定位工件,以便使所引导激光束接合工件,以实现激光加工。来自控制器的命令信号一般基于存储器中存储的编程指令来输出,以及编程指令的每个的功能由计算单元的逻辑来执行。各种组件、例如束导引装置可包括其自己的控制器,其向/从控制器传送数据。此外,控制器可结合到计算机、例如个人计算机中。

[0060] 图2示出按照本公开的方面、采用图1的系统的激光加工,并且其中激光束或脉冲具有顶帽强度剖面分布,以用于在工件12中相对于束整形光学器件的垂直光轴A以不同束倾斜角 α 来得到三个切口。图3示出用于采用具有高斯强度剖面分布的激光束或脉冲的激光加工以用于在工件12中相对于束整形光学器件的垂直光轴A以不同束倾斜角 α 来得到三个切口的现有技术方式。如图2和图3之间的比较所示,与使用具有高斯剖面的激光束所制作的切口或加工表面的锥度角 β_2 相比,顶帽束剖面的使用减小加工切口或表面的锥度角 β_1 (例如,大约3度与大约5度)。另外,与采用具有高斯强度分布剖面的激光束时的束倾斜角 α_2 相比,需要较小束倾斜角 α_1 (例如在大约4度与大约7度之间),以使用具有顶帽剖面的激光束来取得零锥度切口。此外,与使用具有高斯强度分布剖面的激光束的距离 X_2 相比,较小束倾斜角 α 和锥度角 β 允许例如以离扫描头视场FOV(图1)的周界P(图1)内部的较大区域之内的束整形光学器件的光轴A的较小距离 X_1 来加工零锥度切口。

[0061] 图4示出按照采用束整形光学器件50、例如具有长有效焦距EFL1(例如大于大约250毫米)的F- θ 透镜的本公开的方面、采用图1的系统的激光加工,以用于以相对于束整形光学器件的垂直光轴A的不同角 α 来得到四个切口。图5示出采用具有短有效焦距EFL2的束整形光学器件、采用激光束或脉冲的激光加工以用于以相对于束整形光学器件的垂直光轴A以不同角 α 来得到三个切口的现有技术方式。如图4与图5之间的比较所示,与具有短焦距的束发散角 ϕ_2 相比,使用具有长焦距的F- θ 透镜具有较小束发散角 ϕ_1 (例如在大约1度与大约3度之间)。另外,与使用具有短焦距的透镜所制作的加工切口或表面的锥度角 β_4 相比,具有长焦距的F- θ 透镜的使用具有加工切口或表面的较小锥度角 β_3 (例如在大约3度至小于5度之间)。此外,与采用具有短焦距的透镜时的束倾斜角 α_4 相比,需要较小束倾斜角 α_3 (例如在大约4度与大约7度之间),以使用具有长焦距的F- θ 来取得零锥度切口。另外,较小束倾斜角允许例如以离扫描头视场FOV(图1)的周界P(图1)内部的较大区域中的束整形光学器件的光轴A的距离 X_3 来加工零锥度切口。此外,较小束倾斜角 α 和锥度角 β 允许例如以离扫描头视场FOV(图1)的周界P(图1)内部的较大区域中的束整形光学器件的光轴A的较小距离 X_3

来加工零锥度切口。换言之,对较小束发散角 ϕ 需要较小束倾斜角($\alpha_3 < \alpha_4$)。零锥度的较小束倾斜允许扫描头视场的周界内部的较大区域中的加工。

[0062] 按照本公开的方面的图1的激光加工系统的其他实施例可包括与束整形光学器件、例如具有长有效焦距EFL1 (例如在大约250毫米与大约420毫米之间)的F- θ 透镜结合使用具有顶帽强度剖面分布的激光束或脉冲。与采用具有高斯强度分布剖面的激光束和具有短焦距的透镜的束倾斜相比,这种配置可产生取得零锥度切口所需的甚至更小的束倾斜角 α (例如在大约3度与大约6度之间)。另外,这种配置产生零锥度的较小束倾斜,从而允许扫描头视场的周界(例如离周界大约15mm至大约30mm之间)内部的较大区域中的加工。

[0063] 将会理解,本公开的技术一般允许在激光加工期间减小和/或控制切口或加工表面的锥度。能够选择特定激光束入射或倾斜角,以便加工具有零或者甚至负锥度切割角的特征。例如,通过使用X-Y运动台架,能够将工件的预期激光加工特征偏移到离束整形光学器件的光学中心或光轴的经校正距离,并且检测具有预期束倾斜角的激光束,使得通过样本厚度的零或者甚至负锥度切口与预期激光加工特征对应地执行。通过控制激光处理参数和偏移距离,能够取得不同程度的锥度(从正到负)。

[0064] 图6-8以图解方式示出按照本公开的方面、用于对工件的不同定向或特征边缘来取得大体相同的加工锥度角的过程。例如,如图6所示,工件112可定位在台架60上。系统10 (图1)可在操作上编程为将各切口边缘偏移到背离台架的中心轴A的某个方向。最初,该过程可包括使用网格图案来校准整个激光扫描场(图6),基于第一切口的激光加工设定和特征边缘定向来确定所需的零或特定锥度值切口的偏移距离和方向,将加工边缘从中心轴A移动到预定距离和方向,如图7所示。激光加工可以以部件处于固定状态(扫描或移动激光器)或者通过移动台架和其上的工件对边缘113来执行。此后,工件可移回到中心,从而基于第二切口的激光加工设定和特征边缘定向来确定所需的零或特定锥度值切口的偏移距离和方向,并且将加工边缘从中心轴A移动到预定距离和方向,如图8所示。激光加工可以以部件处于固定状态(扫描或移动激光器)或者通过移动台架和其上的工件对边缘114来执行。该过程可重复进行,以用于加工其他边缘或特征、例如边缘115和116。

[0065] 图9示出按照本公开的方面、对工件进行激光加工的方法200的流程图。方法200包括在210从具有大于大约250毫米的长焦距的F- θ 透镜将具有顶帽剖面 and 大约1度与小于3度之间的窄束发散角的激光束以与透镜的光轴的非垂直束倾斜角引导到设置在至少沿X方向和Y方向可活动的台架上的工件。在220,所引导激光束与工件接合。在230,工件和/或所引导激光束相对彼此移动,以及在240,采用所引导激光束去除工件的部分,以限定加工表面。

[0066] 在一种配置中,激光束被引导并且保持在固定位置,以及移动台架。在其他配置中,运动控制台架、束导引光学器件或者两者可用来相对工件定位激光束路径,以对工件进行激光加工。

[0067] 本公开的当前激光加工过程可与几乎任何种类的工件材料(例如陶瓷、金属、玻璃、半宝石、橡胶、聚合物和复合材料)配合使用。如上所述,本公开提供一种可操作以控制采用扫描头的激光加工中的2D特征切割或开槽的方法。能够对部件的一个或多个或者全部来取得零或者甚至负锥度。

[0068] 与采用较大束发散、较短焦深和较大功率空间分布的当前激光加工相比,例如对诸如CMC拉力试棒切割等的应用,本公开可允许部件的顶部和底部之间的更好容差控制。

[0069] 相应地,本技术的有益效果可包括允许具有零或预期锥度的激光加工、例如激光加工CMC或其他材料,以满足部件尺寸容差要求,而无需物理部件倾斜或特殊套孔光学器件。本技术还可以仅使用标准扫描头和2轴平面运动硬件来提供不太昂贵并且简单的锥度控制。另外,通过具有长焦距的F- θ 透镜,例如使用特殊套孔头,处理速度可以更快,其中具有较小功率损耗。本技术可以可适用于CMC组件上的各种特征,例如密封槽加工。

[0070] 要理解,预计以上描述是说明性而不是限制性的。本文中可由本领域的技术人员进行许多变更和修改,而没有背离如说明书及其等效体所限定的本公开的一般精神和范围。例如,上述实施例(和/或其方面)可相互结合使用。另外,可对各个实施例的理论进行多种修改以适合具体情况或材料,而没有背离其范围。虽然本文所述的材料的尺寸和类型意在定义各个实施例的参数,但是它们决不是限制性的,而只是示范性的。通过阅读以上描述,许多其他实施例将是本领域的技术人员显而易见的。因此,各个实施例的范围应当参照说明书涵盖的完整等效范围共同确定。在说明书中,术语“包括”和“其中”用作相应术语“包含”和“其中”的普通语言等效体。此外,在说明书中,术语“第一”、“第二”和“第三”等只用作标号,而不是意在对其对象施加数字要求。另外,术语“操作上”结合诸如“耦合”、“连接”、“联合”、“密封”等的术语在本文中用来表示产生于直接或间接耦合的不同独立组件以及整体形成(即,单件、整体或单片)的组件的连接。要理解,不一定按照任何具体实施例可实现以上所述的所有这类目的或优点。因此,例如,本领域的技术人员将会知道,本文所述的系统和技术可通过如下方式来实现或执行:实现或优化本文讲授的一个或一组优点,而不一定实现本文可能讲授或提出的其他目的或优点。

[0071] 虽然仅结合有限数量的实施例详细描述了本公开,但是应当易于理解,本公开并不局限于这类所公开实施例。本公开而是能够修改为结合前面没有描述的任何数量的变化、变更、替换或等效布置,但是它们与本公开的精神和范围一致。另外,虽然描述了本公开的各个实施例,但是要理解,本公开的方面可以仅包含所述实施例的一部分。相应地,本公开不能被看作受到前面描述限制。

[0072] 本书面描述使用包括最佳模式的示例,并且还使本领域的技术人员能够实施本公开,包括制作和使用任何装置或系统,以及执行任何结合方法。

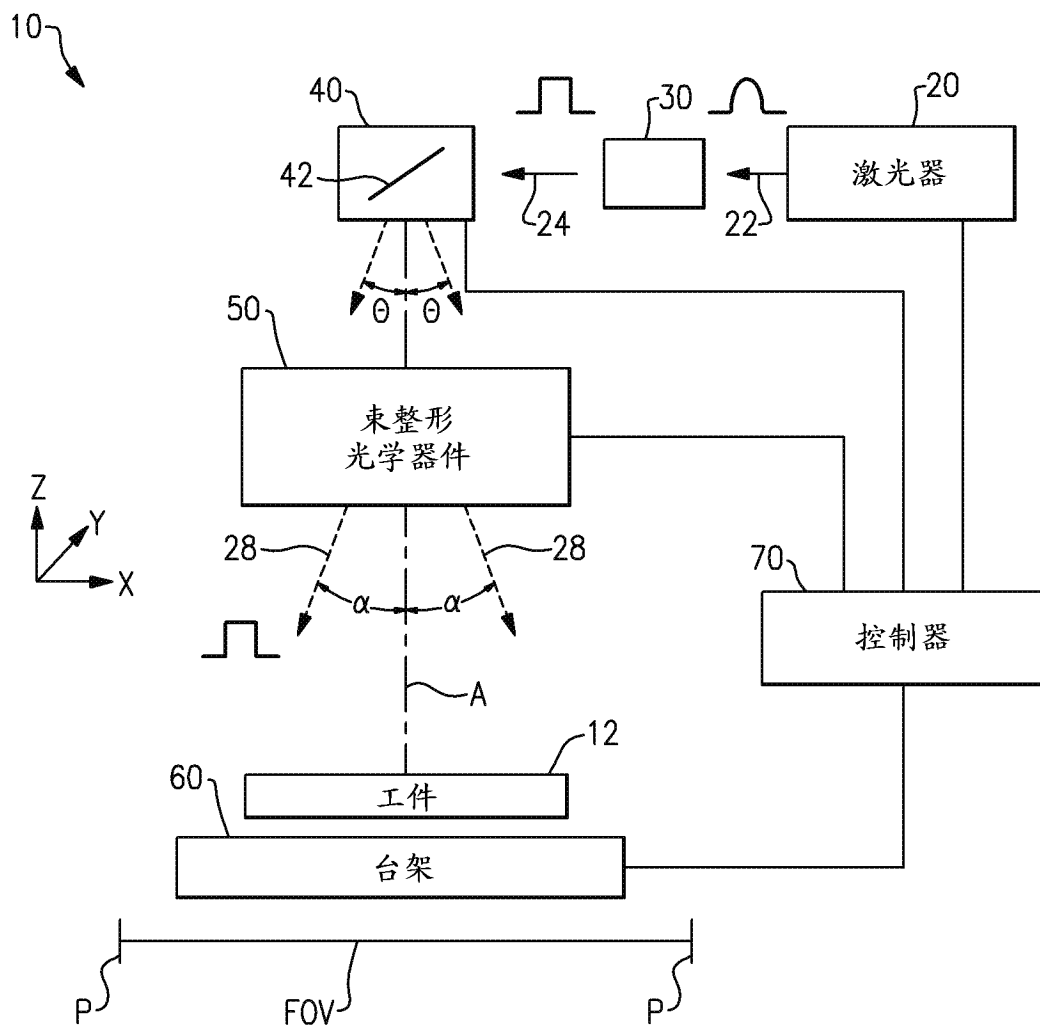


图 1

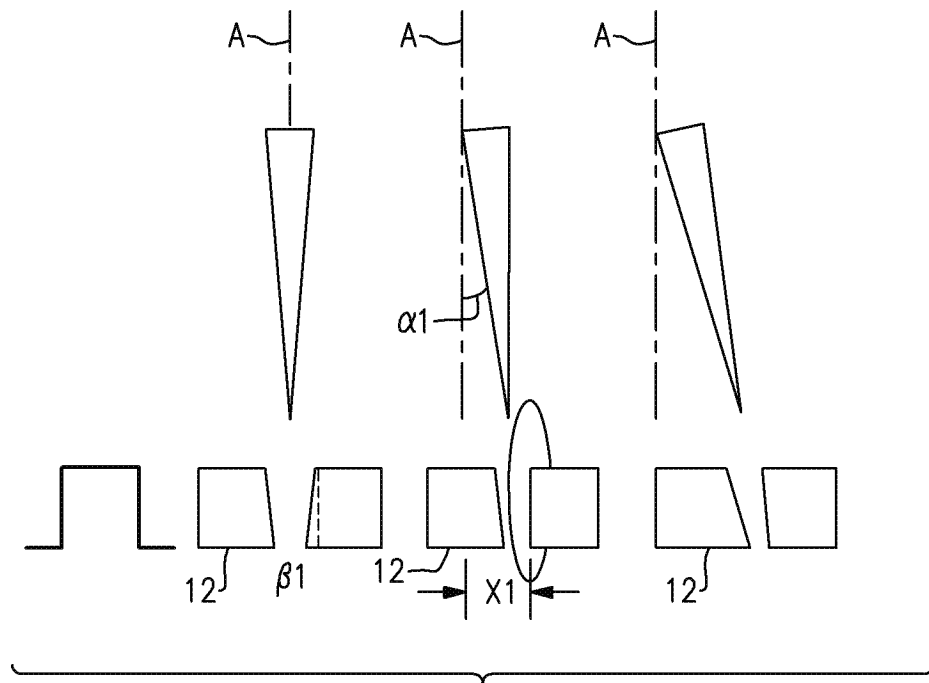
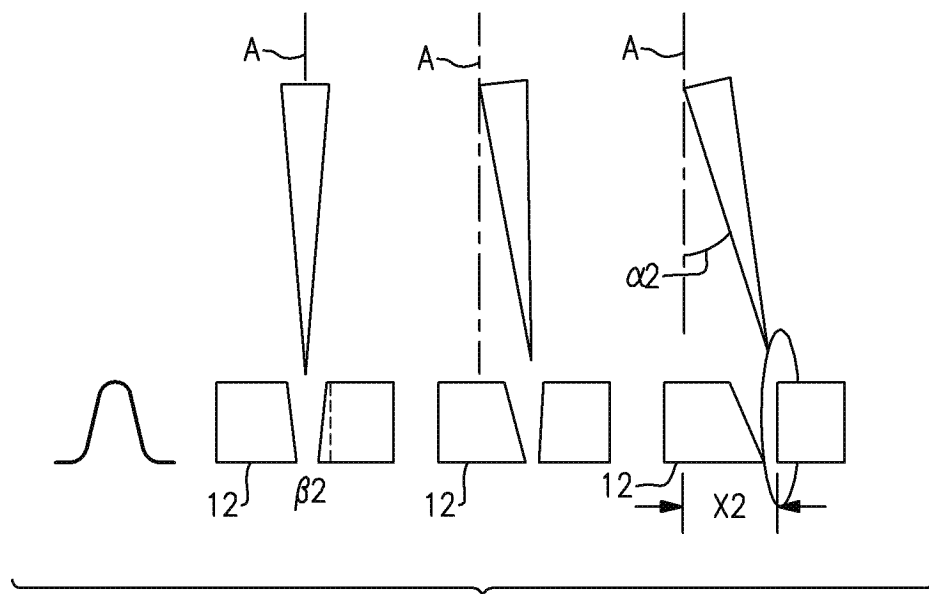


图 2



现有技术

图 3

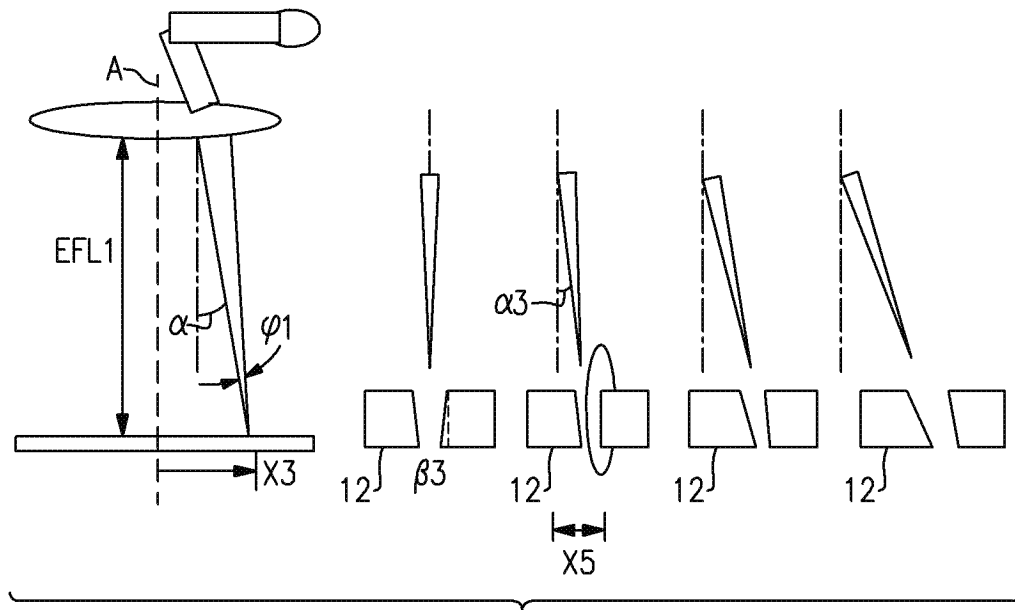
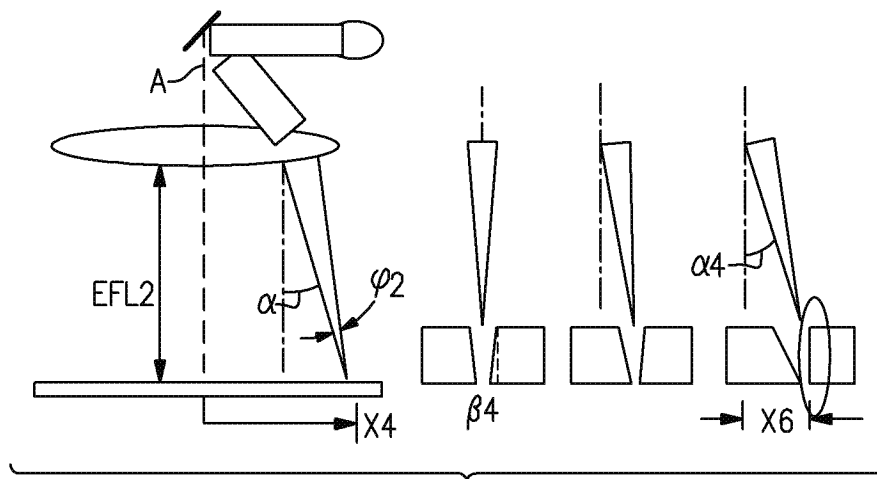


图 4



现有技术

图 5

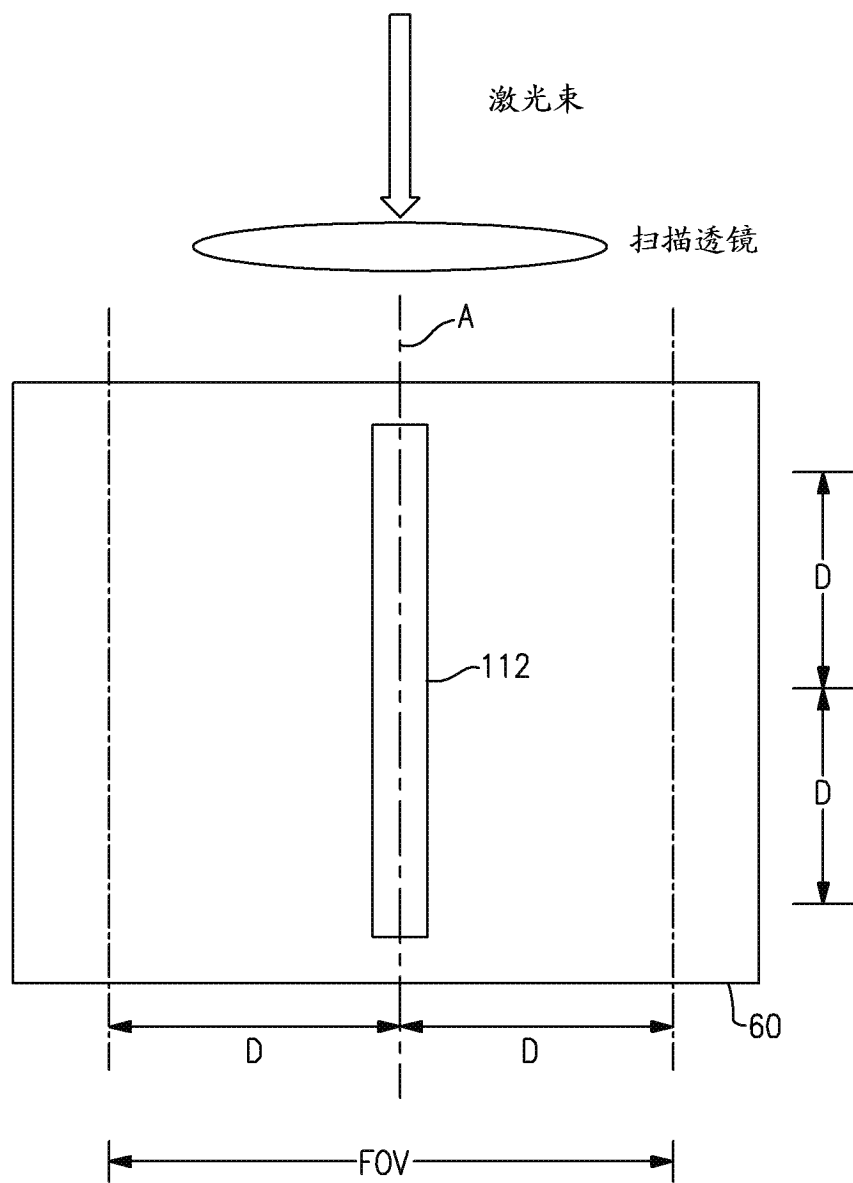


图 6

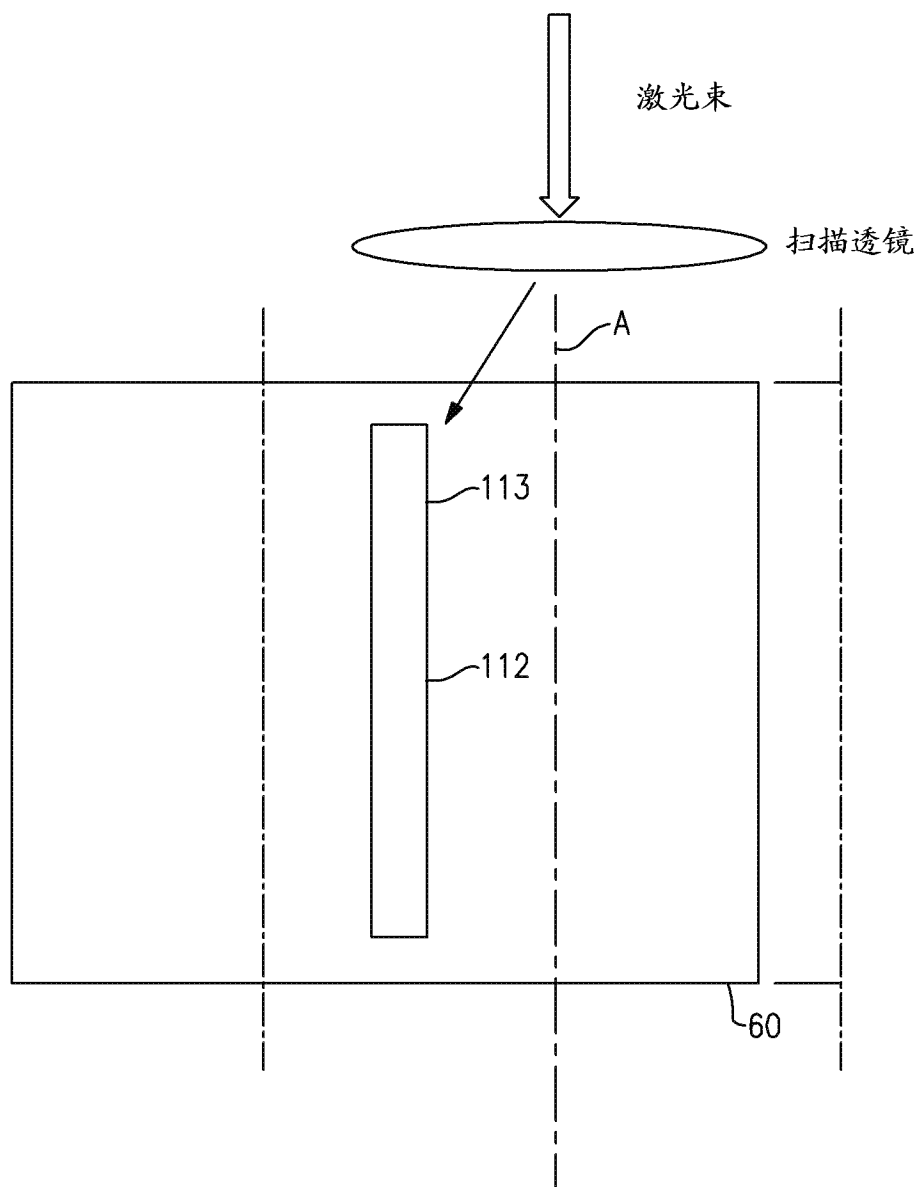


图 7

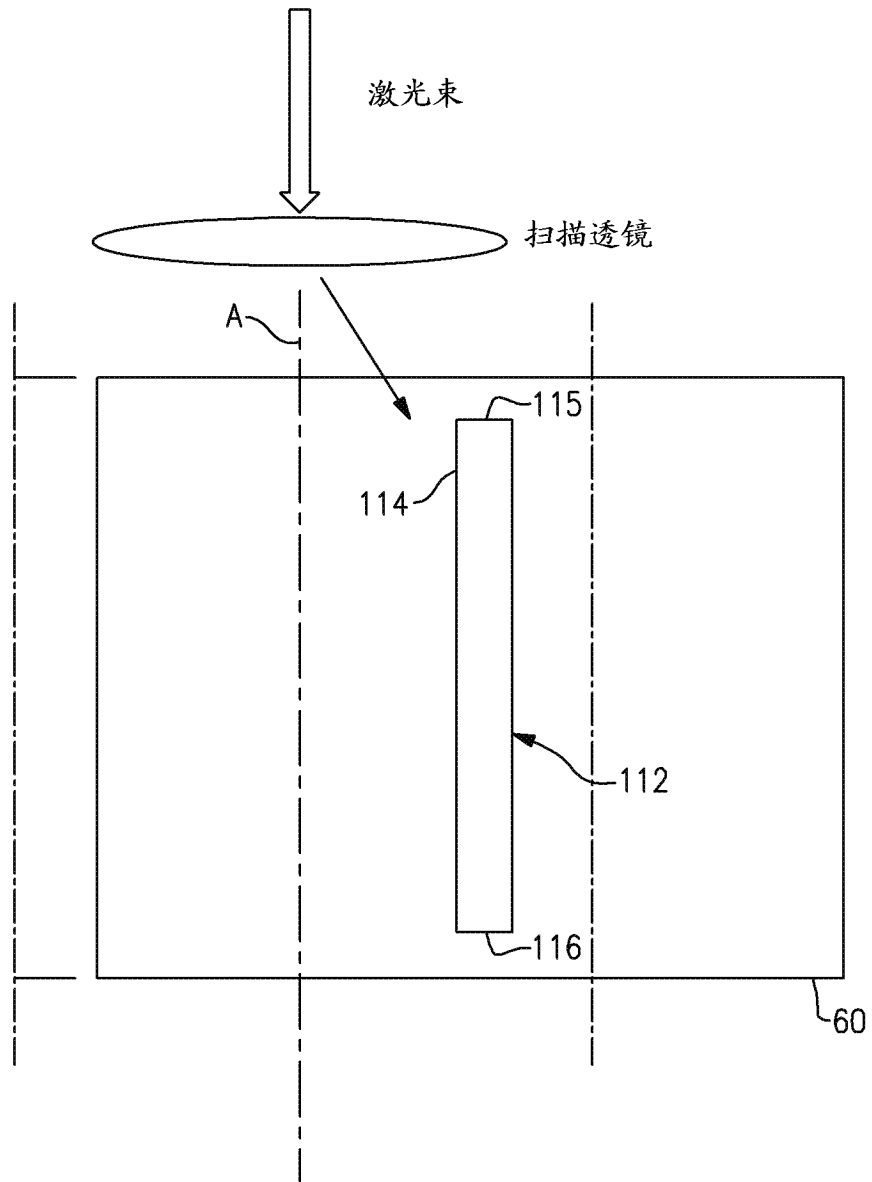


图 8

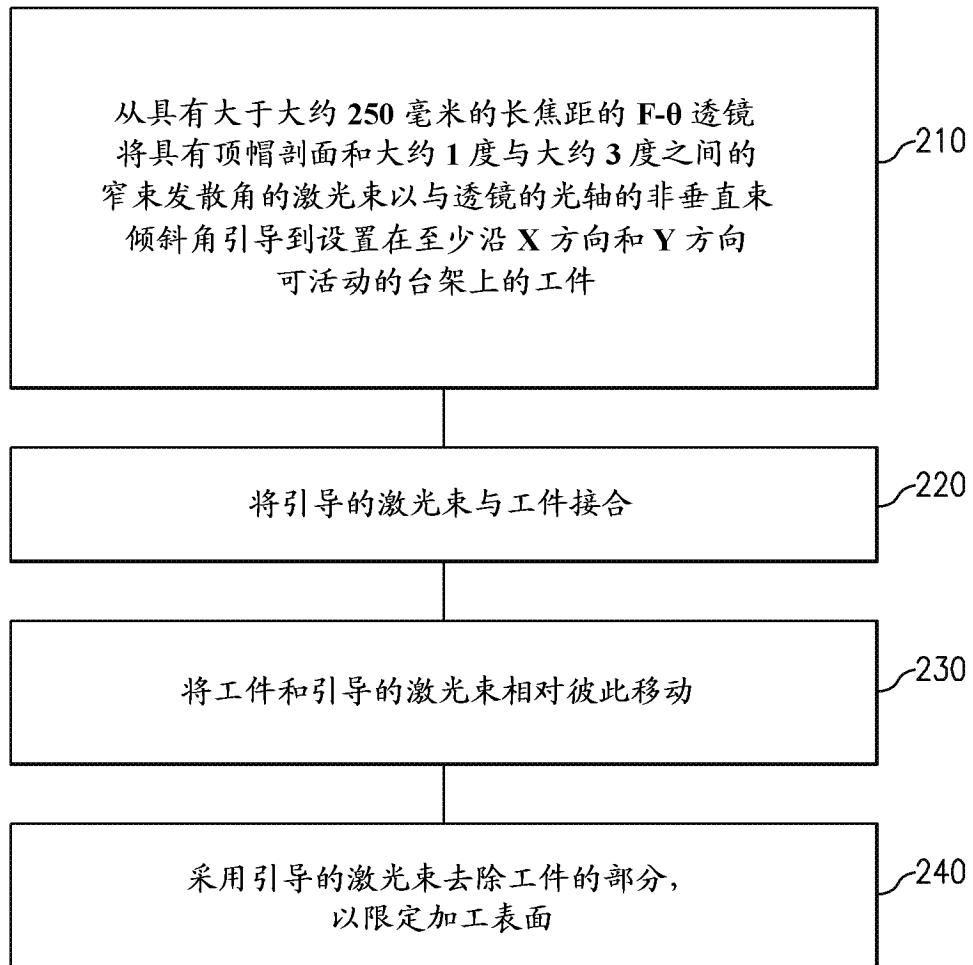
200

图 9