



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104684677 B

(45)授权公告日 2018.11.16

(21)申请号 201380047456.7

(22)申请日 2013.09.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104684677 A

(43)申请公布日 2015.06.03

(30)优先权数据

61/704,038 2012.09.21 US

61/735,489 2012.12.10 US

61/766,274 2013.02.19 US

61/866,736 2013.08.16 US

14/032,829 2013.09.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.03.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/061162 2013.09.23

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/047549 EN 2014.03.27

(73)专利权人 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 张海滨 单芳 马修·雷克 张敏
格兰·西门森 徐倩
詹姆斯·布鲁克伊塞
乔瑟夫·法兰克尔 麦克·达尔文
杰克·罗戴尔 马修·赛谢尔

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
代理人 许静 黄灿

(51)Int.Cl.
B23K 26/38(2014.01)
B23K 26/04(2014.01)
B23K 26/08(2014.01)

(56)对比文件
CN 101663125 A, 2010.03.03,
CN 102596830 A, 2012.07.18,
审查员 朱松松

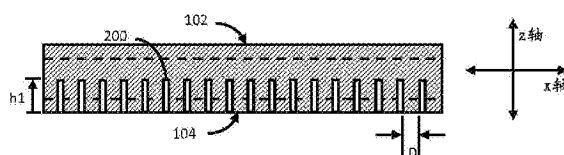
权利要求书4页 说明书10页 附图12页

(54)发明名称

用于工件分离的方法及装置及借此制造的物品

(57)摘要

本发明涉及一种用于自一共同基板分离一工件的方法。该方法包括以下步骤：提供该工件；在一射束源中产生一激光脉冲束，该激光脉冲束组配来修改该工件的一部分；基于该工件的一特征测定用于建立一修改区的一深度；以及修改该工件内的多个区以形成多个修改区。修改多个区包括：将来自该射束源的一输出的该激光脉冲束导向至该工件上；引起该工件与该射束源的该输出之间的相对运动，同时将该激光脉冲束导向至工件上；以及在产生大量脉冲之后修改该射束的该脉冲的一特征，其通常相应于建立该修改区至经测定的该深度。



1. 一种方法,该方法包括:

提供一工件,其具有一第一表面、与该第一表面相对的一第二表面以及该第一表面与该第二表面之间的一内部;

产生一聚焦的激光脉冲射束,该聚焦的激光脉冲射束是以束腰为特征,其中该束腰在该射束内的激光脉冲能达到一第一通量之处;以及

该工件内形成多个修改区,各修改区的形成是自该工件的该第二表面开始且自该工件的该第二表面延伸至该内部中,其中形成该多个修改区中的各修改区包括:

将该激光脉冲射束导引至该工件上,以使得该射束内的激光脉冲穿过该工件的该第一表面进入该内部中并朝向该第二表面,在引起该工件与该激光脉冲射束之间的相对运动的同时,修改该工件的多个部分,以使得该工件的该多个部分中的至少一个部分是在该工件的该第二表面处,且使得该工件的至少一修改部分是利用以小于该第一通量但足以修改该工件的额外部分的通量为特征的一激光脉冲照射;以及

在以一激光脉冲照射该工件的该至少一修改部分之后,修改该激光脉冲射束的特征,使得该工件的至少一修改部分不是利用以足以修改该工件的一部分的通量为特征的一激光脉冲照射。

2. 如权利要求1的方法,其进一步包括基于该激光束的特征测定修改区应延伸到该工件的该内部中的一深度。

3. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括脉冲重复率。

4. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括脉冲强度。

5. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括脉冲通量。

6. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括空间脉冲斑点形状。

7. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括脉冲斑点大小。

8. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括沿着该激光脉冲碰撞到该工件的该第一表面处的一光轴的方位。

9. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括脉冲持续时间。

10. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括瞬态脉冲形状。

11. 如权利要求1的方法,其中该射束的该特征包括脉冲波长。

12. 如权利要求1的方法,其中该射束内的至少一个激光脉冲以具有一非圆形形状的一斑点碰撞该第一表面。

13. 如权利要求1的方法,其中该工件包括一强化玻璃工件。

14. 如权利要求1的方法,其中该射束内的至少一个激光脉冲包括具有在可见光谱中的绿色范围中的一波长的光。

15. 如权利要求1的方法,其中该激光脉冲射束具有大于10%的一工作周期。

16. 如权利要求15的方法,其中该激光脉冲射束具有小于50%的一工作周期。

17. 如权利要求1的方法,其中该修改区中的至少一者自该工件的该第二表面延伸至该工件中达到一高度,该高度大于该工件厚度的30%。

18. 如权利要求17的方法,其中该修改区中的至少一者自该工件的该第二表面延伸至该工件中达到一高度,该高度小于该工件厚度的60%。

19. 如权利要求1的方法,其中该激光脉冲中的至少一者具有大于18ns的一脉冲持续时

间。

20. 如权利要求1的方法,其中该激光脉冲中的至少一者具有小于20ns的一脉冲持续时间。

21. 如权利要求1的方法,其中该修改区包括一倾斜角,且随着从一线测量出的该倾斜角小于 30° 。

22. 如权利要求21的方法,其中该倾斜角小于 10° 。

23. 如权利要求22的方法,其中该倾斜角小于 1° 。

24. 如权利要求1的方法,其进一步包括基于该工件的特征测定修改区应延伸到该工件的该内部中的一深度。

25. 如权利要求1的方法,其中引起该工件与该激光脉冲射束之间的相对运动包括引起该工件与该激光脉冲射束之间的相对运动,以使得该激光脉冲射束平移穿过该第一表面。

26. 如权利要求25的方法,其中相邻修改区之间沿该相对运动的方向的一距离大于 $100\mu\text{m}$ 。

27. 如权利要求26的方法,其中相邻修改区之间沿该相对运动的该方向的一距离小于 $300\mu\text{m}$ 。

28. 一种方法,该方法包括:

提供一工件,其具有一第一表面、与该第一表面相对的一第二表面以及该第一表面与该第二表面之间的一内部;

产生一聚焦的激光脉冲射束,该聚焦的激光脉冲射束是以束腰为特征,其中该束腰在该射束内的激光脉冲能达到一第一通量之处;以及

该工件内形成多个修改区,各修改区的形成是自该工件的该第二表面开始且自该工件的该第二表面延伸至该内部中,其中形成该多个修改区中的各修改区包括:

将该激光脉冲射束导引至该工件上,以使得该射束内的激光脉冲穿过该工件的该第一表面进入该内部中并朝向该第二表面,在引起该工件与该激光脉冲射束之间的相对运动的同时,修改该工件的多个部分,以使得该工件的该多个部分中的至少一个部分是在该工件的该第二表面处,且使得该工件的至少一修改部分是利用以小于该第一通量但足以修改该工件的额外部分的通量为特征的一激光脉冲照射;以及

在以一激光脉冲照射该工件的该至少一修改部分之后,修改该激光脉冲射束的特征,使得该工件的至少一修改部分不是利用以足以修改该工件的一部分的通量为特征的一激光脉冲照射,其中该射束内的至少一个激光脉冲包括具有在紫外光谱中的一波长的光。

29. 一种方法,该方法包括:

提供一工件,其具有一第一表面、与该第一表面相对的一第二表面以及该第一表面与该第二表面之间的一内部;以及

该工件内形成多个修改区,各修改区的形成是自该工件的该第二表面开始且自该工件的该第二表面延伸至该内部中,其中形成该多个修改区中的各修改区包括:

将激光脉冲射束导引至该工件上,以使得该射束内的激光脉冲穿过该工件的该第一表面进入该内部中并朝向该第二表面,在引起该工件与该射束之间的相对运动的同时,修改该工件的多个部分,以使得该工件的该多个部分中的至少一个部分是在该工件的该第二表面处,

其中瞬态地提供该激光脉冲射束以作为至少两次连续激光脉冲猝发,其中一共同猝发内连续脉冲之间的一时间段小于连续猝发之间的时间段,使得利用特定猝发中的一激光脉冲所修改的该工件的至少一部分是以该特定猝发中的另一脉冲照射。

30. 如权利要求29的方法,其中该激光脉冲猝发中的至少一者内的激光脉冲以大于90kHz的一脉冲重复率导引至该工件上。

31. 如权利要求30的方法,其中该激光脉冲猝发中的至少一者内的激光脉冲以小于120kHz的一脉冲重复率导引至该工件上。

32. 如权利要求29的方法,其中该激光脉冲的一次猝发中的一者的开始与该激光脉冲的一连续产生猝发的开始之间的一时间段大于50 μ s。

33. 如权利要求32的方法,其中该激光脉冲的一次猝发中的一者的开始与该激光脉冲的一连续产生猝发的开始之间的一时间段小于500 μ s。

34. 如权利要求29的方法,其中该共同猝发内连续脉冲之间的该时间段小于连续猝发之间的时间段,使得利用特定猝发中的激光脉冲所修改的该工件的至少一部分不是以跟随该特定猝发的一连续猝发中的另一脉冲照射,其中该另一脉冲是以足以修改该工件的一部分的通量为特征。

35. 一种用于处理一工件的方法,该工件具有一第一表面、与该第一表面相对的一第二表面以及该第一表面与该第二表面之间的一内部,该方法包括:

在该工件内形成多个修改区,各修改区的形成是自该工件的该第二表面开始且自该工件的该第二表面延伸至该内部以达到少于该工件的厚度的一高度,其中形成各修改区包括:

沿交错该工件的一光轴导引一聚焦的激光脉冲射束,该聚焦的激光脉冲射束是以束腰为特征,其中该束腰在该射束内的激光脉冲能达到第一通量之处,以使得该射束内的该激光脉冲穿过该工件的该第一表面进入该内部中,其中该聚焦的激光脉冲射束具有多个特征并且组配成修改该工件的一部分;

将该激光脉冲射束导引至该工件上的同时,给予该工件与该光轴之间的相对运动,以修改该工件的多个部分,其中该工件的至少一修改部分是利用以小于该第一通量但足以修改该工件的额外部分的通量为特征的一激光脉冲照射;以及

给予该工件与该光轴之间的相对运动的同时,修改该聚焦的激光脉冲射束的该多个特征的至少一个,使得该工件的至少一修改部分不是利用以足以修改该工件的一部分的通量为特征的一激光脉冲照射。

36. 如权利要求35的方法,其中该导引包括导引该聚焦的激光脉冲射束,以使得该聚焦的激光脉冲射束的束腰是定位成比起该第一表面更靠近于该第二表面。

37. 如权利要求35的方法,其中至少一修改区包括在该工件的该第二表面处藉由该聚焦的激光脉冲射束修改的该工件的一部分。

38. 一种方法,该方法包括:

提供一工件,其具有一第一表面、与该第一表面相对的一第二表面以及该第一表面与该第二表面之间的一内部;

在一射束源内产生一激光脉冲射束;以及

在该工件内形成多个修改区,各修改区的形成是自该工件的该第二表面开始,其中形

成该多个修改区中的各修改区包括：

将来自该射束源的一输出的激光脉冲射束沿一光轴导引至该工件上，以修改该工件的多个部分，其中该射束内的激光脉冲穿过该工件的该第一表面进入该内部中并朝向该第二表面，

在将该激光脉冲射束导引至该工件上的同时，引起该工件与该射束源的该输出之间的相对运动；以及

在引起该工件与该射束源的该输出之间的相对运动的同时，修改该光轴的方位。

39. 如权利要求38的方法，其进一步包括在将来自该射束源的该输出的该激光脉冲射束沿该光轴导引至该工件上的同时，修改该光轴的方位。

40. 如权利要求38的方法，其中该激光脉冲射束是一聚焦的激光脉冲射束，该聚焦的激光脉冲射束具有一束腰，其中该导引包括导引该聚焦的激光脉冲射束，以使得该束腰是定位成比起该第一表面更靠近于该第二表面。

用于工件分离的方法及装置及借此制造的物品

[0001] 相关申请案的交互参照

[0002] 本申请案为美国非临时申请案。本申请案主张2013年8月16日申请的美国临时申请案第61/866,736号、2013年2月19日申请的美国临时申请案第61/766,274号、2012年12月10日申请的美国临时申请案第61/735,489号以及2012年9月21日申请的美国临时申请案第61/704,038号的权益,该美国临时申请案的内容以全文引用方式纳入本文以达所有目的。

背景技术

[0003] 本发明的实施例通常关于用于分离诸如玻璃片、晶圆、基板等等的工件的方法。

[0004] 包括薄玻璃基板的硬光学材料,不论是否经化学强化、热强化或未经强化,其已在消费性电子产品及其他行业中得到广泛应用。例如,化学强化玻璃基板及热强化玻璃基板已用作封盖基板,其用于并入移动电话、显示设备(诸如电视及计算机监视器)以及多种其他电子设备中的LCD与LED显示器以及触控应用。为降低与制造此类消费性电子设备相关联的成本,将大型基板或共同基板自硬光学材料制造商运送至材料使用者,且随后该使用者使用诸如机械划痕轮或激光的设备自共同基板单一化个别基板。

[0005] 然而,当共同玻璃基板由化学强化或热强化玻璃形成时,自共同玻璃基板单一化个别玻璃基板可为尤其困难的。例如,压缩应力与储存于中央张力区内的弹性能的量级可使得难以对化学强化或热强化玻璃进行切割及精整。高表面压缩层及深压缩层使得难以如传统划线及弯曲过程中一样来对玻璃基板机械地划线。此外,若中央张力区中储存的弹性能足够高,则当表面压缩层遭穿透时,玻璃可以爆裂方式破裂。在其他情况下,弹性能的释放可导致该破裂偏离分离路径。类似地,对适于用作电子显示器的封盖材料的其他硬光学材料分离或单一化亦存在困难,该材料诸如刚玉、陶瓷、半导体、金属或金属合金以及玻璃陶瓷。因此,存在对用于分离包括硬光学材料的强化玻璃基板的可靠方法的需要。

附图说明

[0006] 图1A为例示根据本文示范性描述的一或多个实施例的工件的平面图,该工件可沿分离路径的一实施例分离;

[0007] 图1B为例示可沿分离路径分离的工件的一实施例的横截面视图,该横截面视图沿图1A中所示的线IB-IB截取;

[0008] 图2为多个修改区已沿分离路径形成之后的图1B中所示的工件的横截面视图;

[0009] 图3A、图4A及图5A为例示脉冲计时的脉冲计时图表,激光脉冲可以该脉冲计时受导向来碰撞于工件上,以便形成图2中所示的修改区;

[0010] 图3B、图4B及图5B为示意性地例示修改区形成的各种阶段的放大横截面视图,该形成由于激光脉冲根据图3A、图4A及图5A中分别所示的脉冲计时碰撞于工件上而产生;

[0011] 图6为例示根据本文示范性描述的一或多个实施例的分离路径的另一实施例的平面图,工件可沿该分离路径分离;

[0012] 图7示意性地例示根据一实施例的包括射束源的工件处理装置,该射束源可操作

来形成修改区,诸如相对于图2示范性描述的彼等区域;

[0013] 图8至图11示意性地例示可并入图7中所示的工件处理装置中的射束源的其他实施例;

[0014] 图12为描述用工件处理装置来处理工件的方法的一实施例的流程图;

[0015] 图13A为示意性地例示工件载体的一实施例的平面图,该工件载体供相对于图12示范性描述的方法使用;

[0016] 图13B为示意性地例示工件载体的一实施例的横截面视图,该横截面视图沿图13A中所示的线XIIIIB-XIIIIB截取;

[0017] 图14A为示意性地例示工件处理装置的一实施例的平面图,该工件处理装置供相对于图12示范性描述的方法一起使用;

[0018] 图14B为示意性地例示工件处理装置的一实施例的横截面视图,该横截面视图沿图14A中所示的线XIVB-XIVB截取;

[0019] 图15为示意性地例示转移系统的一实施例的平面图,该转移系统将诸如图14A及图14B中所示的工件处理装置一起使用;

[0020] 图16为示意性地例示将工件自工件处理装置转移至图15中所示的转移系统的一实施例的方法的一实施例的正视图;

[0021] 图17为示意性地例示将工件自图15中所示的转移系统的另一实施例转移至缓冲站的方法的一实施例的正视图;

[0022] 图18为描述一种用于确保射束的束腰在工件修改过程期间沿z轴恰当定位的方法的流程图。

具体实施方式

[0023] 以下参照随附图式描述本发明的示例性实施例。在不偏离本发明的精神及教示的情况下,许多不同的形式及实施例是可能的,且因此本发明不应解释为限于本文所阐述的示例性实施例。实情为,提供此等示例性实施例以使得本发明将透彻及完整,且将向熟习该此项技术者传达本发明的范畴。

[0024] 在图式中,组件的大小及相对大小可予以夸示以达清晰性。本文所使用的术语仅出于描述特定示例性实施例的目的,且并非意欲为限制性的。应理解,本文中所使用的诸如“前部”及“背部”及“后部”、“左侧”及“右侧”、“顶部”及“底部”、“上部”及“下部”及类似者的各种方位性用词仅是为了方便,且并非意欲将所描述的方位限制为相对于可使用任何所述结构的任何环境的任何绝对或固定的方位。

[0025] 如本文所使用,除非上下文中另外明确指示,否则单数形式“一”及“该”意欲包括复数形式。将进一步理解的是,当本说明书中使用“包括(comprises/comprising)”一词时,其指定所阐述特征、整数、步骤、操作、组件及/或组件的存在,但并不排除存在或增加一或多个其他特征、整数、操作、组件、组件及/或其群组。除非另外指定,否则值的范围在被陈述时包括该范围的上限及下限以及上下限之间的任何子范围。

[0026] 如以下更详细地论述,本文中示范性描述的一些实施例可通常表征为一种方法,该方法用于修改工件(提供为片材、板材、基板等的工件,其包括一或多种材料或材料层)内的多个区以进而在工件内形成多个修改区。修改区可包括形成于工件中的一或多个裂纹、

断口、空隙、密化区,或类似区或其组合。通常而言,工件的特征可在于具有第一表面、与该第一表面相对的第二表面以及该第一表面与该第二表面之间的内部,且修改区沿分离路径布置于工件中。如以下更详细地论述,修改区根据工件修改过程而形成于工件中,该工件修改过程涉及将激光脉冲束导向至工件上,以使得该射束中的激光脉冲于第一表面处入射至工件上,且随后进入工件的内部并朝向第二表面。该工件修改过程可进行来形成一或多个修改区,该或该修改区自该第二表面延伸至该第一表面,自该第二表面延伸至该内部中并在与该第一表面间隔开的一位置处终止,在该内部中延伸但与该第一表面及该第二表面间隔开,或其任何组合。

[0027] 在一实施例中,该工件可受内部应力(例如,归因于工件内部内的各种位置处的工件组成,归因于形成工件的过程,或类似者或其组合)。在此种实施例中,在形成修改区之后,一或多个应力场可产生于工件的内部内,该应力场通常围绕该修改区且沿分离路径延伸。取决于诸如修改区延伸穿过工件的高度、工件内的内部应力等的因素,该一或多个应力场可足以建立一或多个裂纹及/或使其传播穿过工件的内部(例如,以便在第一表面与第二表面之间完整地延伸),以便自发地沿分离路径分离工件。工件自发地沿分离路径分离所耗费的时间可通常相应于在修改区形成之前工件内的内部应力的量级、沿分离路径形成的修改区的数目、沿分离路径的相邻修改区之间的距离、修改区延伸至工件中的高度,或类似者或其组合。

[0028] 在另一实施例中,在形成修改区后,可对工件(例如,受内部应力的工件或不受内部应力或内部应力可忽略的工件)有益地施加应力(例如,通过加热工件、冷却工件、弯曲工件、机械地冲击工件、在工件内形成相较于修改区而言延伸至工件中更远处的气孔、凹槽或裂纹,或类似者或其组合),以便产生前述一或多个应力场,进而建立一或多个裂纹及/或使其传播穿过工件的内部(例如,以便在第一表面与第二表面之间完整地延伸)且沿分离路径分离工件。

[0029] 通常而言,工件可由诸如刚玉的材料形成,该材料包括蓝宝石、陶瓷、半导体、金属或金属合金、玻璃、玻璃陶瓷,或类似物或其组合。可形成工件的示范性陶瓷材料包括氧化铝、氧化铍、氧化锆或类似氧化物或其组合。可形成工件的示范性半导体材料包括元素或化合物半导体(例如,硅、锗、硅-锗、碳化硅或类似物或其组合),半导体氧化物,或类似物或其组合。可形成工件的示范性金属及金属合金包括铝、铜、钛、锌、不锈钢或类似物、其合金、其氧化物、其氮化物,或类似物或其任何组合。可形成工件的示范性玻璃包括钠钙玻璃、硼硅酸盐玻璃、铝硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠铝硅酸盐玻璃、钙铝硅酸盐玻璃、磷酸盐玻璃、氟化物玻璃、硫属玻璃、块状金属玻璃或类似物或其任何组合。当由玻璃形成时,工件可经化学强化、热强化或类似强化或其组合,或可为未强化的。

[0030] 现将相对于图1A、图1B及图2描述可经受工件修改过程且因此形成修改区的工件的示范性实施例。

[0031] 参照图1A及图1B,工件100可具有第一表面102、与第一表面102相对的第二表面104、在第一表面102与第二表面104之间的内部106以及围绕工件100的周边延伸的边缘表面(例如,自第一表面102延伸至第二表面104)。在一实施例中,工件100的侧向尺寸(例如,沿x轴量测的尺寸)可在300mm至1500mm的范围内(或约为该尺寸),且工件100的侧向尺寸(例如,沿y轴量测的尺寸)可在400mm至1800mm的范围内(或约为该尺寸)。然而要了解,工件

100的侧向尺寸可在适合时或视利处加以改变。在所例示的实施例中,第一表面102及第二表面104两者均为大体上平坦且彼此平行的。因此,自第一表面102及第二表面104的距离可界定工件100的厚度 t 。在一实施例中,工件100的厚度在 $200\mu\text{m}$ 至 10mm 的范围内(例如,小于 1mm ,小于 0.7mm ,小于 0.5mm ,小于 0.4mm 或约为该厚度)。然而在另一实施例中,工件100的厚度可小于 $200\mu\text{m}$ 或大于 10mm 。在又一实施例中,第一表面102与第二表面104可为大体上不平坦的,可彼此不平行,或其组合。

[0032] 在所例示的实施例中,工件100为由化学强化玻璃形成的受内部应力的工件,该工件具有:第一压缩区108,其自第一表面102延伸至内部106中;第二压缩区110,其自第二表面104延伸至内部106中;及中央张力区112,其在第一压缩区108与第二压缩区110之间延伸。工件100中位于第一压缩区108及第二压缩区110中的部分处于压缩状态,而工件100中位于中央张力区112内的部分处于张力状态。第一压缩区108的厚度(以及同样的第二压缩区110的厚度)称为“ Γ 层深度”或“DOL”。通常而言,第一表面102与第二表面104中的每一者处的表面压缩均可在 69MPa 至 1GPa 的范围内(例如,大于 100MPa ,大于 300MPa ,大于 500MPa ,大于 700MPa ,大于 900MPa ,或约为该值)。然而在其他实施例中,第一表面102或第二表面104中的任一者处的表面压缩均可小于 69MPa 或大于 1GPa 。通常而言,DOL可在 $20\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 的范围内。然而在其他实施例中,DOL可小于 $20\mu\text{m}$ 或大于 $100\mu\text{m}$ 。可由下式来测定片材的张力区内的最大张应力:

$$[0033] \quad CT = \frac{CS \times DOL}{t - 2 \times DOL}$$

[0034] 其中 CS 为第一表面102与第二表面104处的前述表面压缩, t 为工件100的厚度(以毫米 mm 表示),DOL为该或该压缩区的层深度(以 mm 表示),且 CT 为工件100内的最大中央张力(以 MPa 表示)。

[0035] 如以下更详细地描述,前述工件修改过程通过操作射束源以将来自该射束源的激光头的激光脉冲束导向至工件100上(例如,以使得该射束中的激光脉冲于第一表面102处入射至工件100上且随后进入工件的内部106中并朝向第二表面104)来执行。在射束导向至工件100上时,在工件100与射束之间诱导相对运动(例如,通过相对于射束来移动工件100,相对于工件100来移动射束或其组合来诱导),以使得该激光脉冲束沿分离路径114(例如,在点A与点B之间)平移穿过第一表面102至少一次。尽管分离路径114例示为笔直的,但要了解的是,分离路径114的至少一部分可为弯曲的。在一实施例中,该激光脉冲束经平移以便其将与分离路径114至少共线一次。在另一实施例中,该激光脉冲束经平移以便其将偏离分离路径114的一侧或两侧(但仍与分离路径平行)至少一次。通常而言,射束可以 200mm/s 至 1000mm/s 的范围内的扫描速率平移穿过第一表面102(例如,从点A至点B)。当然,扫描速率可小于 200mm/s 。此外,扫描速率可大于 1000mm/s ,其取决于诸如以下者的因素:例如分离路径114的几何形状、工件100可获移动的最大(或适合的最快)速度、激光束源的激光头可获移动的最大(或适合的最快)速度、激光束源中存在的任何射束定位器可获操作的最大频率,或类似因素或其组合。

[0036] 参照图2,在执行工件修改过程之后,诸如修改区200的多个修改区形成于工件100中。如示范性所例示,各修改区200自第二表面104延伸至内部中到达大于DOL的高度 h_1 。因此,各修改区200可延伸穿过第二压缩区110且于中央张力区112内终止。通常而言, h_1 可在

工件100的厚度 t 的30%至60%的范围内。尽管图2将各修改区200例示为延伸至相同(或至少大体上相同)的高度 h_1 ,但要了解的是,工件修改过程的参数可改变或以其他方式控制来使得至少一个修改区200延伸至内部106中到达不同于另一修改区200的高度。尽管图2将各修改区200例示为在中央张力区112内终止,但要了解的是,工件修改过程的参数可改变或以其他方式控制来使得至少一个修改区200在第二压缩区110或第一压缩区108内终止。

[0037] 如示范性所例示,各修改区200沿直线(或沿至少大体上直线)(例如沿 z 轴)自第二表面104(例如,相对于 x 轴与 y 轴中的一或两者)正交地(或至少大体上正交地)延伸至工件100中。然而在另一实施例中,工件修改过程可经执行来使得修改区200中的至少一者沿直线(或沿至少大体上直线)自第二表面104大体上非正交地延伸至工件100中。在又一实施例中,工件修改过程可经执行来使得修改区200中的至少一者沿曲线、折线或其他非直线自第二表面延伸至工件100中。此外,尽管修改区200例示为延伸至工件100的内部106中以便彼此平行(或至少大体上彼此平行),但是工件修改过程可经执行来使得修改区200中的至少两者延伸至工件100的内部106中,以便大体上相对于彼此斜交(或甚至彼此垂直或至少大体上彼此垂直)。

[0038] 如示范性所例示,各修改区200与相邻修改区间隔(沿第二表面104量测)距离 D ,该距离在 $100\mu\text{m}$ 至 $300\mu\text{m}$ 的范围内。距离 D 可小于 $100\mu\text{m}$ 或大于 $300\mu\text{m}$,其取决于诸如以下者的因素:例如前述扫描速率、激光束源中存在的射束定位器可获操作的最大频率、修改区延伸至内部106中的高度 h_1 、修改区200在工件100的内部106内的定向,或类似因素或其任何组合。尽管沿分离路径114的相邻修改区200之间的距离例示为恒定的(或至少大体上恒定的),但要了解的是,工件修改过程可经执行来改变沿分离路径114的相邻修改区200之间的距离。

[0039] 现将相对于图3A、图3B、图4A、图4B、图5A及图5B描述工件修改过程的示范性实施例。

[0040] 通常参照图3A、图3B、图4A、图4B、图5A及图5B,射束源(未图示)可操作来产生激光脉冲束,该激光脉冲束组配来修改(例如,裂化、烧蚀、熔融、断裂等等)工件100的一部分。通常而言,射束内的激光脉冲具有一波长,对该波长而言,工件100适合地或有益地为至少透明的以使得射束可导向(例如,沿如图3B中示的光轴300)至第一表面102上且随后进入工件100的内部106中并穿过第二表面104。在所例示的实施例中,光轴300相对于工件100定向以使得光轴300与工件100的第一表面102正交(或至少大体上正交)。例如,光轴300与 z 轴平行(或至少大体上平行),且第一表面102可位于(或至少大体上位于)由 x 轴及 y 轴界定的平面内。在其他实施例中且如以下更详细地论述,光轴300可大体上相对于第一表面102斜交。在一实施例中,射束内的激光脉冲可具有在紫外光谱中的波长(例如,355nm或约355nm)或具有在可见光谱中的波长(例如,在绿色光谱中的波长,包括532nm或约532nm)。射束可聚焦来产生具有空间强度分布302(亦称为“射束概况(beam profile)”)的射束,该射束具有位于第二表面104处或靠近第二表面104的束腰BW。尽管在图3B、图4B及图5B例示的实施例中,束腰BW靠近第二表面104而位于工件100外部的一位置处,但是该BW可靠近第二表面104而位于工件100的内部106内的一位置处。如本文所讨论,当束腰BW与第二表面间隔小于3mm(例如小于1.5mm,小于1mm,小于0.5mm,小于0.1mm,小于0.05mm或类似距离)的距离时,束腰BW为“靠近”第二表面104的。射束可包括激光脉冲,其具有在18ns至20ns的范围内的脉冲持续时间、在2W至10W的范围内的峰值脉冲功率,且该脉冲可具有在90kHz至120kHz的范围内的

脉冲重复率。然而要了解的是,诸如脉冲持续时间、峰值脉冲功率及脉冲重复率的特征可经变化而高于或低于上述范围。

[0041] 如以上示范性是描述来组配时,沿射束的光轴300导向的激光脉冲的强度及/或通量通常随着激光脉冲接近射束的束腰BW而增加,且在束腰BW处达到最大值。因此,可在工件100中存在于或靠近束腰BW处的材料内诱导激光脉冲内的电磁辐射的非线性吸收(例如,多光子吸收、突崩吸收,或类似吸收或其组合),而在工件100中离束腰BW更远处的材料内可较少发生或不发生激光脉冲内的电磁辐射的吸收。因此,在工件中缺少预先存在缺陷的状况下,射束内的激光脉冲将修改(例如,裂化、烧蚀、熔融、断裂等等)工件100中位于或靠近束腰BW处的一部分。然而,即使当束腰BW沿光轴300的位置得以维持时,在将额外激光脉冲导向至工件100上之后,工件的额外部分仍可获修改,该部分在其他情况下离束腰BW太远以致不能获修改。

[0042] 因此,为形成修改区200且相对于图3A及图3B而言,诸如激光脉冲304的第一激光脉冲在时间T1时导向至工件100上。第一激光脉冲304沿光轴300传输穿过工件100,且仅很少吸收或无吸收直至其接近束腰BW,该第一激光脉冲在该束腰处迅速达到一强度及/或通量,其足以诱导工件100内的非线性吸收来修改(例如,裂化、烧蚀、熔融、断裂等等)工件100中于第二表面104处的初始断裂部分306。此后且相对于图4A及图4B而言,诸如激光脉冲400之后继激光脉冲可导向至工件100上,同时诱发射束与工件100之间的相对运动(例如,通过沿箭头402(工件移动方向箭头)指示的方向移动工件100,藉由沿箭头404(射束移动方向箭头)指示的方向扫描射束或其组合来诱导)。尽管脉冲304、400及500的脉冲能量例示为均匀的,但此仅是为了方便。后继激光脉冲400沿光轴300顺序地传输穿过工件100,且仅很少吸收或无吸收直至各激光脉冲接近工件100中由先前导向的激光脉冲修改的一部分,其中该先前导向的激光脉冲的在其他情况下不足以修改(例如,裂化、烧蚀、熔融、断裂等等)工件100的强度及/或通量足以修改(例如,裂化、烧蚀、熔融、断裂等等)工件100中邻接工件100的先前修改部分的一部分。因此,尽管射束与工件100之间经历相对运动,但是后继导向的激光脉冲可导向至工件100上来照射工件100的先前修改部分,从而修改(例如,裂化、烧蚀、熔融、断裂等等)工件100的另一部分。

[0043] 照射工件100的先前修改部分的过程可持续直至形成包括后继破裂部分406的修改区(诸如修改区200),以便自第二表面104延伸至内部106中到达适合或有益的高度(例如,前述高度h1)。适合或有益的高度为将不会导致有害效应(诸如前面讨论的碎裂)且将用以精确地且可靠地控制工件100自共同基板分离的高度。适合或有益的高度将随共同基板的各种特征而变化。此等特征包括基板材料的基本组成、基板已受何种处理(诸如针对硬度的处理)、基板的厚度以及分离时基板的温度。为在射束与工件100之间经历相对运动时终止工件100内修改区200的形成,射束或其脉冲的一或多个特征可经修改来形成具有改变特征502的脉冲。例如,光轴300相对于工件100的方位可经改变(例如,使用声光(AO)调变器(AOM)、AO偏转器(AOD)、电光(EO)调变器(EOM)、EO偏转器(EOD)、快速转向镜、电流镜,或类似物或其组合作为射束定位器或射束定位器的系统),以使得工件100中的先前修改部分未受后继导向的激光脉冲照射(或仅受后继导向的激光脉冲的一部分照射;或受具有一强度及/或通量的后继导向的激光脉冲照射,该强度及/或通量足以修改工件100中邻接先前修改部分的一部分,或类似者或其组合)。在另一实施例中,射束的瞬态特征(例如,脉冲重复

率、脉冲持续时间、瞬态形状,或类似特征或其组合)可经改变以使得工件100内的先前修改部分未受后继导向的激光脉冲照射。此外,已经发现的是,工件100内的修改部分的大小、形状及方位通常相应于由经导向激光脉冲在工件100上照射的斑点的大小、形状及方位。因此,在另一实例中,射束的空间特征(例如,激光脉冲斑点形状、激光脉冲斑点大小、相对于分离路径的激光脉冲斑点方位,或类似特征或其组合)可经改变以使得工件100内的先前修改部分未受后继导向的激光脉冲照射(或仅受后继导向的激光脉冲的一部分照射;或受具有一强度及/或通量的后继导向的激光脉冲照射,该强度及/或通量足以修改工件100中邻接先前修改部分的一部分,或类似者或其组合)。

[0044] 在图5A及图5B中所例示的实施例中,前述修改区200的形成通过中断或以其他方式改变射束的脉冲重复率而终止,以便至少产生激光脉冲之后续猝发500,其中包括初始猝发304及后继脉冲400的第一脉冲猝发与后续猝发500之间的时间段小于连续猝发500之间的时间段。在一实施例中,连续猝发500之间的时间段在10ns至1ms的范围内(例如,在50 μ s至500 μ s的范围内)或约为该时间段。在一实施例中,修改期期间的工作周期可在0%与100%之间的范围内(例如,在10%至50%的范围内,或取决于工件100的扫描速率而更大或更小,等等)。

[0045] 激光脉冲的一或多次或全部猝发500可由任何适合或有利的的方法或方法的组合产生。例如,激光脉冲的猝发500可直接由能够在猝发模式下操作的激光产生。在另一实例中,激光脉冲的猝发500可通过首先以恒定脉冲重复率产生初步激光脉冲束且修改该初步激光脉冲束(例如,使用声光(AO)调变器(AOM)、AO偏转器(AOD)、电光(EO)调变器(EOM)、EO偏转器(EOD)、快速光闸、激光触发器,或类似物或其组合)而产生。

[0046] 尽管在图5A例示的实施例中,各猝发500由5个激光脉冲组成,但要了解的是,任何猝发500可包括在2至100个或100个以上脉冲的范围内的任何数目的激光脉冲(例如,3至7个激光脉冲),此取决于诸如以下者的因素:工件100的材料、激光脉冲内的光的波长、脉冲持续时间、峰值脉冲功率、修改区延伸至工件100中的所要高度,或类似因素或其组合。要了解的是,猝发500可另外包括单个激光脉冲。尽管在图5A例示的实施例中,猝发中的各激光脉冲均具有相同的脉冲持续时间、峰值脉冲功率及瞬态脉冲能量概况,但要了解的是,同一次猝发中的不同的激光脉冲可具有不同的脉冲持续时间、峰值脉冲功率、瞬态脉冲能量概况,或类似者或其组合)。

[0047] 在图5B中示范性所例示的实施例中,修改区200自第二表面104非正交地延伸且在工件100获扫描的方向(例如,箭头402指示的方向)上偏移。然而已经发现的是,对于射束与工件100之间给定的相对运动速率,诸如修改区200的修改区的倾斜角 θ 可取决于射束内的激光脉冲的波长而改变。例如,具有在可见绿色光谱中的波长的激光脉冲趋向于产生以倾斜角 θ 自第二表面104延伸的修改区,该倾斜角大于由具有在紫外光谱中的波长的激光脉冲所产生的修改区的倾斜角。详言之,具有在紫外光谱中的波长的激光脉冲趋向于产生以倾斜角 θ 自第二表面104延伸的修改区,该倾斜角几乎或大体上为零度。不考虑射束内的激光脉冲的波长,在射束与工件100之间的相对运动期间,光轴300相对于工件100的方位可经调整来控制各修改区200的倾斜角 θ (例如,确保各修改区200以倾斜角 θ 自第二表面104延伸,该倾斜角至少大体上为零度)。通过减小修改区200的倾斜角 θ ,可减小沿分离路径114的相邻修改区200之间的距离,因而允许沿分离路径114形成的数目增加的修改区200,从而可有

助于工件100沿分离路径114的适合或有益的分离。如可自图5B所见,倾斜角 θ 可至少达到约 30° 。取决于材料,最佳倾斜角 θ 可为约 0° 至约 30° ,增量为约 1° 。

[0048] 如以上所提及,已经发现的是,工件100内的修改部分的大小、形状及方位通常相应于由经导向激光脉冲在工件100上照射的斑点的大小、形状及方位。因此,在一实施例中,射束的空间特征(例如,激光脉冲斑点形状、激光脉冲斑点大小、相对于分离路径的激光脉冲斑点方位,或类似特征或其组合)可经选择来适合地或有益地促进工件100沿分离路径114的分离。在一实施例中,导向至工件100上的激光脉冲可以具有非圆形形状(例如,椭圆形状、矩形形状等等)的斑点碰撞工件100(例如,在第一表面102处碰撞),该斑点的特征在于其具有沿该形状的第一(或长)轴的相对大的尺寸以及沿该形状的第二(或短)轴的相对小的尺寸。斑点的方位可经选择、调整、改变或以其他方式控制,以使得非圆形形状的第一(或长)轴与分离路径114对准(例如,以便平行于分离路径或至少大体上平行于分离路径)。为建立具有非圆形形状的激光脉冲斑点,前述射束源可包括射束整形器(本文亦称为“整形器”),其组配来对由激光产生的激光脉冲整形。可使用的示范性整形器包括内部形成有狭缝的射束截断器、棱镜对、组配来对激光脉冲连续变频(chirp)的AOD或AOM系统,或类似整形器或其组合。为调整激光脉冲斑点的方位,前述射束源可包括射束旋转器(本文亦称为“旋转器”),其组配来旋转由激光产生的激光脉冲,旋转激光脉冲借以由激光产生的光学器件,旋转整形器,或类似者或其组合。在一实施例中,旋转器可包括杜夫(dove)棱镜,其组配来在两个相对于彼此定向为90度的方位之间旋转激光脉冲斑点。

[0049] 例如,相对于图6,激光脉冲可在沿分离路径600的第一位置处碰撞工件100的第一表面102,从而界定具有非圆形形状(例如,椭圆形状)的激光脉冲斑点602。斑点602可经定向以使得斑点602的长轴经对准以便在该第一位置处与分离路径600平行。在其他实施例中,该斑点的方位可相应于沿分离路径600的不同位置处的几何形状差异来调整。例如,激光脉冲可在沿分离路径600的第二位置处碰撞工件100的第一表面102,从而界定具有非圆形形状(例如,椭圆形状)的激光脉冲斑点604,该激光脉冲斑点具有与斑点602不同的方位(相对于第一表面102)。然而如同斑点602,斑点604的长轴可经对准以便在该第二位置处与分离路径600平行。在一实施例中,斑点602(或604)沿长轴的尺寸可大于(例如,至少两倍大)斑点602(或604)沿短轴的尺寸。

[0050] 以上已示范性地描述工件修改过程的各种实施例,现将相对于图7至11描述包括射束源的工件处理装置的一些示范性实施例,该射束源可经操作来形成诸如以上示范性描述的彼等区的修改区。

[0051] 参照图7,工件处理装置700可包括射束源702及支撑件704,该射束源组配来产生前述激光脉冲束。

[0052] 在所例示的实施方案中,射束源702可包括:激光,其组配来产生激光光脉冲;光学器件(例如,组配来扩展、调准、过滤等等),激光光借以由该激光产生;如以上示范性描述的整形器;高频定位器(例如,声光(AO)调变器(AOM)、AO偏转器(AOD)、电光(EO)调变器(EOM)、EO偏转器(EOD),或类似物或其组合)以及任何其他射束转储组件或中继组件,该组件组配来将激光脉冲束中继至激光头706。激光头706可包括镜子、如以上示范性描述的旋转器、低频定位器(例如一或多个电流镜)及扫描透镜708。通常而言,高频及低频定位器可经操作来调整光轴300相对于工件100的方位。激光头706可相对于工件100移动来调整光轴300相对

于工件100的位置(例如,沿前述x轴成直线地调整,沿前述y轴成直线地调整,或类似者或其组合)。

[0053] 支撑件704可组配来支撑工件100且移动工件100(例如,沿前述x轴成直线地移动,沿前述y轴成直线地移动,绕前述z轴旋转地移动,或类似者或其组合)。支撑件704可包括卡盘(例如,真空卡盘、静电卡盘等等),该卡盘组配来支撑工件100;或可包括载体800,该载体组配来支撑工件100,该载体可安装于诸如卡盘的结构上或自其拆卸。

[0054] 尽管未例示,但是工件处理装置700可进一步包括控制器,该控制器耦接至射束源702与支撑件704中的一或两者来配合其操作,并进行以上示范性描述的工件修改过程。尽管有前述说明,但要了解的是,射束源702可以任何其他适合或有益的组态来提供,如图8至图11中所示。

[0055] 参照图12,利用载体800加载工件100涉及以下步骤:将工件100加载至载体800上,将载体800加载至工件处理系统802上;使用工件处理装置700处理工件100;将工件100转移至缓冲站804;卸除经处理的工件100。

[0056] 参照图13A及图13B,载体800大体上为矩形,且包括流体信道806及真空保持信道808。流体信道806相应于分离路径来定位,以使得BW定位在流体通道806中而不是载体800中。流体通道806可含有空气、氮气、水等等。此允许BW在工件100上操作而不会不必要地损坏载体800。真空保持通道808与卡盘816中的真空孔连通以将工件100固持于载体800。

[0057] 参照图14A及图14B,基座804上设置支撑轨810及提升销818,该支撑轨支撑卡盘816且该提升销延伸穿过卡盘816并相对于卡盘816升起或降低载体800。卡盘816设置于载体上来卡紧耦接器814。载体800又设置于卡盘816上。此布置允许卡盘816及载体800在y轴上的移动,且进而允许工件100在y轴上的移动。台架812绕卡盘816及载体800搁置于其上方,该台架支撑激光头706以便在x轴上移动。通过卡盘816与激光头706在台架812上的移动的配合,大体上工件100的全部可由光轴300定位。

[0058] 参照图15至17,描述工件100的加载及卸除。载体800的移动的以下描述包括工件100搁置于载体800上。卸除时,载体800平移至工件处理装置802上最接近转移自动机(transfer robot)820的一位置。提升销818随后提升载体800。水平致动器822随后接触并牵拉载体800来使该载体位于转移自动机820的中央。水平致动器822组配来将其上具有经处理工件100的载体800自工件处理装置802移开且移入缓冲站804中,其中工件100的单一化块件(沿分离路径114/600分离)可自载体800移除。框架824随后垂直地移动载体800来使其与缓冲站804的栏架826对准。水平致动器822随后进一步将载体800平移至缓冲站804中的狭缝。加载反向执行。

[0059] 参照图18,一旦工件100位于载体800上且两者均加载至工件处理装置802上的位置时,存在预处理步骤来确保BW将恰当地置放以用于正受处理的具体工件100。载体800及激光头706经移动来测量第二表面104的z高度。随后测定用于处理的特定位置处的z高度。将特定位置的z高度数据与针对最接近该特定位置的位置所测定的参考z高度数据进行比较。最后,若特定位置处的经处理z高度数据与参考z高度数据相差超过预定阈值,则沿光轴300调整透镜708的位置,以使得束腰沿z轴位于相对于特定位置处的工件100的正确位置。

[0060] 前述内容是对本发明的实施例的说明且不应解释为对其的限制。虽然已描述本发明的少数示例性实施例,但是熟习此项技术者将容易了解的是,在实质上不脱离本发明的

新颖教示及优点的情况下,许多修改是可能的。因此,所有此等修改均意欲包括在如以下申请专利范围中所界定的本发明的范畴中。

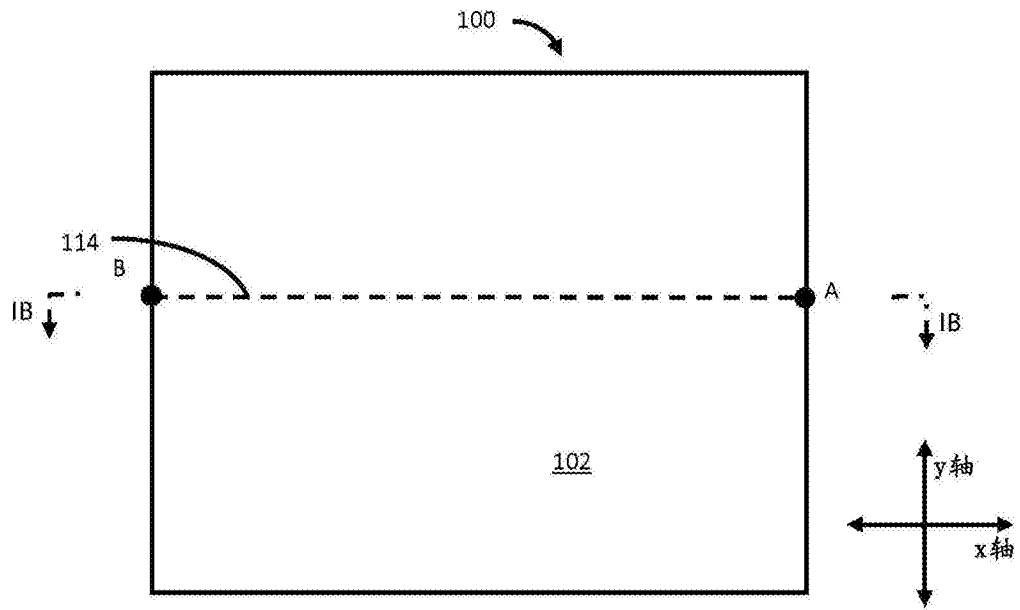


图1A

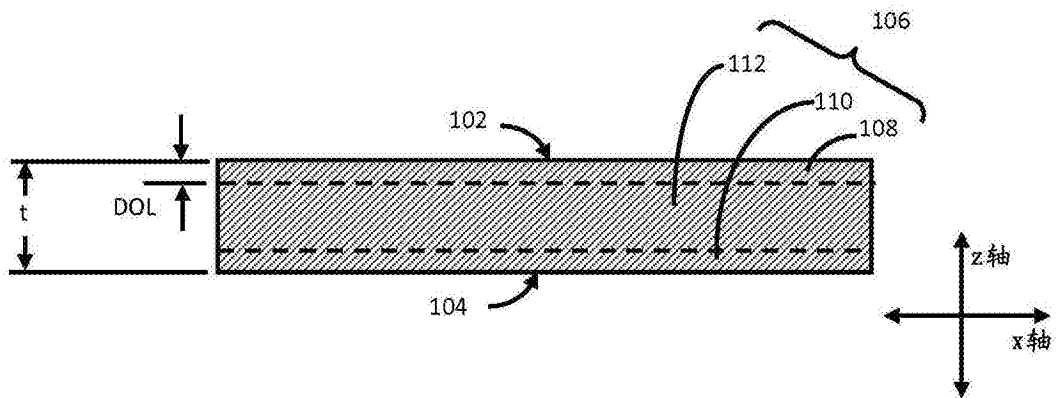


图1B

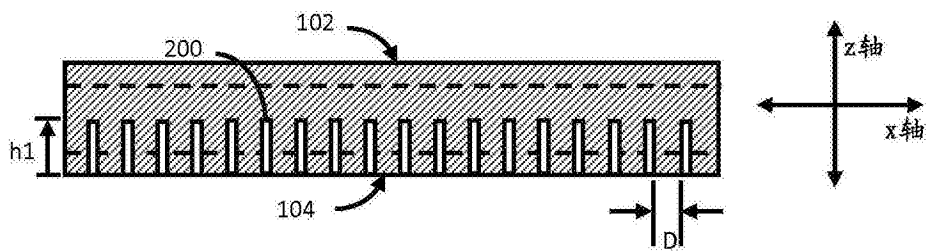


图2

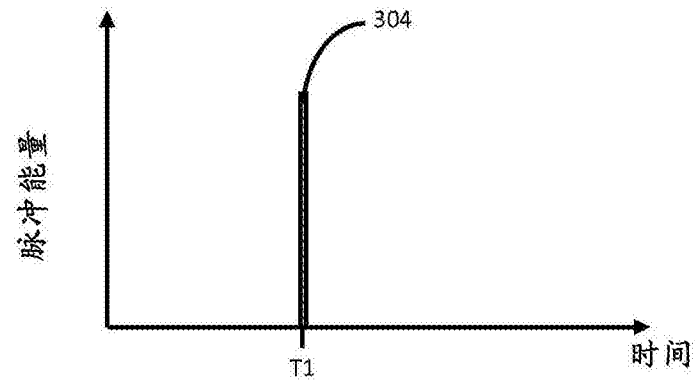


图3A

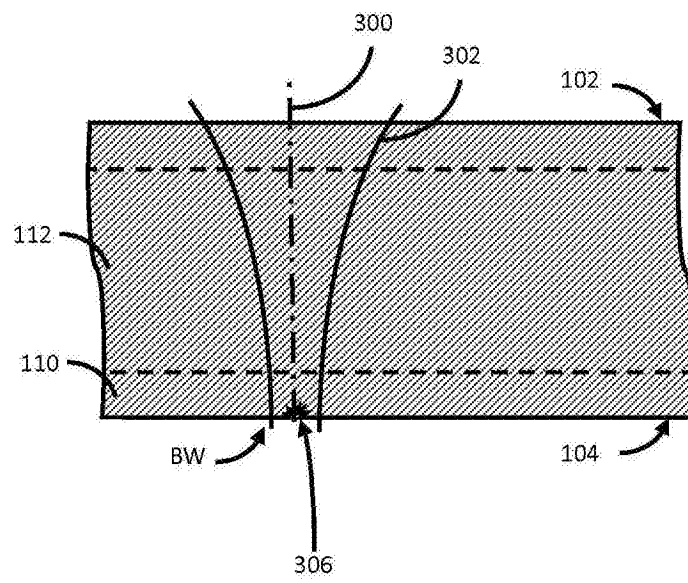


图3B

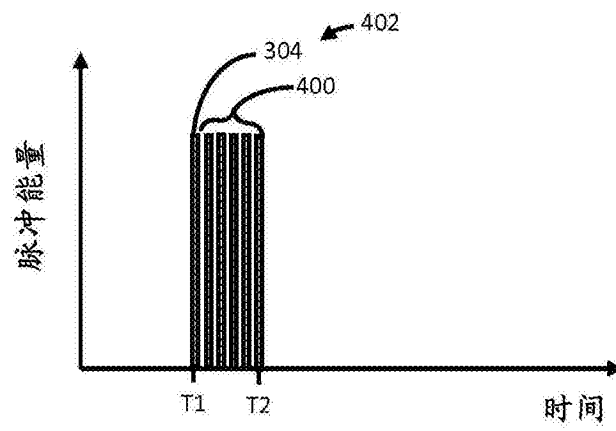


图4A

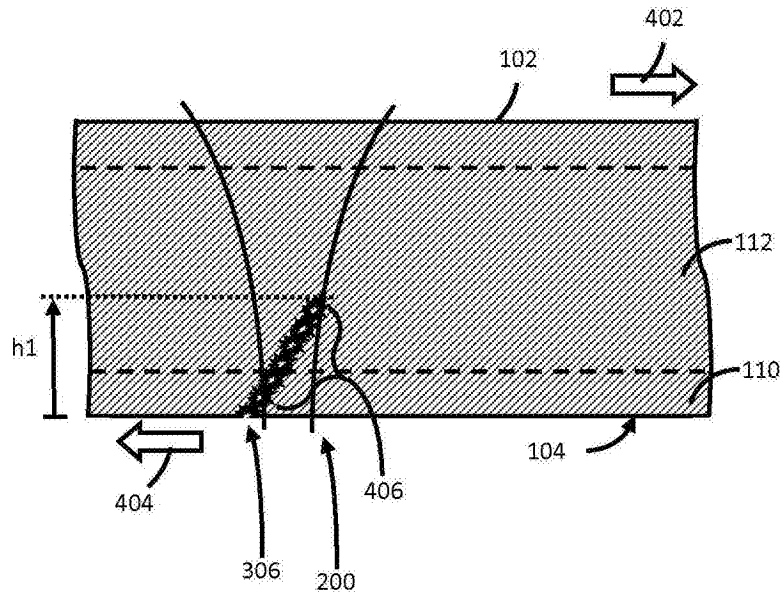


图4B

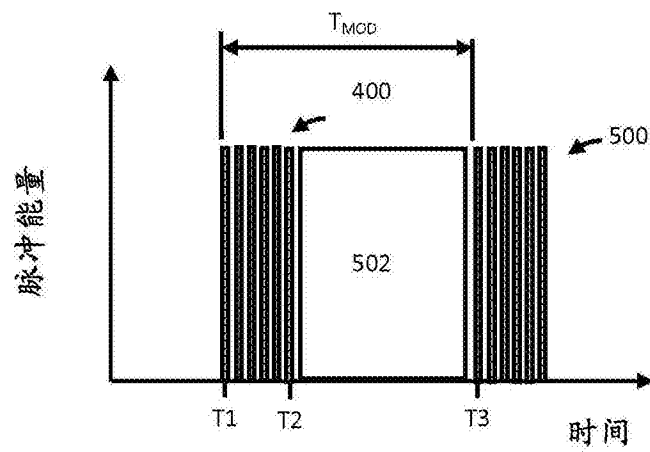


图5A

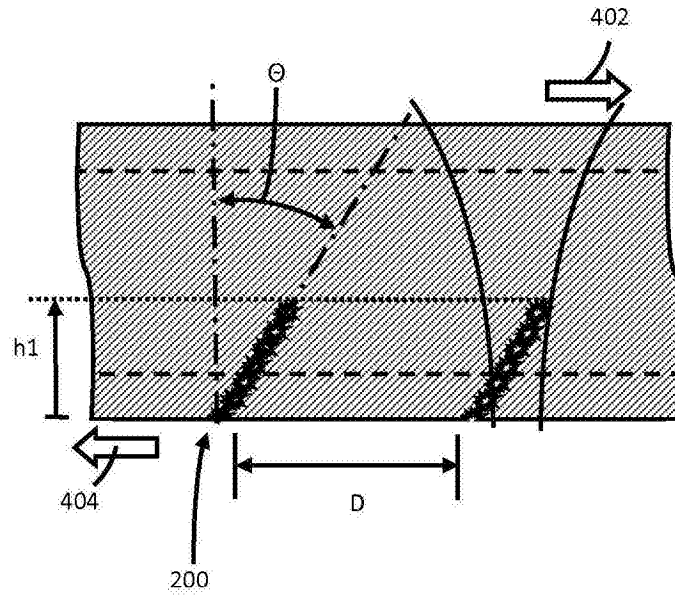


图5B

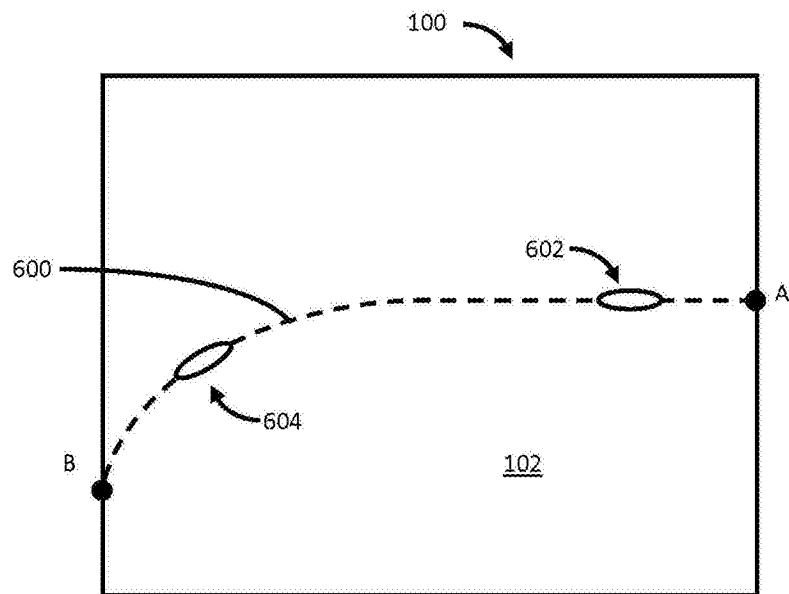


图6

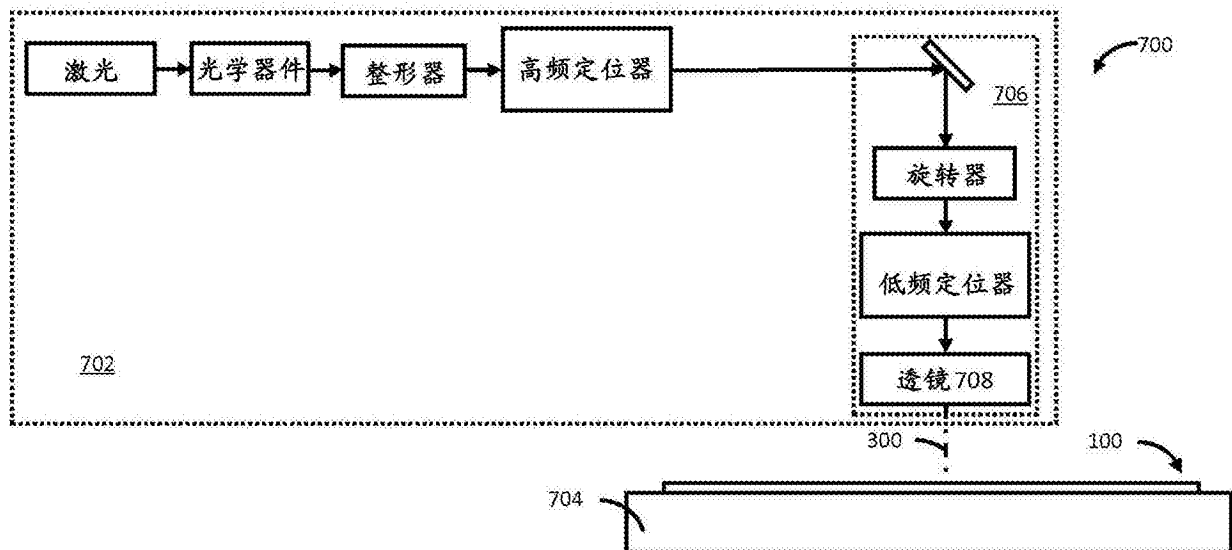


图7

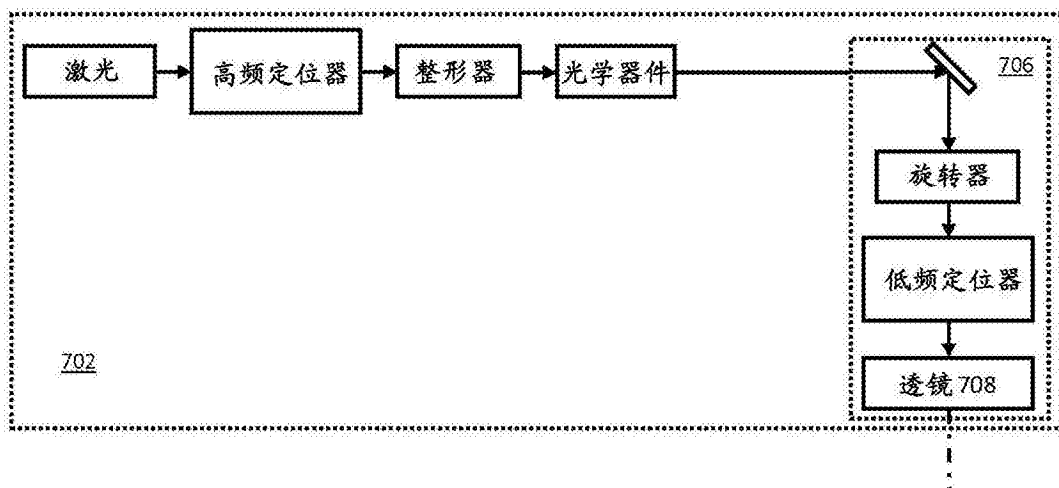


图8

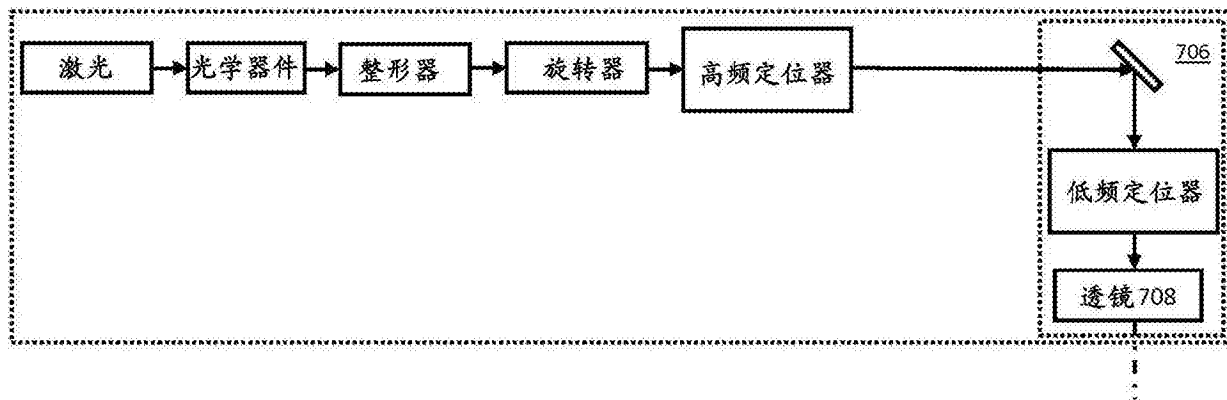


图9

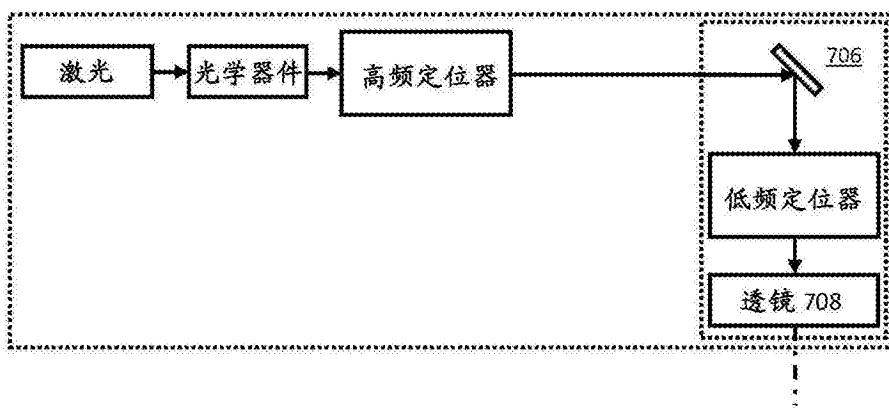


图10

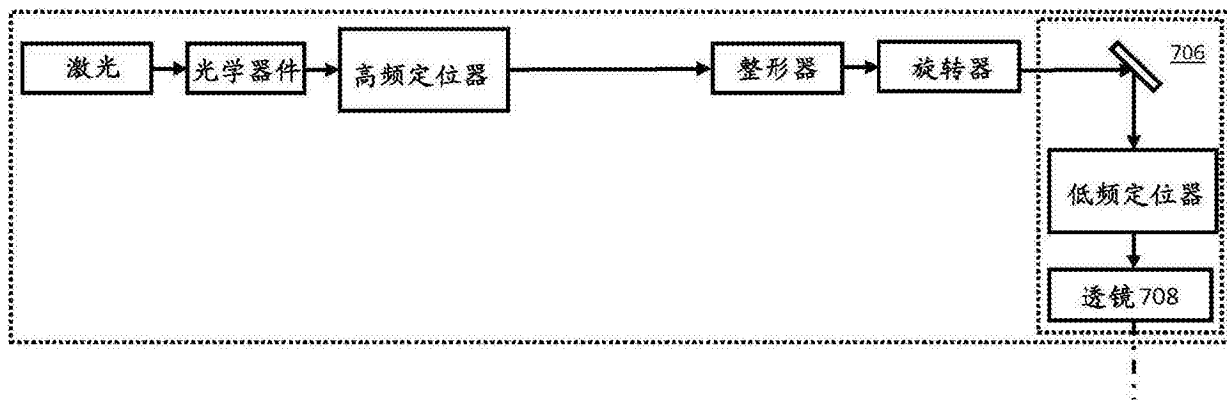


图11

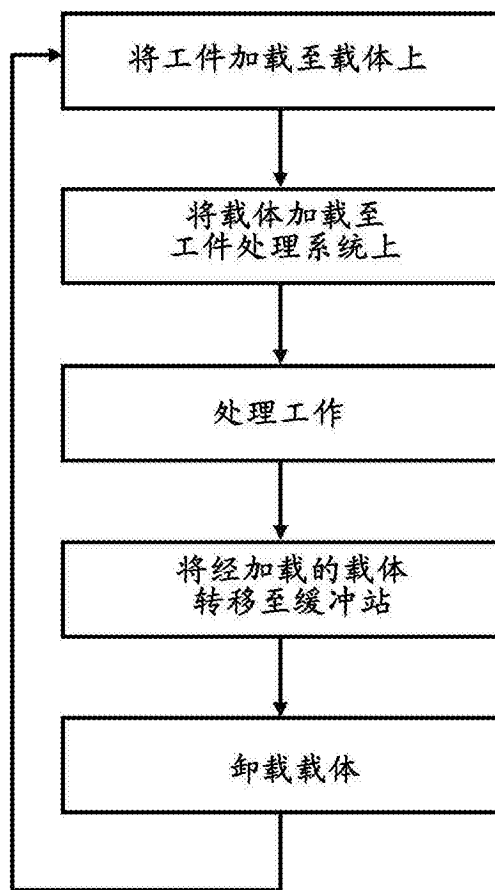


图12

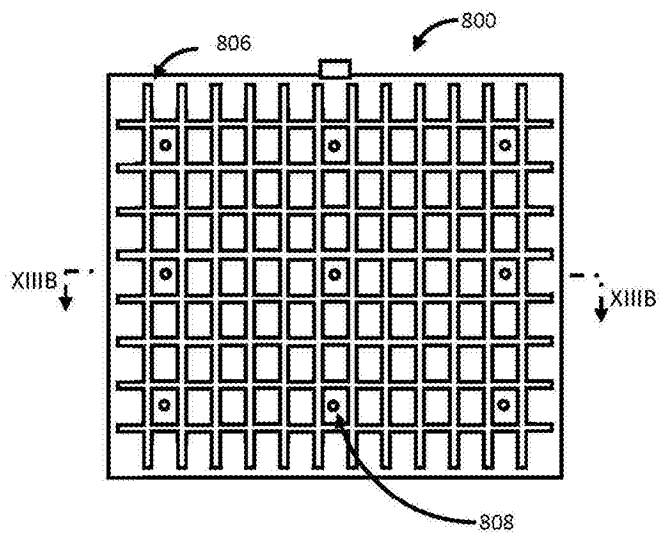


图13A

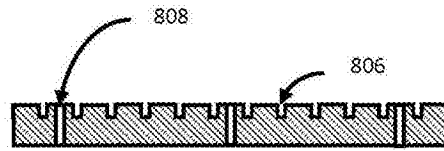


图13B

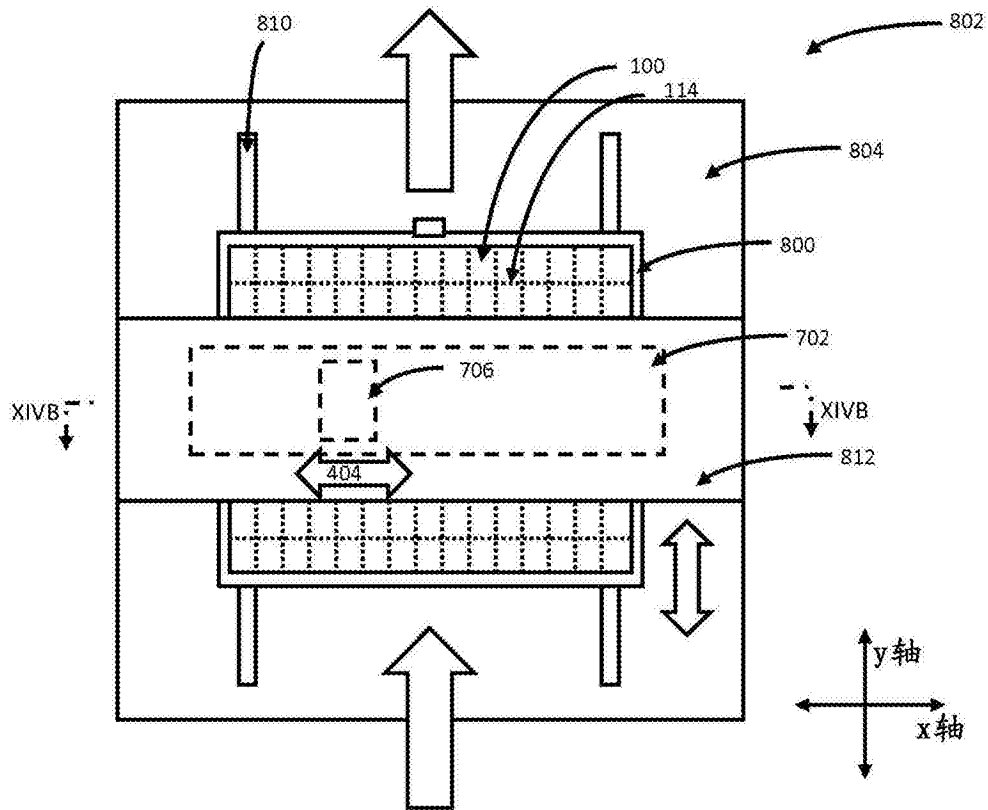


图14A

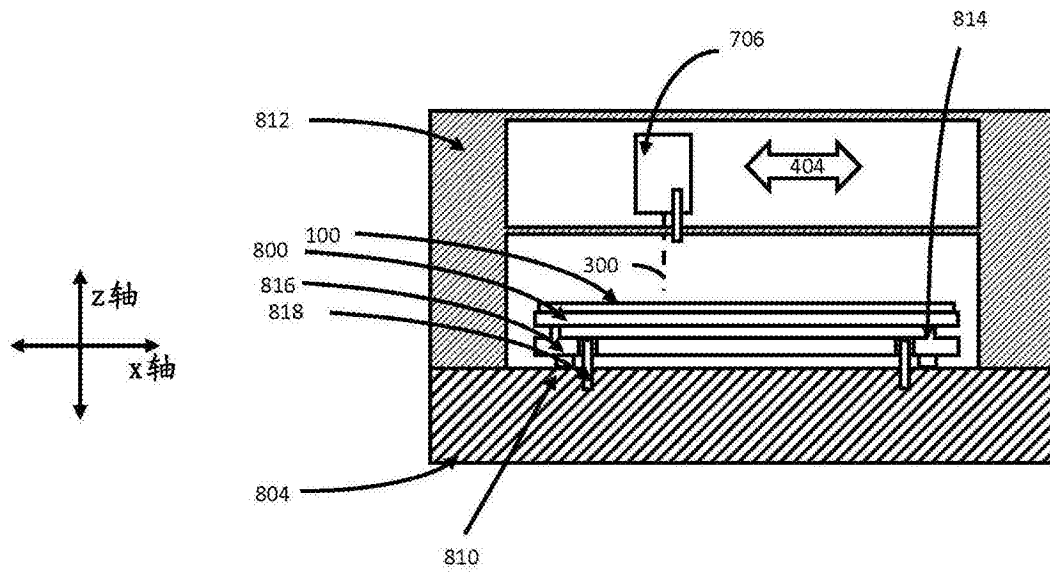


图14B

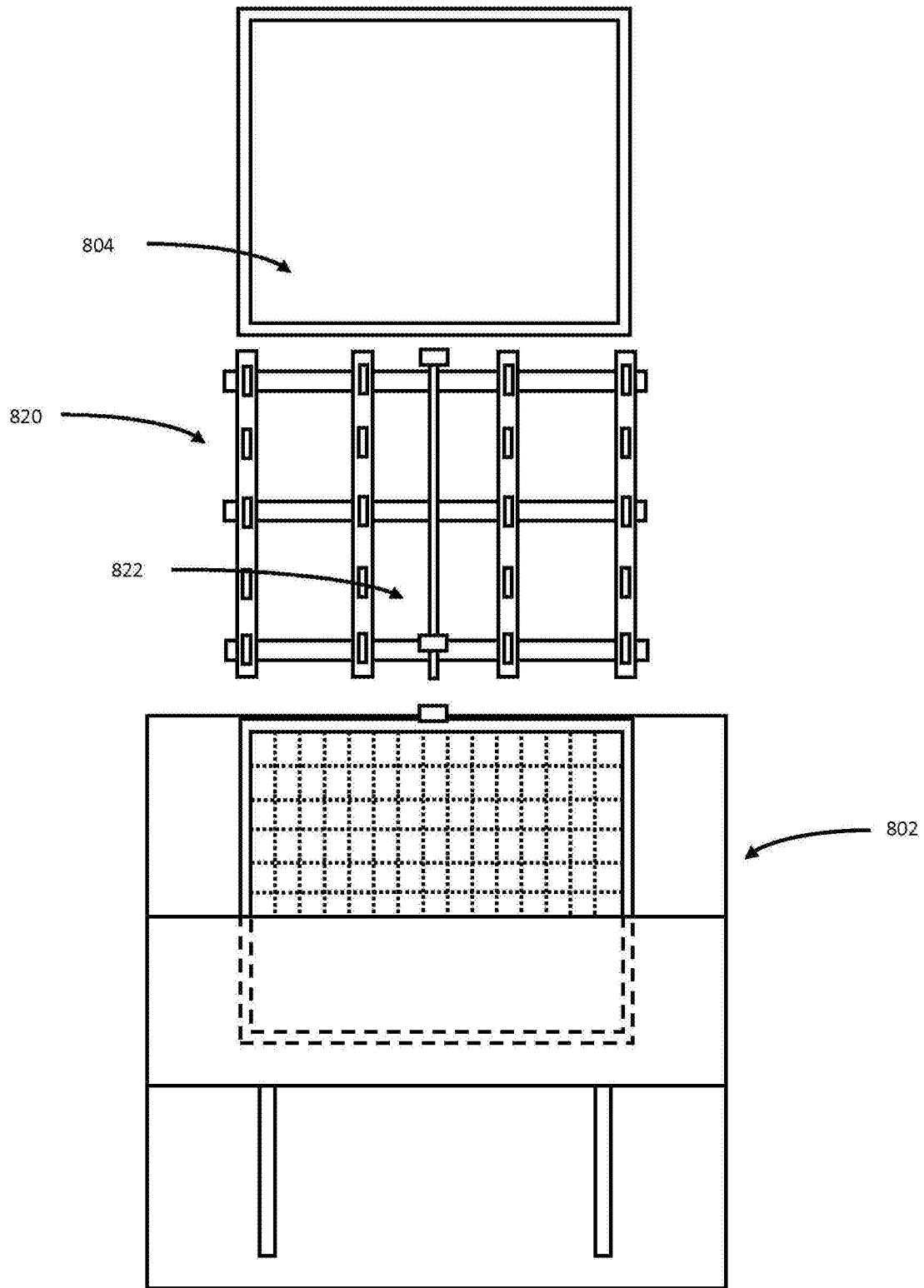


图15

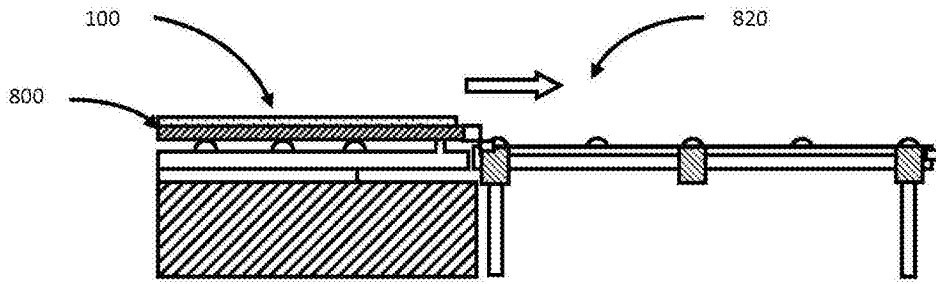


图16

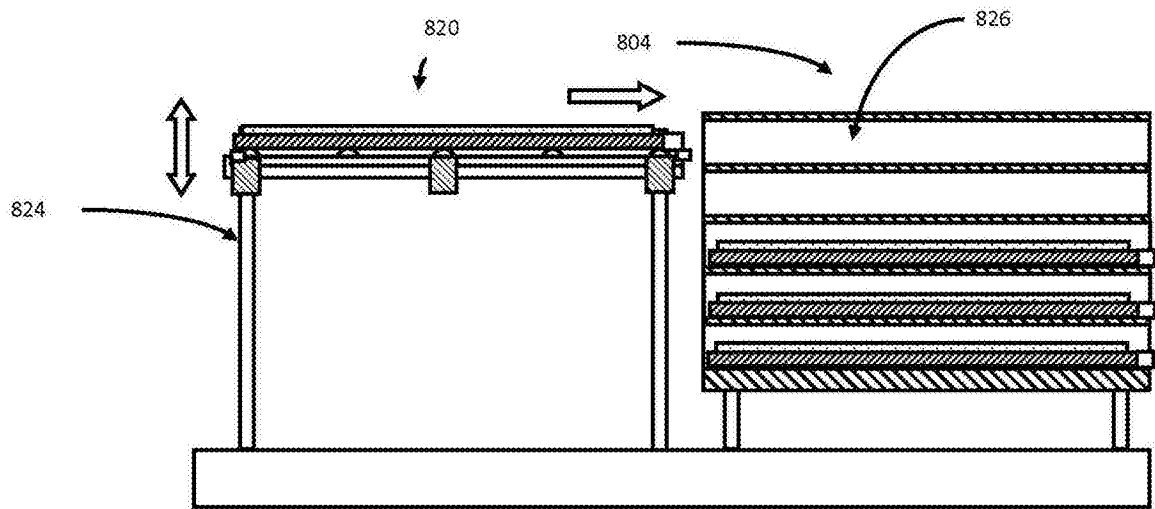


图17

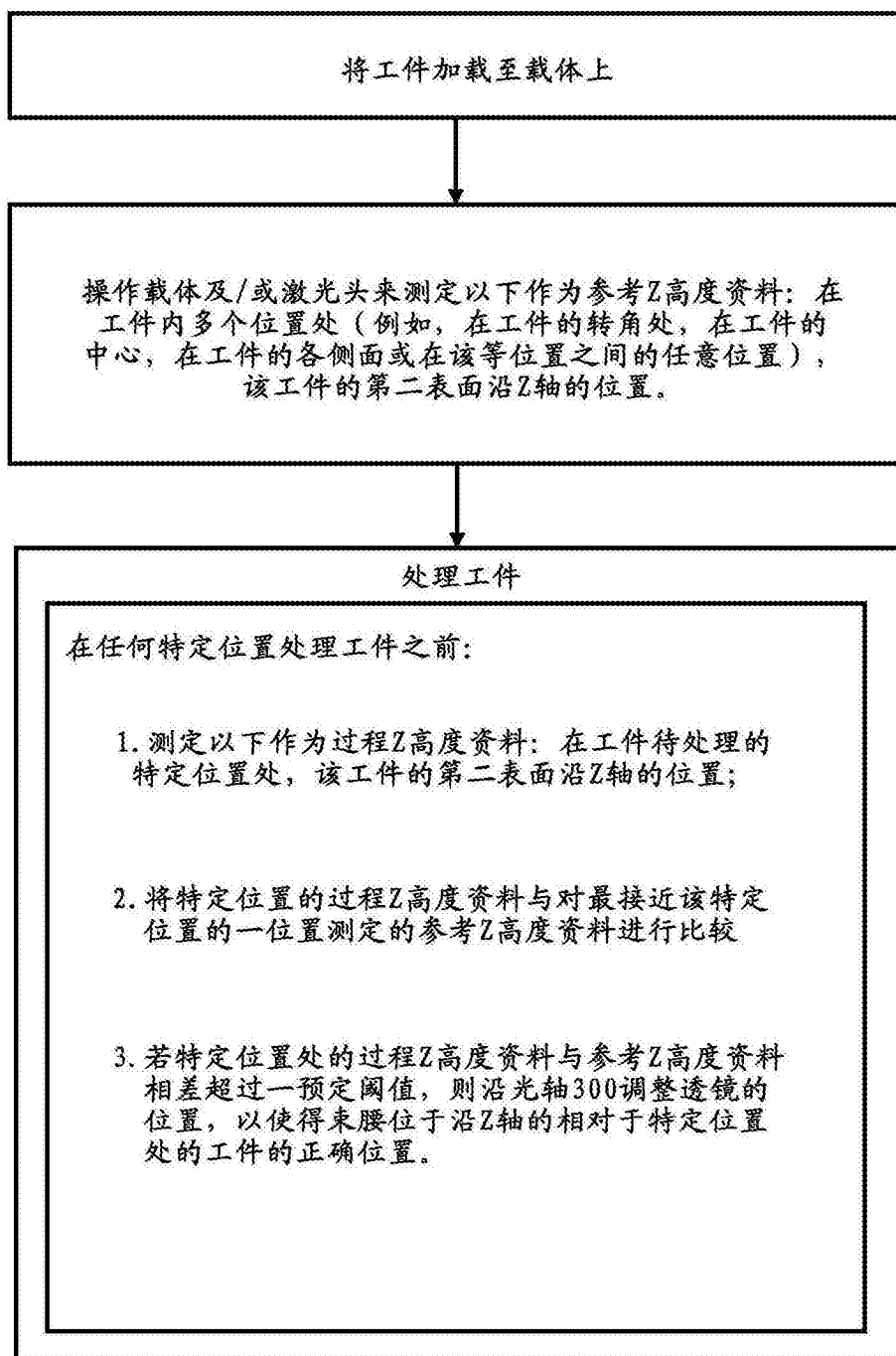


图18