



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104114506 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201380009749.6

(22)申请日 2013.02.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104114506 A

(43)申请公布日 2014.10.22

(30)优先权数据

61/604,544 2012.02.29 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.08.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/028022 2013.02.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/130608 EN 2013.09.06

(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 松本久 张海滨 格兰·西门森

(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.

C03B 33/02(2006.01)

C03B 33/09(2006.01)

C03B 33/037(2006.01)

B23K 26/08(2014.01)

B23K 26/38(2014.01)

(56)对比文件

CN 102314082 A,2012.01.11,全文.

JP 特開2012-31018 A,2012.02.16,全文.

审查员 张晓冬

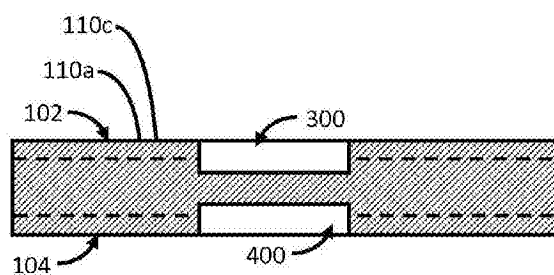
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

加工强化玻璃的方法和装置及藉此制造的物品

(57)摘要

本发明揭示用于加工基板的方法及装置,以及由经分离的基板形成的物品。一种加工一基板的方法,该基板具有一第一表面及与该第一表面相对的第二表面,该方法可包括于该基板中形成一第一凹口,该第一凹口自该第一表面朝该第二表面延伸,于该基板中形成一第二凹口,该第二凹口自该第二表面朝该第一表面延伸,及移除该基板中自该第一凹口延伸至该第二凹口的一部分以于该基板中形成一开口。



1. 一种加工强化玻璃的方法,其包括:

提供一强化玻璃基板,该强化玻璃基板具有一第一表面及与该第一表面相对的一第二表面;

于该强化玻璃基板中形成一第一凹口,其中该第一凹口自该第一表面朝该第二表面延伸;

于该强化玻璃基板中形成一第二凹口,其中该第二凹口自该第二表面朝该第一表面延伸;及

移除该强化玻璃基板中自该第一凹口延伸至该第二凹口的一部分以于该强化玻璃基板中形成一开口,其中该开口自该第一表面延伸至该第二表面,其中形成开口包含:

提供一激光光源;

以该激光光源产生激光束;

沿一光径引导该激光束于该强化玻璃基板上;及

以该经引导激光束移除该强化玻璃基板的一部分。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中该强化玻璃基板包括至少一压缩区,该压缩区自该第一表面及该第二表面中的至少一者延伸至该强化玻璃基板的一内部中,其中该至少一压缩区内的一应力大于600MPa。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中形成选自该第一凹口及该第二凹口组成的群组的至少一者包括:

提供一激光光源;

以该激光光源产生激光束;

沿一光径引导该激光束于该强化玻璃基板上;及

以该经引导激光束移除该强化玻璃基板的一部分。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中引导该激光束包括引导该激光的至少一脉冲,该脉冲具有大于10毫微微秒(fs)的脉冲持续时间。

5. 根据权利要求3所述的方法,其中该强化玻璃基板具有一第一压缩区、一第二压缩区及一张力区,其中该第一压缩区自该第一表面朝该第二表面延伸,其中该第一压缩区具有层的第一压缩深度,其中该第一凹口具有第一深度,该第一深度大于层的第一压缩深度5%至100%,且其中引导该激光束包括定向该激光的至少一脉冲,该脉冲具有小于100毫微微秒(ns)的脉冲持续时间。

6. 根据权利要求3所述的方法,其中引导该激光束包括聚焦该激光束以产生一光束腰,该光束腰位于该强化玻璃基板外部或处于该第一表面或该第二表面。

7. 根据权利要求3所述的方法,其中以该经引导激光束移除该强化玻璃基板的该部分包括切除该强化玻璃基板的该部分。

8. 根据权利要求3所述的方法,其中以该经引导激光束移除该强化玻璃基板的该部分包括在该强化玻璃基板的该部分处激发光的多光子吸收。

9. 根据权利要求3所述的方法,其进一步包括:

沿该强化玻璃基板的一处理区内的多个移除路径移动该光径;及

基于该移动光径移除该强化玻璃基板中于该处理区内的部分。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中该多个移除路径的至少一者是与该多个移除路径

的另一者同心。

11. 根据权利要求9所述的方法, 其中该多个移除路径的至少一者是与该多个移除路径的另一者平行。

12. 根据权利要求3所述的方法, 其中形成该第一凹口包括引导该激光束以穿过该第一表面且在穿过该第一表面之后穿过该第二表面。

13. 根据权利要求3所述的方法, 其中形成该第二凹口包括引导该激光束以穿过该第一表面且在穿过该第一表面之后穿过该第二表面。

14. 根据权利要求3所述的方法, 其进一步包括在形成该第一凹口与该第二凹口之间沿一光轴改变一光束腰相对于该强化玻璃基板的一位置。

15. 根据权利要求3所述的方法, 其中移除该强化玻璃基板中自该第一凹口延伸至该第二凹口的该部分包括引导该激光束以穿过该第一凹口且在穿过该第一凹口之后穿过该第二凹口。

16. 根据权利要求1所述的方法, 其中至少一第一表面及该第二表面是通过一边缘分界且其中该第一表面及该第二表面中的至少一者内所界定的该开口的周长是与该边缘间隔分开。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中通过该周长封闭的面积大于 0.7mm^2 且小于 50mm^2 。

18. 根据权利要求16所述的方法, 其中该周长包括一曲型区, 该曲型区的曲率半径大于 0.25mm^{-1} 且小于 2mm^{-1} 。

19. 根据权利要求16所述的方法, 其中该周长包括一第一直线区及一第二直线区, 其中该第二直线区是通过大于 0.5mm 小于 8mm 的一最小分离距离与该第一直线区间隔分开。

20. 一种于一强化玻璃基板中形成一开口的方法, 该强化玻璃基板具有一第一压缩区、一第二压缩区及配置于该第一压缩区与该第二压缩区之间的一张力区, 该方法包括:

移除该强化玻璃基板中布置于该第一压缩区内的一第一部分;

移除该强化玻璃基板中布置于该第二压缩区内的一第二部分; 及

在移除该第一部分及该第二部分之后, 移除该强化玻璃基板中布置于该张力区内的一第三部分, 其中形成开口包含:

提供一激光光源;

以该激光光源产生激光束;

沿一光径引导该激光束于该强化玻璃基板上; 及

以该经引导激光束移除该强化玻璃基板的一部分。

21. 一种强化玻璃物品, 其包括:

一外部区, 其自该物品的一表面延伸至该物品内大于或等于 $40\mu\text{m}$ 的一层的深度, 其中该外部区所处的压缩应力与大于或等于 600MPa 的压缩应力相等;

一内部区, 其处于该物品内且邻近于该外部区, 其中该内部区是处于张应力下; 及

一激光加工的开口, 其延伸穿过该外部区及该内部区, 其中至少一第一表面及一第二表面是通过一边缘分界且其中该第一表面及该第二表面中的至少一者内所界定的该开口的周长是与该边缘间隔分开, 其中通过该周长封闭的面积大于 0.7mm^2 且小于 50mm^2 , 其中该周长包括一曲型区, 该曲型区的曲率半径大于 0.25mm^{-1} 且小于 2mm^{-1} , 并且其中该周长包括一第一直线区及一第二直线区, 其中该第二直线区是通过大于 0.5mm 小于 8mm 的一最小分离

距离与该第一直线区间隔分开。

22. 一种用于在一基板中形成一开口的装置, 该基板具有一第一表面及与该第一表面相对的一第二表面, 该装置包括:

一激光系统, 其经配置以沿一光径导引一聚焦激光束, 该聚焦激光束具有一光束腰;

一工件支撑系统, 其经配置以支撑一强化玻璃基板; 及

一控制器, 其耦接至至少该激光系统及该工件支撑系统中, 该控制器包括:

一处理器, 其经配置以执行指令来控制至少该激光系统及该工件支撑系统, 以便:

于该强化玻璃基板中形成一第一凹口, 其中该第一凹口自该第一表面朝该第二表面延伸;

于该强化玻璃基板中形成一第二凹口, 其中该第二凹口自该第二表面朝该第一表面延伸; 及

移除该强化玻璃基板中自该第一凹口延伸至该第二凹口的一部分以于该强化玻璃基板中形成一开口, 其中该开口自该第一表面延伸至该第二表面; 及

一内存, 其经配置以储存该指令。

加工强化玻璃的方法和装置及藉此制造的物品

背景技术

[0001] 薄的强化玻璃基板(诸如化学强化基板或热强化基板)因其极好的强度及抗破坏性而已在消费电子品(consumer electronics)中得到广泛应用。例如,该等玻璃基板可作为遮盖基板并入移动电话、显示设备(诸如电视及计算机监视器)及各种其他电子设备中以用于LCD显示器及LED显示器及触控应用。为降低制造成本,可能希望用于消费电子设备中的该等玻璃基板是通过以下来形成:于单一大型玻璃基板上执行多个设备的薄膜图案化,随后使用各种切割技术将该大型玻璃基板分段或分离成多个较小玻璃基板。

[0002] 然而,储存于中央张力区内的压缩应力及弹性能的量值可使得化学强化玻璃基板或热强化玻璃基板的加工困难。高表面压缩层及深压缩层使得难以使用常用技术来对玻璃基板机械地加工(例如,锯切、钻孔等等)。此外,若该中央张力区中所储存的弹性能足够高,该玻璃则可在表面压缩层遭穿透时碎裂或震裂。在其他情况下,该弹性能的释放可于基板内产生裂纹,该等裂纹可最终降低经加工物品的强度。因此,对于加工强化玻璃基板中的特征的替代方法存在需要。

发明内容

[0003] 本文所述的一实施例可示范性地表征为一种方法,其包括:提供基板,该基板具有第一表面及与该第一表面相对的第二表面;于该基板中形成第一凹口,其中该第一凹口自该第一表面朝该第二表面延伸;于该基板中形成第二凹口,其中该第二凹口自该第二表面朝该第一表面延伸;及移除该基板中自该第一凹口延伸至该第二凹口的一部分以于该基板中形成开口,其中该开口自该第一表面延伸至该第二表面。

[0004] 本文所述的另一实施例可示范性地表征为一种方法,该方法于强化玻璃基板中形成开口,该强化玻璃基板具有第一压缩区、第二压缩区及布置于该第一压缩区与该第二压缩区之间的张力区。该方法可包括:移除该基板中布置于该第一压缩区内的第一部分;移除该基板中布置于该第二压缩区内的第二部分;及在移除该第一部分及该第二部分之后,移除该基板中布置于该张力区内的第三部分。

[0005] 本文所述的又一实施例可示范性地表征为一种强化玻璃物品,其包括外部区,其自该物品的表面延伸至该物品内大于或等于40 μ m的层的深度(DOL),其中该外部区所处的压缩应力与大于或等于600MPa的压缩应力相等;内部区,其处于该物品内且邻近于该外部区,其中该内部区是处于张应力下;及开口,其延伸穿过该外部区及该内部区。

[0006] 本文所述的另一实施例可示范性地表征为一种装置,该装置用于在基板中形成开口,该基板具有第一表面及与该第一表面相对的第二表面。该装置可包括:激光系统,其经配置以沿光径定向聚焦激光束,该聚焦激光束具有光束腰;工件支撑系统,其经配置以支撑该强化玻璃基板;及控制器,其耦接至至少该激光系统及该工件支撑系统中。该控制器可包括处理器,其经配置以执行指令来控制至少该激光系统及该工件支撑系统中,以便:于该基板中形成第一凹口,其中该第一凹口自该第一表面朝该第二表面延伸;于该基板中形成第二凹口,其中该第二凹口自该第二表面朝该第一表面延伸;及移除该基板中自该第一凹口

延伸至该第二凹口的一部分以于该基板中形成开口,其中该开口自该第一表面延伸至该第二表面。该控制器也可包括内存,其经配置以储存该等指令。

附图说明

[0007] 图1A及图1B为俯视平面图及横截面视图,其分别例示根据本发明的实施例的能够进行加工的强化玻璃基板。

[0008] 图2A为就图1A及图1B而言来示范性地描述的基板的处理区的一实施例的平面图。

[0009] 图2B及图3至图5为沿图2A的线IIB-IIB截取的横截面视图,其例示在强化玻璃基板中加工特征的制程的一实施例。

[0010] 图6及图7示意地例示移除路径的一些实施例,激光束可沿该等移除路径移动以便在强化玻璃基板中加工特征。

[0011] 图8至图10为沿图2A的线IIB-IIB截取的横截面视图,其例示在强化玻璃基板中加工特征的过程的另一实施例。

[0012] 图11及图12为沿图2A的线IIB-IIB截取的横截面视图,其例示在强化玻璃基板中加工特征的过程的又一实施例。

[0013] 图13示意地例示装置的一实施例,该装置经配置以执行就图2A至图12而言来示范性地描述的过程。

具体实施方式

[0014] 下文参照随附图式更全面地描述实施例的本发明。然而实施例的本发明可以许多不同形式实施且不应解释为限于本文阐述的实施例。实情为,提供此等实施例以便本发明实施例内容将为彻底及完全的,且将为熟习此项技术者完全传达本发明的范畴。在图式中,为达明晰的目的,层及区的尺寸及相对尺寸可被夸大。

[0015] 在以下描述中,相同参考符号在图式中展示的若干视图中指明相同或对应的部件。如本文所用,单数形式“一”及“该”也意欲包括多数形式,除非上下文另有清楚指示。亦应理解,除非另作说明,否则诸如“顶部”、“底部”、“向外”、“向内”及类似者的术语为简便说法且不欲解释为限制性术语。另外,每当一群组是描述为“包含”一组要素中的至少一者及其组合时,应理解的是,该群组可包含任何数目的彼等所列举要素,基本上由彼等要素组成或由彼等要素组成,彼等要素是单独的或彼此组合的。类似地,每当一群组是描述为“由(一组要素中的至少一者及其组合)组成”时,应理解的是,该群组可由任何数目的彼等所列举要素组成,彼等要素是单独的或彼此组合的。除非另作说明,否则在列举时,值的范围包括该范围的上限及下限,以及上限与下限之间的任何子范围。

[0016] 总体上参照图式,要了解的是,图例是出于描述特定实施例的目的且并非意欲限制揭露内容或其所附的专利申请范围。图式未必按比例绘制,且该等图式的某些特征及某些视图可在比例上夸大或做示意描绘,以达明晰及简明的目的。

[0017] 图1A及图1B为俯视平面图及横截面视图,其分别例示根据本发明的实施例的能够进行加工的强化玻璃基板。

[0018] 参照图1A及图1B,强化玻璃基板100(本文也简单称为“基板”)包括第一表面102、与该第一表面相对的第二表面104及边缘106a、106b、108a及108b。通常,边缘106a、106b、

108a及108b自第一表面102延伸至第二表面104。因此，第一表面102及第二表面104由边缘106a、106b、108a及108b分界。虽然基板100例示为在自俯视平面图进行观察时成基本上正方形，但是要了解基板100可在自俯视平面图观察时为任何形状。基板100可由任何玻璃组合物形成，该玻璃组合物包括而不限于硅酸硼玻璃、碱石灰玻璃、硅酸铝玻璃、硅酸铝硼玻璃或类似物或其组合。根据本文所述的实施例加工的基板100可通过强化过程来增强，该强化过程诸如离子交换化学强化过程、热回火或类似过程或其组合。应理解，虽然本文的实施例是就化学强化玻璃基板的情况来描述，但是其他类型的强化玻璃基板可根据本文示范性描述的实施例来加工。通常，基板100可具有大于200 μm 且小于10mm之厚度t。在一实施例中，厚度t可在500 μm 至2mm的范围内。在另一实施例中，厚度t可在600 μm 至1mm的范围内。然而要了解，厚度t可大于10mm或小于200 μm 。

[0019] 参照图1B，基板100的内部110包括压缩区（例如，第一压缩区110a及第二压缩区110b）及张力区110c。基板100的位于压缩区110a及110b内的部分保持于压缩应力状态，该压缩应力状态提供玻璃基板100的强度。基板100的位于张力区110c中的部分处于张应力下以补偿压缩区110a及110b中的压缩应力。通常，内部110内的压缩力及拉伸力彼此抵消，以便基板100的净应力为零。

[0020] 如示范性所例示，第一压缩区110a自第一主表面102朝第二主表面104延伸距离（或深度）d1，且因此具有厚度（或“层的深度”，DOL）d1。通常，d1可定义为自基板100的实体表面至内部110内的一点的距离，该内部中的应力为零。第二压缩区110b的DOL也可作为d1。

[0021] 取决于过程参数，诸如基板100的组成及藉以强化基板100的化学及/或热制程，d1可通常大于10 μm ，该等过程参数全部为熟习此项技术者所知。在一实施例中，d1大于20 μm 。在一实施例中，d1大于40 μm 。在另一实施例中，d1大于50 μm 。在又一实施例中，d1甚至可大于100 μm 。要了解，基板100可以任何方式制备以产生d1小于10 μm 的压缩区。在所例示的实施例中，张力区110c延伸至边缘表面106a及106b（以及边缘表面108a及108b）。然而在另一实施例中，额外压缩区可沿边缘表面106a、106b、108a及108b延伸。因此，总体而言，压缩区形成自基板100的表面延伸至基板100内部中的压缩应力外部区，且处于张力状态下的张力区110c由压缩应力外部区围绕。

[0022] 取决于上述过程参数，压缩区110a及110b中的压缩应力的量值是分别于第一表面102及第二表面104处或其附近（也即100 μm 内）进行量测，且可大于69MPa。例如，在一些实施例中，压缩区110a及110b中的压缩应力的量值可大于100MPa，大于200MPa，大于300MPa，大于400MPa，大于500MPa，大于600MPa，大于700MPa，大于800MPa，大于900MPa或甚至大于1GPa。张力区110c中的张应力的量值可通过以下获得：

$$[0023] \quad CT = \frac{CS \times DOL}{t - 2 \times DOL}$$

[0024] 其中CT为基板100内的中心张力，CS为以MPa表示的压缩区中的最大压缩应力，t为以mm表示的基板100的厚度，且DOL为以mm表示的压缩区的层的深度。

[0025] 已示范性地描述能够根据本发明的实施例加工的基板100，现描述加工基板100的示范性实施例。实施此等方法之后，诸如通孔、孔径、开口及类似物（本文中统称为“开口”）的特征可形成于基板100内部。

[0026] 图2A至图12例示加工强化玻璃基板（诸如基板100）的过程的各种实施例，其包括

移除基板100中于第一压缩区110a中的第一部分以于基板100中形成第一凹口,该第一凹口自第一表面102朝第二表面104延伸,移除基板100中于第二压缩区110b中的第二部分以于基板100中形成第二凹口,该第二凹口自第二表面104朝第一表面102延伸,及之后,移除基板100中于张力区110c中的第三部分(例如,自第一凹口延伸至第二凹口)以于基板100中形成开口,该开口自第一表面102延伸至第二表面104。

[0027] 参照图2A,激光束202可定向于基板100的处理区200上。可使激光束202相对于基板100移动以移除基板100中于第一压缩区110a内的部分。图2B例示处于以下状态的基板100:激光束202已移除第一压缩区110a的一部分。通常,激光束202是沿光径定向于基板上,以使得激光束202穿过第一表面102且之后穿过第二表面104。在一实施例中,激光束202内的光是提供为一系列激光的脉冲,且激光束202可沿光径通过以下来定向:首先产生激光束且随后接着将该激光束聚焦以产生光束腰204。在所例示实施例中,光束腰204可相交第一表面102(以便处于第一表面102),或可位于基板100内部(例如邻近于第一表面102或邻近于第二表面104)或基板100外部(例如,以使得相比第二表面104,光束腰204更接近于第一表面102,或以使得相比第一表面102,光束腰204更接近于第二表面104)。要了解,通过变化聚焦激光束202的方式,可改变光束腰204沿光径相对于基板100的位置。在另一其他实施例中,光束腰204可相交第二表面104(以便处于第二表面104)。

[0028] 当位于基板100外部,光束腰204可与基板(例如当沿光径量测时)间隔分开大于0.5mm的距离。在一实施例中,光束腰204可与基板100间隔分开小于3mm的距离。在一实施例中,光束腰204可与基板100间隔分开1.5mm的距离。然而要了解,光束腰204可与基板100间隔分开大于3mm或小于0.5mm的距离。

[0029] 通常,激光束202内的光具有大于100nm的至少一波长。在一实施例中,激光束202内的光可具有小于3000nm的至少一波长。例如,激光束202内的光可具有为523nm、532nm、543nm或类似波长或其组合的波长。如上所述,激光束202内的光是提供为一系列激光的脉冲。在一实施例中,脉冲的至少一脉冲可具有大于10毫微微秒(fs)的脉冲持续时间。在另一实施例中,脉冲中的至少一者可具有小于500毫微微秒(ns)的脉冲持续时间。在又一实施例中,至少一脉冲可具有为约10微微秒(ps)的脉冲持续时间。通常,脉冲持续时间可通过衡量以下来选择:由相对长的脉冲持续时间所诱导的高通量但潜在的热损坏相对在使用相对短的脉冲持续时间时所需要的时间及费用但相对低的热损坏。此外,激光束202可沿光径以大于10Hz之重复速率定向。在一实施例中,激光束202可沿光径以小于100MHz的重复速率来定向。在另一实施例中,激光束202可沿光径以约400kHz至约2MHz范围内的重复速率来定向。要了解,激光束202的功率可基于激光束202内的光的波长及脉冲持续时间连同其他参数一起来选择。例如,当激光束202具有绿色波长(例如523nm、532nm、543nm或类似波长)且脉冲持续时间为约10ps时,激光束202的功率可具有20W的功率(或约20W)。在另一实例中,当激光束202具有UV波长(例如355nm或类似波长)且脉冲持续时间为约小于10ns(例如1ns)时,激光束202的功率可具有在10W至20W(或约10W至约20W)范围内的功率。然而要了解,激光束202的功率可按需要来选择。

[0030] 通常,激光束202的参数(本文亦称为“激光束参数”),诸如上述波长、脉冲持续时间、重复速率及功率,以及其他参数,诸如光斑尺寸、光斑强度、积分通量或类似参数或其组合,皆可经选择以使得激光束202于第一表面102处的光斑206具有强度及积分通量,其足以

切除基板100经光斑206所照射的一部分或足以由第一表面102经光斑206所照射的一部分诱导激光束202内的光的多光子吸收。然而,通过改变例如聚焦激光束202的方式,光斑206可移动至第二表面104。因此,基板100于第一表面102或第二表面104处的部分可在该部分通过光斑206照射时移除。在一实施例中,光斑206可具有直径大于 $1\mu\text{m}$ 的环形形状。在另一实施例中,光斑206的直径可小于 $100\mu\text{m}$ 。在又一实施例中,光斑206的直径可为约 $30\mu\text{m}$ 。然而要了解,直径可大于 $100\mu\text{m}$ 或小于 $1\mu\text{m}$ 。也要了解,光斑206可具有任何形状(例如,椭圆形、线形、正方形、梯形或类似形状或其组合)。

[0031] 通常,激光束202可沿处理区200内的一或多个移除路径扫描以移除基板100的一部分,且于形成第一压缩区110a内形成第一凹口(例如,如图3中以300所标示)。要了解,激光束202于处理区200内扫描的扫描速率及次数可基于上述激光束参数以及第一凹口300的所要深度、基板的组成、基板100内所加工开口的所要边缘质量及类似者来选择。

[0032] 参照图3,第一凹口300的深度 d_2 可界定为自形成该第一凹口的基板100的实体表面(例如第一表面102,如示范性所例示)至第一凹口300的下表面302的距离。取决于上述激光束参数、扫描参数及类似参数, d_2 可大于 d_1 、等于 d_1 或小于 d_1 。当 d_2 大于 d_1 时, d_2 可在大于 d_1 5% (或小于5%) 至100% (或100%以上) 的范围内。当 d_2 小于 d_1 时, d_2 可在小于 d_1 1% (或小于1%) 至90% (或90%以上) 的范围内。在一实施例中,上述激光束参数、扫描参数及类似参数可经选择以使得 d_2 可为至少 $10\mu\text{m}$ 、至少 $20\mu\text{m}$ 、至少 $30\mu\text{m}$ 、至少 $40\mu\text{m}$ 、至少 $50\mu\text{m}$ 或大于 $50\mu\text{m}$,或小于 $10\mu\text{m}$ 。

[0033] 参照图4,在形成第一凹口300之后,移动(例如倒装)基板100且使激光束202相对于基板100移动以移除基板100中于第二压缩区110b内的部分,进而形成第二凹口400。通常,激光束202是沿光径定向于基板上,以使得激光束202穿过第二表面104且之后穿过第一表面102。当形成第二凹口400时,激光束202的光束腰204可相交第二表面104(以便处于第二表面104),或可位于基板100内部(例如邻近于第二表面104或邻近于第一表面102)或基板100外部(例如,以使得相比第一表面102,光束腰204更接近于第二表面104,或以使得相比第二表面104,光束腰204更接近于第二表面104)。在另一其他实施例中,光束腰204可相交第一表面102(以便处于第一表面102)。激光束202的其他参数可与上文就第一凹口300的形成而言论述的激光束参数相同或不同。

[0034] 仍参照图4,第二凹口400的深度 d_3 可界定为自形成该第二凹口的基板100的实体表面(例如第二表面104,如示范性所例示)至第二凹口400的下表面402的距离。取决于上述激光束参数、扫描参数及类似参数, d_3 可大于 d_1 、等于 d_1 或小于 d_1 。当 d_3 大于 d_1 时, d_3 可在大于 d_1 5% (或小于5%) 至100% (或100%以上) 的范围内。当 d_3 小于 d_1 时, d_3 可在小于 d_1 1% (或小于1%) 至90% (或90%以上) 的范围内。在一实施例中,上述激光束参数、扫描参数及类似参数可经选择以使得 d_3 可为至少 $10\mu\text{m}$ 、至少 $20\mu\text{m}$ 、至少 $30\mu\text{m}$ 、至少 $40\mu\text{m}$ 、至少 $50\mu\text{m}$ 或大于 $50\mu\text{m}$,或小于 $10\mu\text{m}$ 。

[0035] 参照图5,在形成第二凹口400之后,使激光束202相对于基板100移动以移除基板100中于张力区110c内的第三部分,该第三部分是自第二凹口400延伸至第一凹口300。通常,激光束202是沿光径定向于基板上,以使得激光束202穿过第二表面104且之后穿过第一表面102。然而在其他实施例中,基板100可倒装以便激光束202穿过第一表面102且之后穿过第二表面104。要了解,光束腰204相对于基板的置放可如上所述经选择以促进基板100的

第三部分的所要移除。移除基板100的第三部分之后,自第一表面102延伸至第二表面104的开口500形成于基板100中。在一实施例中,移除基板100的第三部分的过程是直接于形成第二凹口400之后开始。因此,第二凹口400的形成可视为形成开口500的过程中的中间步骤。虽然基板的第三部分于上文论述为使用激光束202来移除,但是要了解第三部分可以任何适合的方式移除(例如机械钻孔、机械锯切、化学蚀刻或类似方式或其组合)。

[0036] 如上文示范性地所述来形成,开口500具有界定于第一表面102中的第一周长,该第一周长与边缘106a、106b、108a及108b间隔分开。同样地,开口500具有界定于第二表面104中的第二周长,该第二周长也与边缘106a、106b、108a及108b间隔分开。要了解,开口500的该第一周长及第二周长可以任何所要方式来尺寸化及成形。在一实施例中,第一周长及/或第二周长的尺寸及形状可相应于处理区的尺寸及/或形状(例如,如图2A所示)。

[0037] 在一些实施例中,激光束202扫描所沿的一或移除路径可基于以下来配置:欲于基板100中形成的开口500的尺寸及几何学、基板的组成、所加工的压缩区的DOL、所加工的压缩区中的压缩应力、通过激光束202于基板100内产生的热的量,或类似者或其组合。在一实施例中,一或多个移除路径的适当选择可促进基板100内开口500的有效形成,且也降低或阻止开口500形成期间基板100内的裂纹的形成。例如且参照图6,移除路径图案600具有多个同心移除路径,诸如移除路径600a、600b、600c及600d。在另一实施例中,且参照图7,诸如图案700的移除图案可包括多个同心移除路径,诸如路径702a、702b及702c,该等路径上迭置以线性光栅扫描路径704。当所加工的基板具有相对薄(例如,至多约10 μm 、约15 μm 或约20 μm 的DOL)及/或相对弱(例如,约100MPa或100MPa以下的CS)的压缩区时,可使用图案600。当所加工的基板具有相对厚(例如,至多约20 μm 、约30 μm 或约40 μm 或更大的DOL)及/或相对强(例如,约600MPa或600MPa以上的CS)的压缩区时,可使用图案700。

[0038] 图8至图10为沿图2A的线IIB-IIB截取的横截面视图,其例示在强化玻璃基板中加工特征的过程的另一实施例。

[0039] 参照图8,激光束202可定向于基板100的处理区200上(例如,如图2A所示),且可使激光束202相对于基板100移动以移除基板100中于第二压缩区110b内的部分。图8例示处于以下状态的基板100:激光束202已移除第二压缩区110b的一部分。通常,激光束202是沿光径定向于基板上,以使得激光束202穿过第一表面102且之后穿过第二表面104。要了解,激光束202的扫描及光束腰204相对于基板100的置放可如上所述经选择以促进基板100的第二部分的所要移除。移除基板100的第二部分后,如图9所示的上述第二凹口400形成于第二压缩区110b中。

[0040] 参照图9,在形成第二凹口400之后,可相对于基板100(例如沿箭头900的方向)调整激光束202的光束腰204的位置以移除基板100中于第一压缩区110a内的部分,进而形成如图10所示的上述第一凹口300。通常,激光束202是沿光径定向于基板上,以使得激光束202穿过第二表面104且之后穿过第一表面102。诸如激光束202的光束腰置放参数及其他参数的参数可如上所述来选择以促进基板100的第一部分的所要移除。

[0041] 形成第一凹口300之后,基板100中于张力区110c内自第二凹口400延伸至第一凹口300之第三部分可如就图5而言所示范性论述来移除,以形成图5所示的开口500。在一实施例中,移除基板100的第三部分的过程是直接于形成第一凹口300之后开始。因此,第一凹口300的形成可视为形成开口500的过程中的中间步骤。

[0042] 图11及图12为沿图2A的线IIB-IIB截取的横截面视图,其例示在强化玻璃基板中加工特征的过程的又一实施例。

[0043] 参照图11,激光束202可定向于基板100的处理区200上(例如,如图2A所示),且可使激光束202相对于基板100移动以移除基板100中于第一压缩区110a及第二压缩区110b内的部分。图11例示处于以下状态的基板100:激光束202已移除第二压缩区110b的一部分。通常,激光束202是沿光径定向于基板上,以使得激光束202穿过第一表面102且之后穿过第二表面104。要了解,激光束202的扫描及光束腰204相对于基板100的置放可如上所述经选择以促进基板100的第一部分及第二部分的所要移除。移除基板100的第一部分及第二部分后,第一凹口300形成同时第二凹口400形成。在一实施例中,第一凹口300及第二凹口400如图12所示同时形成。

[0044] 形成第一凹口300及第二凹口400之后,基板100中于张力区110c内自第二凹口400延伸至第一凹口300的第三部分可如就图5而言所示范性论述来移除,以形成图5所示的开口500。

[0045] 如上所述,开口500具有界定于第一表面102中的第一周长及界定于第二表面104中的第二周长。要了解,本文所示范性描述的过程可允许强化玻璃基板的加工以形成通过常用技术难以成形的开口。在一实施例中,通过第一周长及/或第二周长封闭的面积大于 0.7mm^2 。在另一实施例中,通过第一周长及/或第二周长封闭的面积小于 50mm^2 。例如,通过第一周长及/或第二周长封闭的面积可小于 28mm^2 、小于 12mm^2 或小于 3mm^2 。要了解,本发明的实施例可经实施以形成通过第一周长及/或第二周长封闭的面积可大于 50mm^2 的开口。在一实施例中,第一周长及/或第二周长可包括曲型区,其曲率半径大于 0.25mm^{-1} 。在另一实施例中,第一周长及/或第二周长可包括曲型区,其曲率半径小于 2mm^{-1} 。例如,曲率半径可小于 1mm^{-1} 、小于 0.5mm^{-1} 或小于 0.3mm^{-1} 。在一实施例中,第一周长及/或第二周长可包括第一直线区及第二直线区,该第二直线区通过大于 0.5mm 的最小分离距离与第一直线区间隔分开。在另一实施例中,最小分离距离可小于 8mm 。例如,最小分离距离可小于 6mm 、小于 4mm 、小于 2mm 或小于 1mm 。要了解,本发明的实施例可经实施以形成第一直线区及第二直线区彼此通过大于 8mm 的最小分离距离而间隔分开的开口。上述第一直线区相对于第二直线区可为平行、垂直或倾斜的。另外,第一直线区及/或第二直线区的长度可为可大于 1mm 的长度。在一实施例中,长度可小于 20mm 、小于 15mm 或小于 10mm 。要了解,本发明的实施例可经实施以使得长度可大于 20mm 。在一实施例中,第一周长及/或第二周长可界定具有至少一伸长区的形状,该伸长区的宽高比(计算为最小直径与正交于最大直径的最大直径的比率)小于或等于1、小于0.5、小于0.1、小于0.08或小于0.05。在一实施例中,第一周长及/或第二周长可界定具有至少一伸长区的形状,该伸长区的圆形度(根据周长的长度(L)及由周长界定的面积(A)来计算;具体而言, $4\pi A/L^2$)小于或等于1、小于0.7、小于0.5、小于0.2或大于0.05。

[0046] 形成诸如开口500的开口后,基板可表征为强化玻璃物品(本文也称为“物品”)。强化玻璃物品可用作保护盖板(如本文所用,术语“盖板”包括窗户或类似物)以用于显示器及触控屏幕应用,诸如但不限于可携式通讯及娱乐设备,诸如电话、音乐播放器、视讯播放器或类似物;及用作用于信息相关终端机(IT)(例如,便携计算机、膝上型计算机等等)设备的显示屏幕;以及用于其他应用。要了解,如上示范性所述的强化玻璃物品可使用任何所要装置来形成。图13示意地例示装置的一实施例,该装置经配置以执行就图2A至图12而言来示

范性地描述的过程。

[0047] 参照图13,诸如装置1300的装置可分离诸如基板100的强化玻璃基板。装置1300可包括工件定位系统及激光系统。

[0048] 通常,工件支撑系统经配置以支撑基板100,以使得第一表面102面朝激光系统且使得光束腰204可相对于如上就例如图2B而言来示范性地描述的基板100进行定位。如示范性所例示,工件支撑系统可包括经配置以支撑基板100的卡盘,诸如卡盘1302;及经配置以移动该卡盘1302的可移动平台1304。卡盘1302可经配置以仅接触基板100的第二表面104的一部分(如所例示)或可接触第二表面104全部。通常,可移动平台1304经配置以相对于激光系统横向地移动卡盘1302。因此,可移动平台1304可经操作以使光束腰相对于基板100加以扫描。

[0049] 通常,激光系统经配置以沿光径定向诸如上述激光束202的激光束(其中激光束202具有如上就光束腰204而言来示范性地描述的光束腰)。如示范性所例示,激光系统可包括激光1306,其经配置以产生激光束1302a;及光学总成1308,其经配置以聚焦激光束1302a来产生光束腰204。光学总成1308可包括透镜且可沿由箭头1308a所指示的方向移动来改变激光束202的光束腰相对于基板100的位置(例如沿z轴)。激光系统可进一步包括激光束导引系统1310,其经配置以将激光束202的光束腰相对于基板100及工件支撑系统横向地移动。在一实施例中,激光束导引系统1310可包括电流计、快速导引镜、声光偏转器、电光偏转器或类似物或其组合。因此,激光束导引系统1310可经操作以使光束腰相对于基板100加以扫描。

[0050] 装置1300可进一步包括控制器1312,其以可通讯方式耦接至激光系统的一或多个组件、耦接至工件支撑系统的一或多个组件或其组合。控制器可包括处理器1314及内存1316。处理器1314可经配置以执行通过内存1316储存的指令,以便控制激光系统、工件支撑系统或其组合中至少一组件的操作,以便可执行如上就图1至图12而言来示范性地描述的实施例。

[0051] 通常,处理器1314可包括定义各种控制功能的运算逻辑(未示出),且可呈专用硬件形式,诸如固线式状态机、执行可程序化指令的处理器及/或呈如熟习此项技术者将思及的不同形式。运算逻辑可包括数字电路、模拟电路、软件或此等类型中任何类型的混合组合。在一实施例中,处理器1314包括可程序化微控制器或其他处理器,该等其他处理器可包括一或多个经布置以根据运算逻辑来执行储存于内存1316中的指令的处理单元。内存1316可包括一或多种类型,包括半导体、磁性及/或光学种类,及/或可为依电性及/或非依电性种类。在一实施例中,内存1316储存可通过运算逻辑执行的指令。或者或另外,内存1316可储存通过运算逻辑调处的数据。在一布置中,运算逻辑及内存皆包括于控制器/处理器形式的运算逻辑中,该运算逻辑管理且控制装置1300的任何组件的操作态样,尽管在其他布置中,其可为独立的。

[0052] 前文说明本发明的实施例,且不欲解释为本发明的限制。虽然已描述本发明的少数示例实施例,但熟习此项技术者应易了解,在实质上不脱离本发明的新颖教导内容及优点的情况下,可能对示例实施例中进行许多修改。因此,所有此等修改意欲包括在如申请专利范围所界定的本发明的范畴内。因此,应理解,前文说明本发明且不欲解释为将本发明限于所揭示的本发明的特定示例实施例,并且对所揭示的示例实施例以及其他实施例的修改

皆欲包括在附加申请专利范围的范畴内。本发明通过以下申请专利范围来界定,其中包括该申请专利范围的等效物。

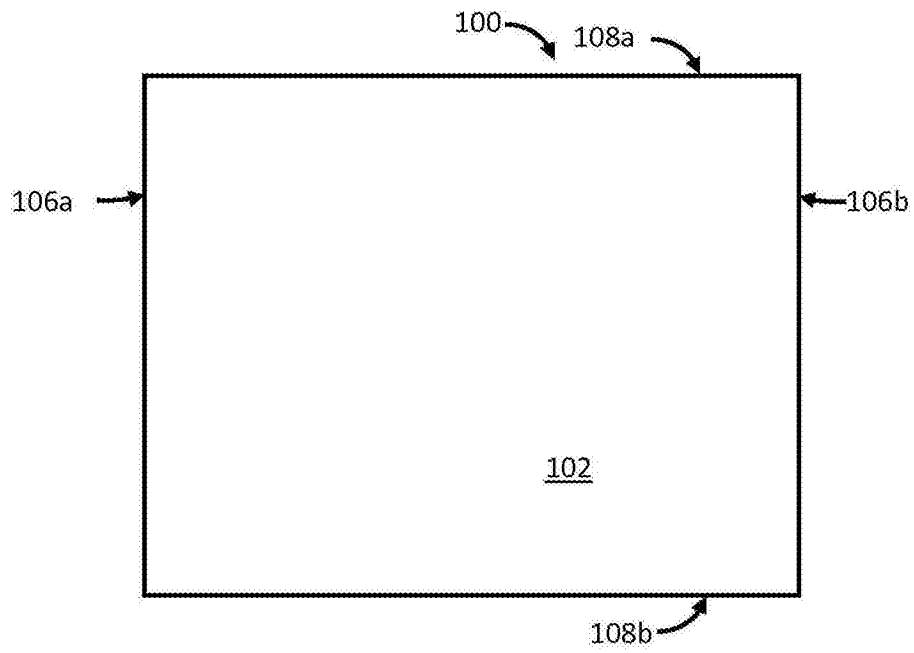


图1A

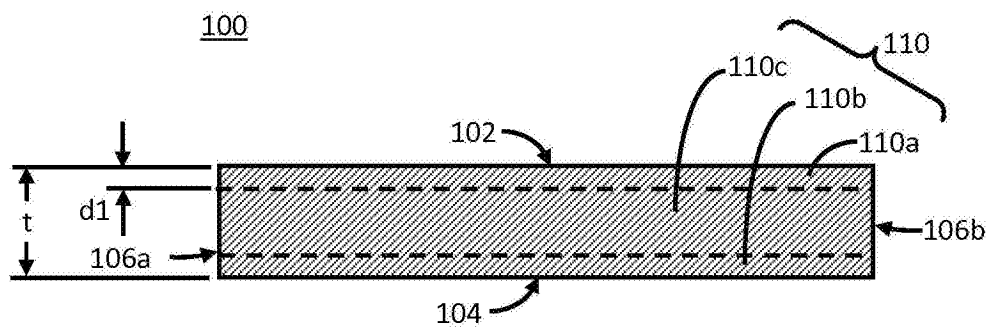


图1B

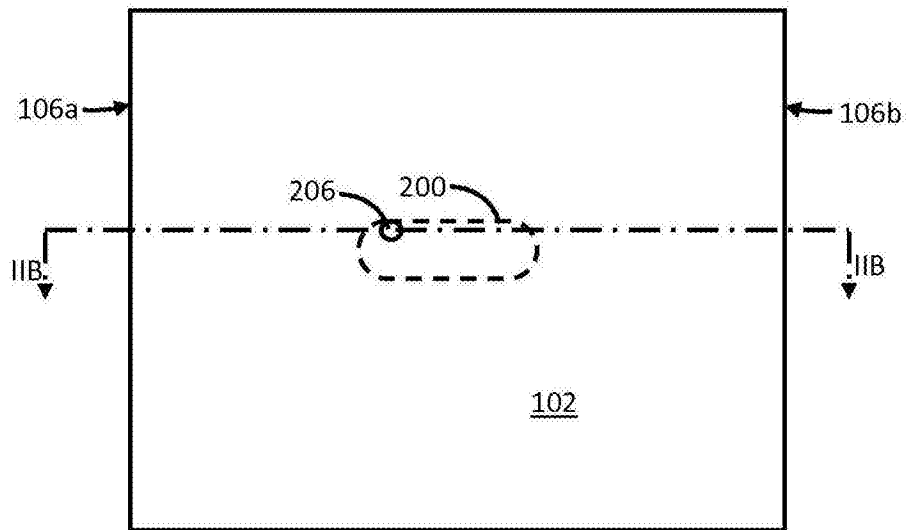


图2A

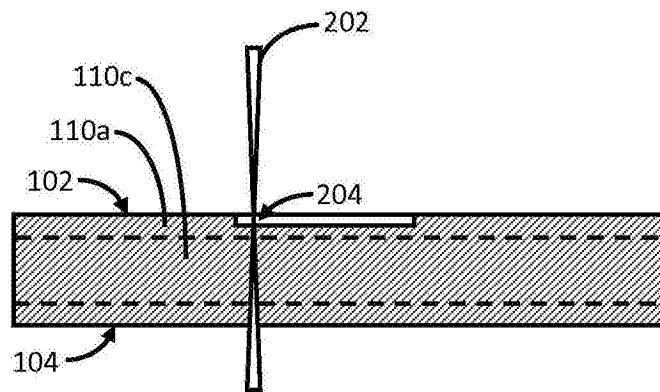


图2B

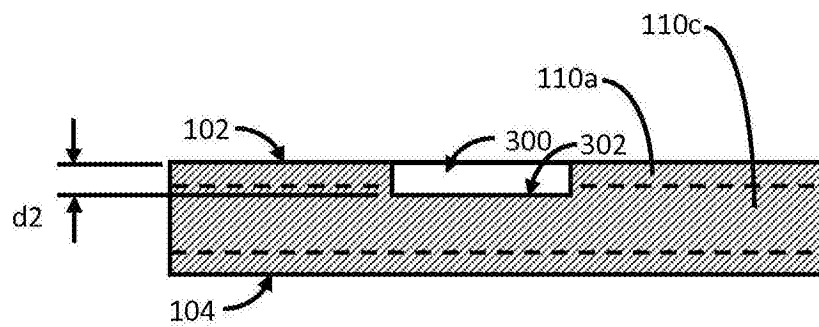


图3

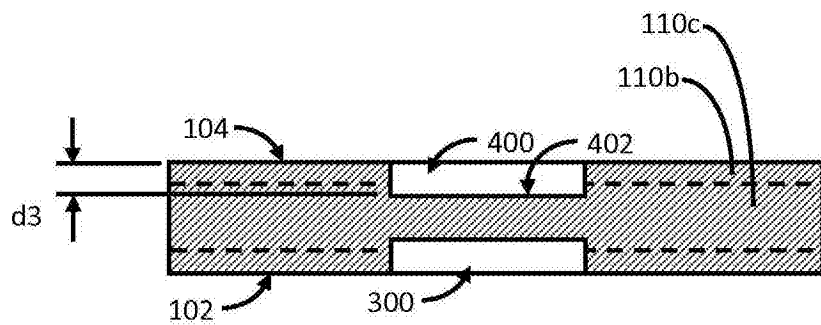


图4

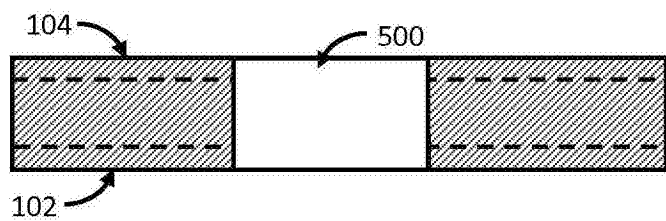


图5

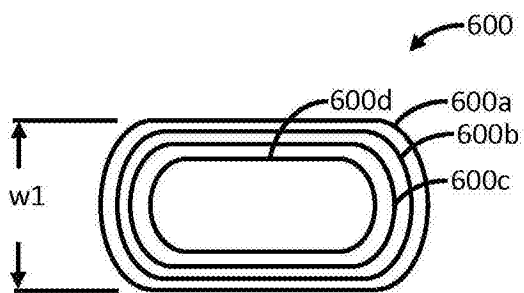


图6

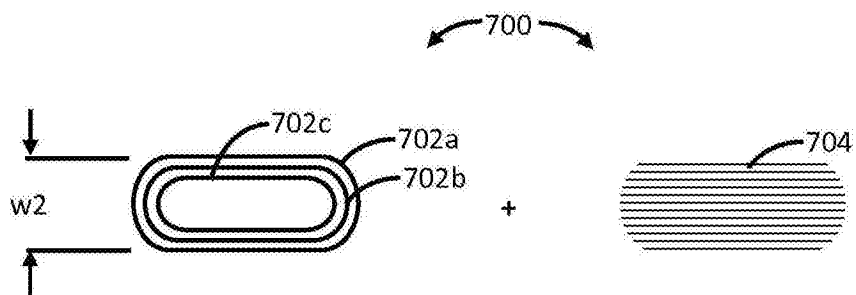


图7

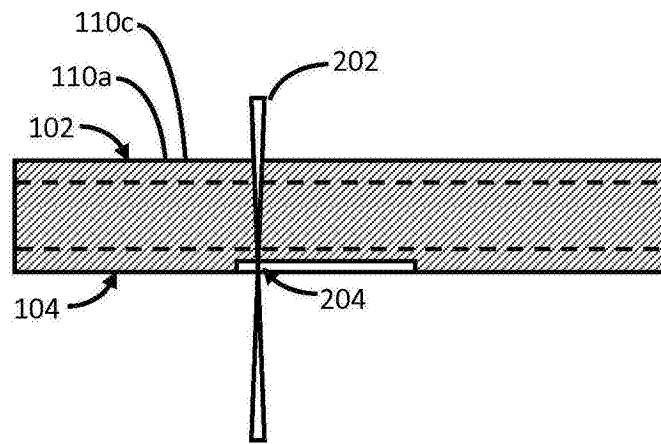


图8

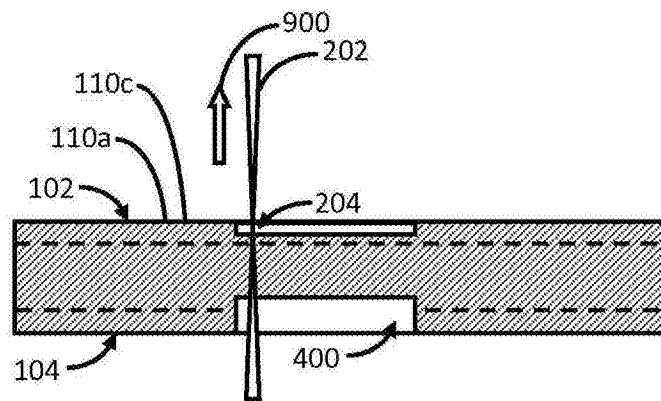


图9

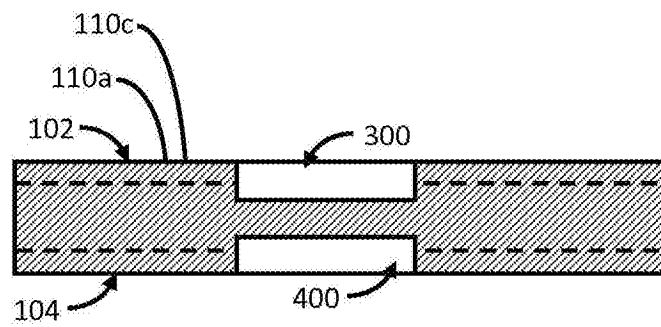


图10

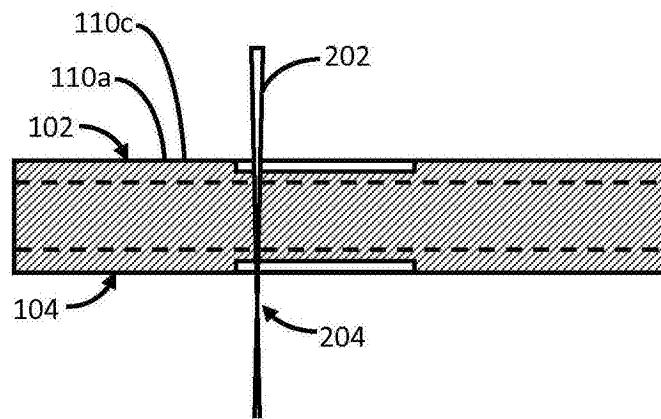


图11

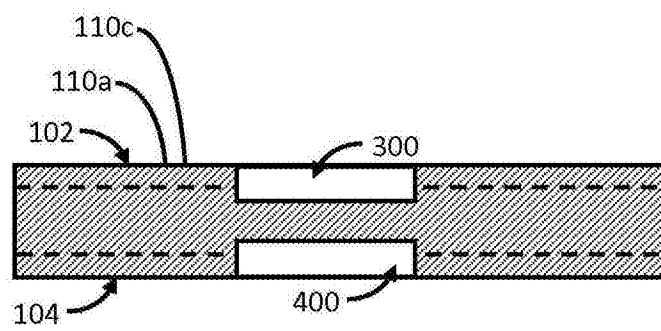


图12

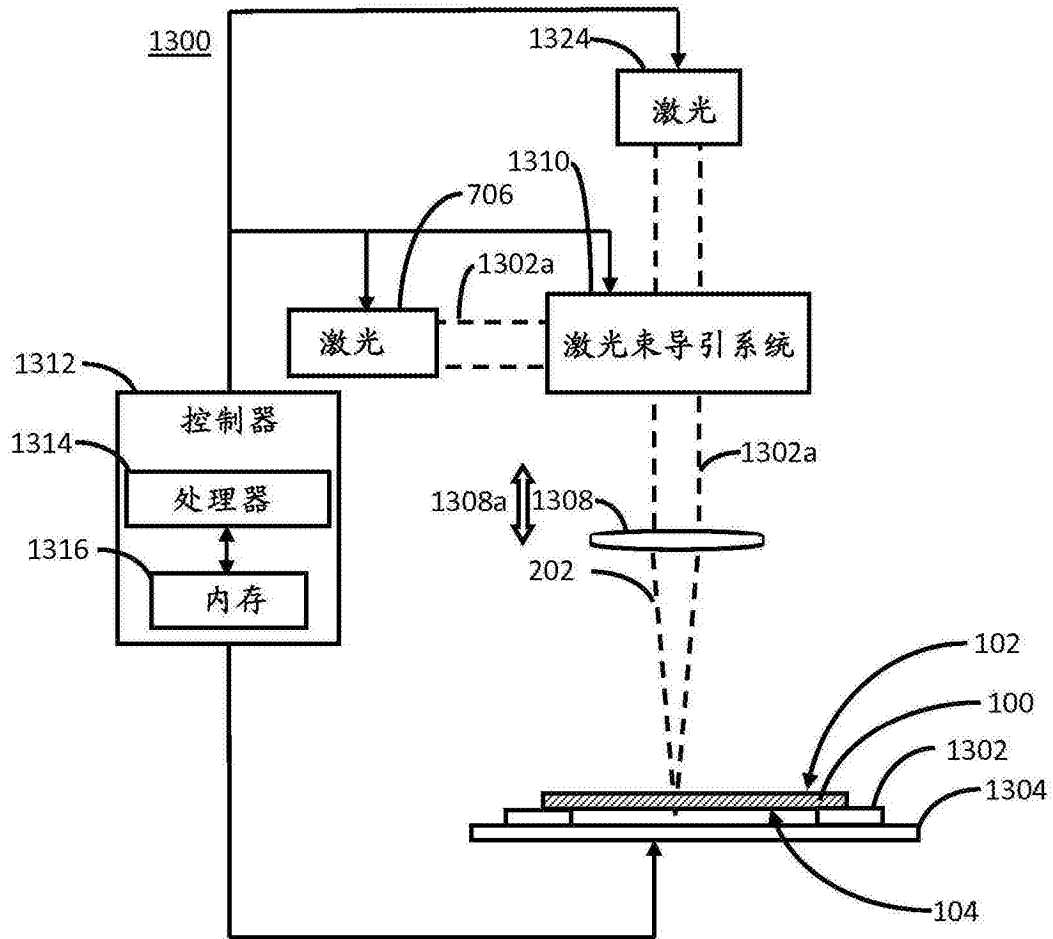


图13