



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110678423 B

(45) 授权公告日 2022.05.13

(21) 申请号 201880033763.2

C·G·斯图尔特

(22) 申请日 2018.03.15

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理师 张璐 项丹

申请公布号 CN 110678423 A

(43) 申请公布日 2020.01.10

(30) 优先权数据

(51) Int.Cl.

62/474,856 2017.03.22 US

C03B 33/09 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

C03B 33/02 (2006.01)

2019.11.21

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/US2018/022606 2018.03.15

WO 2016081330 A1, 2016.05.26

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2009320524 A1, 2009.12.31

WO2018/175193 EN 2018.09.27

US 2009320524 A1, 2009.12.31

(73) 专利权人 康宁股份有限公司

KR 100918124 B1, 2009.09.17

地址 美国纽约州

CN 105189022 A, 2015.12.23

CN 103097313 A, 2013.05.08

US 2011127242 A1, 2011.06.02

审查员 郑伊华

(72) 发明人 A·A·阿布拉莫夫

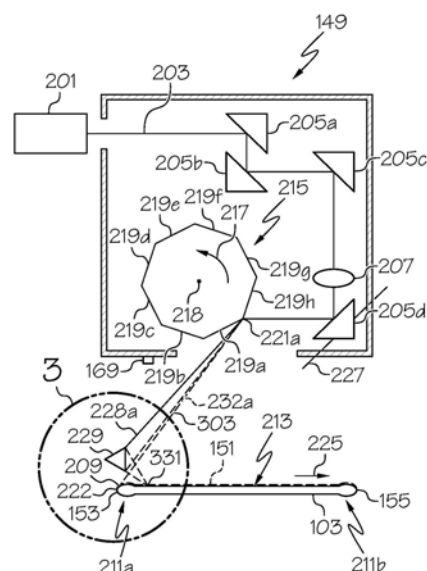
权利要求书3页 说明书23页 附图15页

(54) 发明名称

分离玻璃板条的方法

(57) 摘要

一种分离玻璃板条的方法,其包括:将玻璃板条上的分离路径暴露于激光束,所述激光束沿着分离路径产生热应力而不损坏玻璃板条。所述方法还包括:在分离路径处于热应力下的同时,并且该热应力是在将玻璃板条上的分离路径暴露于激光束期间产生,重新引导一部分的激光束以在分离路径上产生缺陷,玻璃板条随之响应于缺陷的产生而沿着分离路径分离。还提供了用于分离玻璃板条的设备,其具有至少一个激光束发生器和镜子,所述激光束发生器产生激光束以加热分离路径,所述镜子被构造用于反射激光束的端部以在玻璃板条上的分离路径的位置处产生缺陷。



1. 一种分离玻璃板条的方法,其包括:

将玻璃板条上的分离路径暴露于至少一个激光束以沿着分离路径产生热应力而不损坏玻璃板条,其中,一部分的所述至少一个激光束延伸离开玻璃板条的边缘;以及

在所述暴露期间重新引导该一部分的所述至少一个激光束以与分离路径的位置相交,其中,在所述暴露期间加热分离路径以沿着分离路径提供应力分布,同时,在所述暴露期间重新引导该一部分的所述至少一个激光束进一步加热分离路径的该位置,以在分离路径处于暴露期间所产生的热应力下的同时,在分离路径的该位置处产生缺陷,玻璃板条随之响应于缺陷的产生而沿着分离路径分离。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,在重新引导以产生缺陷期间,该部分的所述至少一个激光束从反射表面反射。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,对该部分的所述至少一个激光束进行聚焦以产生缺陷。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,在暴露期间沿着分离路径获得预定的热应力水平之后,产生缺陷。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,玻璃板条包括第一边缘以及与第一边缘相对的第二边缘,并且其中,分离路径从第一边缘延伸到第二边缘。

6. 如权利要求5所述的方法,其中,在第一边缘与第二边缘之间产生缺陷。

7. 如权利要求5所述的方法,其中,在与玻璃板条的第一边缘和第二边缘中的一者相距某距离处产生缺陷,其中,所述距离为0 mm至约25 mm。

8. 如权利要求5所述的方法,其中,所述暴露包括:使所述至少一个激光束在玻璃板条的主表面上的对应光束光斑处相交,并且使光束光斑沿着分离路径反复通过以沿着分离路径产生热应力。

9. 如权利要求8所述的方法,其中,使光束光斑反复通过包括:使光束光斑在单一方向上反复通过。

10. 如权利要求9所述的方法,其中,所述单一方向包括从玻璃板条的第一边缘向着玻璃板条的第二边缘延伸的方向,并且其中,相比于第二边缘,在更靠近第一边缘处产生缺陷。

11. 如权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个激光束沿着分离路径施加变化的功率密度来产生热应力。

12. 如权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个激光束包括多个激光束,以沿着分离路径产生热应力,所述多个激光束中的每个激光束沿着分离路径的对应区段产生热应力。

13. 如权利要求12所述的方法,其中,分离路径的每个区段与分离路径的至少一个相邻区段重叠。

14. 如权利要求1所述的方法,其中,玻璃板条包括玻璃片,分离路径沿着玻璃片的长度延伸,并且沿着分离路径的分离使玻璃片的边缘部分与玻璃片的中心部分分离。

15. 如权利要求1所述的方法,其中,玻璃板条包括玻璃带,分离路径沿着玻璃带的宽度延伸,并且沿着分离路径的分离使得从玻璃带分离出玻璃片。

16. 如权利要求1所述的方法,其中,玻璃板条包括多个层,并且多个层中的一个层的热膨胀系数与多个层中的另一层的热膨胀系数不相同。

17. 如权利要求1所述的方法,其中,对玻璃板条进行定位,使得整个分离路径位于所述至少一个激光束的焦深内。

18. 如权利要求17所述的方法,其中,所述至少一个激光束的焦深为约20 mm至约400 mm。

19. 一种用于分离玻璃板条的设备,包括:

至少一个激光束发生器,其被构造用于产生至少一个激光束,所述激光束加热从玻璃板条的第一边缘延伸到玻璃板条的相对的第二边缘的玻璃板条上的整个分离路径;和

镜子,其被定位成用于反射所述至少一个激光束的端部以与分离路径的位置相交,从而在所述至少一个激光束加热整个分离路径的同时,在玻璃板条上的分离路径的该位置处产生缺陷。

20. 如权利要求19所述的设备,其中,所述镜子包含抛物面镜。

21. 如权利要求19所述的设备,其还包括透镜,所述透镜用于聚焦激光束的端部。

22. 如权利要求19所述的设备,其还包括第一反射器,所述第一反射器包括能够围绕第一轴旋转的第一反射表面,所述至少一个激光束发生器中的第一激光束发生器与第一反射器对齐,以使得由第一激光束发生器产生的第一激光束将产生第一激光束光斑,当第一反射器旋转时,第一激光束光斑反射出镜子以与分离路径的该位置相交,并且当第一反射器旋转时,该第一激光束光斑沿着玻璃板条上的分离路径反复通过。

23. 一种用于分离玻璃板条的设备,包括:

至少一个激光束发生器,其被构造用于产生至少一个激光束,所述激光束加热从玻璃板条的第一边缘延伸到玻璃板条的相对的第二边缘的玻璃板条上的整个分离路径;

第一反射器,其包括能够围绕第一轴旋转的第一反射表面,所述至少一个激光束发生器的第一激光束发生器与第一反射器对齐,以使得由第一激光束发生器产生的第一激光束将产生第一激光束光斑,当第一反射器旋转时,该第一激光束光斑沿着玻璃板条上的分离路径反复通过;

第二反射器,其包含能够围绕第二轴旋转的第二反射表面,所述第二反射器与第一反射器对齐,使得当第二反射器旋转时,第一激光束光斑将在玻璃板条的传送方向上移动,

其中,第一反射器被定位成使得由第一激光束发生器产生的第一激光束先从第一反射器的第一反射表面反射出,再从第二反射器的第二反射表面反射出;以及

镜子,其被构造用于反射所述至少一个激光束中的激光束的端部以与分离路径的位置相交,从而在所述至少一个激光束加热整个分离路径的同时,在玻璃板条上的分离路径的位置处产生缺陷。

24. 如权利要求23所述的设备,其中,所述镜子包含抛物面镜。

25. 如权利要求23所述的设备,其还包括透镜,所述透镜用于聚焦激光束的端部以与分离路径的位置相交。

26. 一种用于分离玻璃板条的设备,包括:

至少一个激光束发生器,其被构造用于产生至少一个激光束,所述激光束加热从玻璃板条的第一边缘延伸到玻璃板条的相对的第二边缘的玻璃板条上的整个分离路径;

第二反射器,其包括能够围绕第二轴旋转的第二反射表面,所述至少一个激光束发生器的第一激光束发生器与第二反射器对齐,以使得由第一激光束发生器产生的第一激光束

将产生第一激光束光斑,当第二反射器旋转时,该第一激光束光斑将在玻璃板条的传送方向上移动;

第一反射器,其包含能够围绕第一轴旋转的第一反射表面,第一反射器与第二反射器对齐,以使得当第一反射器旋转时,由第一激光束产生的第一激光束光斑将沿着玻璃板条上的分离路径反复通过,

其中,第二反射器被定位成使得由第一激光束发生器产生的第一激光束将先从第二反射器的第二反射表面反射出,再从第一反射器的第一反射表面反射出;以及

镜子,其被构造用于反射所述至少一个激光束中的激光束的端部以与分离路径的位置相交,从而在所述至少一个激光束加热整个分离路径的同时,在玻璃板条上的分离路径的位置处产生缺陷。

27.如权利要求26所述的设备,其中,所述镜子包含抛物面镜。

28.如权利要求26所述的设备,其还包括透镜,所述透镜被构造用于聚焦激光束的端部以与分离路径的位置相交。

分离玻璃板条的方法

[0001] 本申请要求2017年3月22日提交的系列号为62/474,856的美国临时申请的优先权权益,本文以该申请的内容为基础并通过引用将其全文纳入本文,如同在下文完整阐述。

技术领域

[0002] 本公开一般涉及分离玻璃板条的方法,更具体地,涉及通过下述来分离玻璃板条的方法:在处于热应力下的分离路径上产生缺陷,玻璃板条随之响应于缺陷的产生而沿着分离路径分离。

背景技术

[0003] 分离玻璃带以获得具有所需尺寸的玻璃片是已知的。常规的分离技术是在玻璃带静止时实现分离。另一些常规分离技术在玻璃带移动时实现分离,由此避免从玻璃带分离玻璃片时,玻璃带沿着行进方向不间断通过。

发明内容

[0004] 下文给出了本公开的简化归纳,以便提供对具体实施方式所描述的一些实施方式的基本理解。以下描述了本公开的一些示例性实施方式,同时应理解任意实施方式可以单独使用或彼此组合使用。

[0005] 实施方式1:一种分离玻璃板条的方法,其可以包括:将玻璃板条上的分离路径暴露于至少一个激光束以沿着分离路径产生热应力而不损坏玻璃板条。所述方法可以包括:在分离路径处于在将玻璃板条上的分离路径暴露于所述至少一个激光束期间所产生的热应力下的同时,重新引导一部分的所述至少一个激光束以在分离路径上产生缺陷,玻璃板条随之响应于缺陷的产生而沿着分离路径分离。

[0006] 实施方式2:如实施方式1所述的方法,其中,在重新引导期间,该部分的所述至少一个激光束从反射表面反射以重新引导部分的激光路径,从而产生缺陷。

[0007] 实施方式3:如实施方式1和2中任一实施方式所述的方法,其中,对该部分的所述至少一个激光束进行聚焦以产生缺陷。

[0008] 实施方式4:如实施方式1-3中任一实施方式所述的方法,其中,在将玻璃板条上的分离路径暴露于所述至少一个激光束的同时,产生缺陷。

[0009] 实施方式5:如实施方式1-4中任一实施方式所述的方法,其中,在将玻璃板条上的分离路径暴露于所述至少一个激光束期间,在沿着分离路径获得预定的热应力水平后,产生缺陷。

[0010] 实施方式6:如实施方式1-5中任一实施方式所述的方法,其中,玻璃板条包括第一边缘以及与第一边缘相对的第二边缘,并且其中,分离路径从第一边缘延伸到第二边缘。

[0011] 实施方式7:如实施方式6所述的方法,其中,在第一边缘与第二边缘之间产生缺陷。

[0012] 实施方式8:如实施方式6所述的方法,其中,在与玻璃板条的第一边缘和第二边缘

中的一者相距某距离处产生缺陷,所述距离为0 mm至约25 mm。

[0013] 实施方式9:如实施方式6-8中任一个实施方式所述的方法,其中,在将玻璃板条上的分离路径暴露于所述至少一个激光束期间,所述至少一个激光束通过光束路径,所述光束路径延伸离开玻璃板条的第一边缘和第二边缘中的至少一者。

[0014] 实施方式10:如实施方式6-9中任一个实施方式所述的方法,其中,将玻璃板条上的分离路径暴露于所述至少一个激光束包括:使所述至少一个激光束在玻璃板条的主表面上的对应光束光斑处相交,并且使光束光斑沿着分离路径反复通过以沿着分离路径产生热应力。

[0015] 实施方式11:如实施方式10所述的方法,其中,使光束光斑反复通过包括:使光束光斑在单一方向上反复通过。

[0016] 实施方式12:如实施方式11所述的方法,其中,所述单一方向包括从玻璃板条的第一边缘向着玻璃板条的第二边缘延伸的方向,并且其中,相比于第二边缘,在更靠近第一边缘处产生缺陷。

[0017] 实施方式13:如实施方式1-12中任一个实施方式所述的方法,其中,所述至少一个激光束沿着分离路径施加变化的功率密度来产生热应力。

[0018] 实施方式14:如实施方式1-13中任一个实施方式所述的方法,其中,多个激光束沿着分离路径产生了热应力,并且每个激光束沿着分离路径的对应区段产生热应力。

[0019] 实施方式15:如实施方式14所述的方法,其中,分离路径的每个区段与分离路径的至少一个相邻区段重叠。

[0020] 实施方式16:如实施方式1-5中任一个实施方式所述的方法,其中,玻璃板条包括玻璃片,分离路径沿着玻璃片的长度延伸,并且其中,沿着分离路径的分离使玻璃片的边缘部分与玻璃片的中心部分分离。

[0021] 实施方式17:如实施方式1-15中任一个实施方式所述的方法,其中,玻璃板条包括玻璃带,分离路径沿着玻璃带的宽度延伸,并且其中,沿着分离路径的分离使得从玻璃带分离出玻璃片。

[0022] 实施方式18:如实施方式1-17中任一个实施方式所述的方法,其中,玻璃板条包括多个层,并且多个层中的一个层的热膨胀系数与多个层中的另一层的热膨胀系数不相同。

[0023] 实施方式19:如实施方式1-18中任一个实施方式所述的方法,其中,对玻璃板条进行定位,使得整个分离路径位于激光束的焦深内。

[0024] 实施方式20:如实施方式19所述的方法,其中激光束的焦深为约20 mm至约400 mm。

[0025] 实施方式21:一种分离玻璃板条的方法,所述方法可包括:以玻璃板条速度移动玻璃板条,所述玻璃板条速度包括在移动的玻璃板条的传送方向上的玻璃板条速度矢量。所述方法还可包括:将玻璃板条上的分离路径暴露于由至少一个激光束产生的至少一个激光束光斑,以沿着分离路径产生热应力,所述分离路径在横向于传送方向的方向上延伸。所述方法还可包括:以激光束光斑速度移动激光束光斑,所述激光束光斑速度包括在传送方向上的激光束光斑速度矢量,其等于玻璃板条速度矢量,其中,当玻璃板条以玻璃板条速度移动时,使分离路径连续暴露于激光束光斑以沿着分离路径连续产生热应力。所述方法还可包括:在分离路径处于在暴露分离路径以及移动激光束光斑期间所产生的热应力下时,重

新引导一部分的所述至少一个激光束以在分离路径上产生缺陷,玻璃板条随之响应于缺陷的产生而沿着分离路径分离。

[0026] 实施方式22:如实施方式21所述的方法,其中,在重新引导期间,该部分的所述至少一个激光束从反射表面反射以重新引导该部分的所述至少一个激光束,从而产生缺陷。

[0027] 实施方式23:如实施方式21和22中任一个实施方式所述的方法,其中,对该部分的所述至少一个激光束进行聚焦以产生缺陷。

[0028] 实施方式24:如实施方式21-23中任一个实施方式所述的方法,其中,移动激光束光斑包括:使所述至少一个激光束从旋转的反射表面反射出,以引起激光束光斑以激光束光斑速度矢量移动。

[0029] 实施方式25:如实施方式21-24中任一个实施方式所述的方法,其还包括:使激光束光斑在横向于传送方向的方向上沿着分离路径反复通过,以在暴露分离路径和移动激光束光斑期间,沿着分离路径产生热应力。

[0030] 实施方式26:如实施方式25所述的方法,其中,激光束光斑速度包含在横向于传送方向的方向上的另一个激光束光斑速度矢量,其中,激光束光斑在传送方向以及横向于传送方向的方向上移动,以使分离路径连续暴露于激光束光斑,而在玻璃板条以玻璃板条速度移动的同时,以及在激光束光斑在横向于传送方向的方向上沿着分离路径连续反复通过的同时,沿着分离路径连续产生热应力。

[0031] 实施方式27:如实施方式26所述的方法,其中,移动激光束光斑包括:使所述至少一个激光束从围绕第一轴旋转的第一反射表面反射出,以引起激光束光斑在横向于传送方向的方向上沿着分离路径反复通过,以及使所述至少一个激光束从围绕第二轴旋转的第二反射表面反射出,以引起激光束光斑以玻璃板条的传送方向上的激光束速度矢量移动。

[0032] 实施方式28:如实施方式27所述的方法,其中,所述至少一个激光束先从第一反射表面反射出,再从第二反射表面反射出。

[0033] 实施方式29:如实施方式27所述的方法,其中,所述至少一个激光束先从第二反射表面反射出,再从第一反射表面反射出。

[0034] 实施方式30:如实施方式27-29中任一个实施方式所述的方法,其中,第一轴垂直于第二轴。

[0035] 实施方式31:如实施方式25-30中任一个实施方式所述的方法,其中,使光束光斑反复通过的步骤包括:使光束光斑在横向于传送方向的单一方向上反复通过。

[0036] 实施方式32:如实施方式31所述的方法,其中,所述单一方向包括从玻璃板条的第一边缘向着玻璃板条的第二边缘延伸的方向,并且其中,相比于第二边缘,在更靠近第一边缘处产生缺陷。

[0037] 实施方式33:如实施方式21-32中任一个实施方式所述的方法,其中,在激光束光斑以激光束光斑速度移动的同时,产生缺陷。

[0038] 实施方式34:如实施方式21-33中任一个实施方式所述的方法,其中,在移动激光束光斑期间沿着分离路径获得预定的热应力水平之后,产生缺陷。

[0039] 实施方式35:如实施方式21-34中任一个实施方式所述的方法,其中,所述至少一个激光束光斑包括多个激光束光斑,在暴露分离路径期间,每个激光束光斑沿着分离路径的对应区段产生热应力。

[0040] 实施方式36:如实施方式35所述的方法,其中,分离路径的每个区段与分离路径的至少一个相邻区段的一部分重叠。

[0041] 实施方式37:如实施方式21-36中任一实施方式所述的方法,其中,玻璃板条包括长度和宽度,并且传送方向是玻璃板条的长度的方向。

[0042] 实施方式38:如实施方式21-36中任一实施方式所述的方法,其中,玻璃板条包括从成形主体拉制出的玻璃带,并且传送方向是玻璃带的拉制方向。

[0043] 实施方式39:一种用于分离玻璃板条的设备,其可包括至少一个激光束发生器,以产生沿着分离路径行进的激光束,其中,激光束加热从玻璃板条的第一边缘延伸到玻璃板条的相对的第二边缘的整个分离路径。所述设备还可包括镜子,其被构造用于反射激光路径的端部以在玻璃板条上的分离路径的位置处产生缺陷。

[0044] 实施方式40:如实施方式39所述的设备,其中,所述镜子包含抛物面镜。

[0045] 实施方式41:如实施方式39所述的设备,其还包括透镜,所述透镜被构造用于聚焦激光路径的端部。

[0046] 实施方式42:如实施方式39-41中任一实施方式所述的设备,其还包括第一反射器,所述第一反射器包括可围绕第一轴旋转的第一反射表面。在该实施方式中,激光束发生器可与第一反射器对齐,以使得由所述至少一个激光束发生器产生的激光束将产生激光束光斑,当第一反射器旋转时,该激光束光斑沿着玻璃板条上的分离路径在激光路径中反复通过。

[0047] 实施方式43:一种用于分离玻璃板条的设备,其包括至少一个激光束发生器和第一反射器,所述第一反射器包含可围绕第一轴旋转的第一反射表面。激光束发生器与第一反射器对齐,以使得由所述至少一个激光束发生器产生的激光束将产生激光束光斑,当第一反射器旋转时,该激光束光斑沿着玻璃板条上的分离路径反复通过。所述设备还包括第二反射器,其包含可围绕第二轴旋转的第二反射表面。所述第二反射器与第一反射器对齐,使得当第二反射器旋转时,激光束光斑将在玻璃板条的传送方向上移动。第一反射器位于第二反射器的上游,使得由激光束发生器产生的激光束先从第一反射器的第一反射表面反射出,再从第二反射器的第二反射表面反射出。所述设备还包括镜子,其被构造用于反射激光路径的端部以在玻璃板条上的分离路径的位置处产生缺陷。

[0048] 实施方式44:如实施方式43所述的设备,其中,所述镜子包含抛物面镜。

[0049] 实施方式45:如实施方式43所述的设备,其还包括透镜,所述透镜被构造用于聚焦激光路径的端部。

[0050] 实施方式46:一种用于分离玻璃板条的设备,其包括至少一个激光束发生器、第一反射器和第二反射器。第二反射器包含可围绕第二轴旋转的第二反射表面。激光束发生器与第二反射器对齐,以使得由所述至少一个激光束发生器产生的激光束将产生具有激光束光斑的激光路径,当第二反射器旋转时,激光束光斑将在玻璃板条的传送方向上移动。第一反射器包含可围绕第一轴旋转的第一反射表面。第一反射器与第二反射器对齐,以使得当第一反射器旋转时,由所述至少一个激光束产生的激光束光斑将沿着玻璃板条上的分离路径反复通过。第二反射器位于第一反射器的上游,使得由激光束发生器产生的激光束将先从第二反射器的第二反射表面反射出,再从第一反射器的第一反射表面反射出。所述设备还包括镜子,其被构造用于反射激光路径的端部以在玻璃板条上的分离路径的位置处产生

缺陷。

[0051] 实施方式47:如实施方式46所述的设备,其中,所述镜子包含抛物面镜。

[0052] 实施方式48:如实施方式46所述的设备,其还包括透镜,所述透镜被构造用于聚焦激光路径的端部。

附图说明

[0053] 参照附图阅读下文的具体实施方式,可以更好地理解本公开的这些特征、方面和优点以及其它特征、方面和优点,其中:

[0054] 图1是被构造用于拉制玻璃带的熔合下拉设备以及示例性玻璃带分离设备的示意图;

[0055] 图2是示例性玻璃分离设备沿着图1的线2-2的截面示意图,其中,玻璃带上的分离路径的上游端暴露于激光束;

[0056] 图3是在图2的视图3处截取的示意性镜子的放大图;

[0057] 图4例示了玻璃带上的分离路径的中间位置暴露于激光束;

[0058] 图5例示了玻璃带上的分离路径的下游端暴露于激光束;

[0059] 图6例示了位于激光束的焦深内的玻璃带上的路径;

[0060] 图7是图6的玻璃带的侧视图,其例示了沿着玻璃带的分离路径的变化的功率密度;

[0061] 图8例示了在分离路径上在玻璃带中产生缺陷的步骤;

[0062] 图9例示了另一个实施方式,其中分离路径暴露于多个激光束,每个激光束沿着分离路径的对应区段产生热应力;

[0063] 图10是使玻璃带上的上游位置处的分离路径暴露的设备的透视示意图;

[0064] 图11是使中间位置处的分离路径暴露的图10的设备的透视示意图;

[0065] 图12是使下游位置处的分离路径暴露的图10的设备的透视示意图;

[0066] 图13是图12的设备的透视示意图,其中,响应于在分离路径处于热应力下的同时在分离路径上产生缺陷,玻璃带沿着分离路径而从玻璃带分离出玻璃片;

[0067] 图14是使玻璃带上的上游位置处的分离路径暴露的另一个设备的透视示意图;

[0068] 图15是使中间位置处的分离路径暴露的图14的设备的透视示意图;

[0069] 图16是使下游位置处的分离路径暴露的图14的设备的透视示意图;

[0070] 图17是图16的设备的透视示意图,其中,响应于在分离路径处于热应力下的同时在分离路径上产生缺陷,玻璃带沿着分离路径而从玻璃带分离出玻璃片。

具体实施方式

[0071] 下面将参考附图更完整地描述设备和方法,附图中显示了本公开的示例性实施方式。只要可能,在所有附图中使用相同的附图标记来表示相同或类似的部分。但是,本公开可以以许多不同的形式实施并且不应被解读成限于本文中提出的实施方式。

[0072] 应当理解,本文所述的具体实施方式旨在是示例性的,因此是非限制性的。由此,本公开涉及用于分离玻璃板条的方法和设备。在一些实施方式中,玻璃板条可包括由任何玻璃成形方法或玻璃制造方法形成的玻璃带。玻璃带可以由玻璃成形设备或玻璃制造设备

直接提供,可以作为可卷绕或盘绕到芯上的玻璃带卷来提供,或者可作为自立式玻璃带提供。在另一些实施方式中,玻璃板条可包括由任何玻璃成形方法或玻璃制造方法形成的玻璃片。玻璃片可作为从玻璃带中分离出的玻璃片来提供;作为从另一个玻璃片分离出的玻璃片来提供;作为一个或多个玻璃片来提供,并且该一个或多个玻璃片作为卷绕或盘绕到芯上的一个或多个玻璃片的卷来提供;作为玻璃片的堆叠体来提供;或者作为自立式玻璃片来提供。

[0073] 可根据本文公开的实施方式分离玻璃板条,以形成一个或多个另外的玻璃板条。在一些实施方式中,从玻璃板条分离出的所述一个或多个另外的玻璃板条可包括玻璃带。该玻璃带可以从由玻璃成形设备或玻璃制造设备直接提供的玻璃带分离出,可以从作为可卷绕或盘绕到芯上的玻璃带卷来提供的玻璃带分离出,或者可以从作为自立式玻璃带来提供的玻璃带分离出。在其他实施方式中,从玻璃板条分离出的所述一个或多个另外的玻璃板条可包括玻璃片。该玻璃片可以从由玻璃成形设备或玻璃制造设备直接提供的玻璃带分离出,可以从作为可卷绕或盘绕到芯上的玻璃带卷来提供的玻璃带分离出,或者可以从作为自立式玻璃带来提供的玻璃带分离出。在另一些实施方式中,玻璃片可从作为以下来提供的玻璃片分离出:从玻璃带分离出的玻璃片,作为从另一个玻璃片分离出的玻璃片来提供的玻璃片,从作为卷绕或盘绕到芯上的一个或多个玻璃片的卷来提供的玻璃片,作为玻璃片的堆叠体来提供的玻璃片,或者作为自立式玻璃片来提供的玻璃片。

[0074] 在另一些实例中,可以对玻璃板条进行分离以使边缘部分与玻璃板条的剩余部分分离。另外,可以弃去边缘部分或在另外的应用中进一步加工。

[0075] 从玻璃板条分离出的玻璃片可适于进一步加工成所需的显示应用。玻璃片可用于广泛的显示应用,包括液晶显示器(LCD)、电泳显示器(EPD)、有机发光二极管显示器(OLED)、等离子体显示器面板(PDP)等。可能需要将玻璃片从一个位置运输到另一个位置。可以使用常规支承框架运输玻璃片,所述常规支承框架被设计用于将玻璃片堆叠体固定在适当位置。另外,可在每个玻璃片之间放置夹层材料,以有助于防止接触并因此保护玻璃片的原始表面。

[0076] 现将描述待被分离的玻璃板条包含玻璃带的一些实施方式,但是本公开的设备和方法不限于此。实际上,本公开的设备和方法可用于分离各种玻璃板条中的任何一种,例如上文所述的玻璃板条。

[0077] 在一些实施方式中,分离包含玻璃带的玻璃板条的方法可与被构造用于制造玻璃带的玻璃制造设备结合使用,但是在另外的实施方式中可以提供其他玻璃加工设备。在一些实施方式中,玻璃制造设备可包含狭缝拉制设备、浮浴设备、下拉设备、上拉设备、压辊设备或其他玻璃带制造设备。举例而言,图1示意性地例示了用于加工一定量玻璃熔体的设备,其包括用于熔合拉制玻璃带103的熔合下拉设备101,所述玻璃带103用于随后分离,例如,分离成另一个玻璃板条,如所例示的玻璃片104。熔合下拉设备101可包括熔化容器105,其接收来自储料仓109的批料107。可通过由发动机113提供动力的批料输送装置111来引入批料107。可使用任选的控制器115来启动发动机113,以将所需量的批料107引入到熔化容器105中,如箭头117所示。可使用玻璃熔体探针119来测量竖管123内的玻璃熔体121的液位,并且通过通信线路125将测量到的信息传递至控制器115。

[0078] 熔合下拉设备101还可包括第一调节工位(例如澄清容器127),其位于熔化容器

105的下游,并且通过第一连接管道129连接到熔化容器105。在一些实施方式中,玻璃熔体可以通过第一连接管道129,利用重力从熔化容器105进料到澄清容器127中。例如,重力可以驱动玻璃熔体通过第一连接管道129的内部通路,从熔化容器105到达澄清容器127。在澄清容器127内,可通过各种技术移除玻璃熔体中的气泡。

[0079] 熔合拉制设备还可包括第二调节工位,例如玻璃熔体混合容器131,其可以位于澄清容器127的下游。玻璃熔体混合容器131可用来提供均匀的玻璃熔体组合物,从而减少或消除不均匀性导致的波筋,否则,其可存在于离开澄清容器的经过澄清的玻璃熔体中。如图所示,澄清容器127可以通过第二连接管道135连接到玻璃熔体混合容器131。在一些实施方式中,玻璃熔体可以通过第二连接管道135从澄清容器127借助重力进料到玻璃熔体混合容器131中。例如,重力可以驱动玻璃熔体通过第二连接管道135的内部通路而从澄清容器127到达玻璃熔体混合容器131。

[0080] 熔合拉制设备还可包括另一个调节工位,例如输送容器133,其可以位于玻璃熔体混合容器131的下游。输送容器133可以调整要进料到成形装置中的玻璃。例如,输送容器133可起到蓄积器和/或流量控制器的作用,以用来调节玻璃熔体的流量并向成形容器提供一致的玻璃熔体的流量。如图所示,玻璃熔体混合容器131可以通过第三连接管道137连接到输送容器133。在一些实施方式中,玻璃熔体可以通过第三连接管道137从玻璃熔体混合容器131借助重力进料到输送容器133。例如,重力可以驱动玻璃熔体通过第三连接管道137的内部通路而从玻璃熔体混合容器131到达输送容器133。

[0081] 如图进一步所示,可对下导管139进行定位以将玻璃熔体121从输送容器133输送到成形容器143的进口141。然后,可以从成形楔147的根部145熔合拉制出玻璃带103,并且随后通过玻璃分离设备149分离成玻璃板条,例如另一个玻璃带或所例示的玻璃片104。图1例示了玻璃分离设备149的总体示意图,其中图2-5、7和8示意性例示了玻璃分离设备149的示例性特征。实际上,如图所示,玻璃分离设备149可以沿着在方向225(参见图2)上延伸的分离路径151,从玻璃带103分割出玻璃片104,所述方向225横向于传送方向,例如拉制方向1001。如图1所示,在本公开的任何一个实施方式中,横向于传送方向1001的方向225可以包括与传送方向1001垂直或者相对于传送方向成另一个角度的方向225。在一些实施方式中,方向225沿着在玻璃带103的第一外边缘153与第二外边缘155之间的玻璃带103的宽度“W”延伸。如图1所示,在一些实施方式中,玻璃带103的传送方向1001可包括玻璃带的拉制方向。在所例示的实施方式中,传送方向1001可以是正从成形容器143熔合下拉的玻璃带103的熔合拉制方向。或者,如果玻璃带正从玻璃带卷解绕,则传送方向可以被认为是玻璃带沿着其从玻璃带卷拉制出的方向。进一步地,如果玻璃板条(例如玻璃带、玻璃片等)正沿着行进路径通过,则传送方向可被认为是玻璃板条沿着行进路径行进的方向。

[0082] 在一个实施方式中,如图1所示,玻璃带103的长度可以被认为是从成形楔147的根部145延伸到玻璃带103的外端171(例如下端)的玻璃带103的总长度“L1”。在另一些实施方式中,玻璃带103的长度可被认为是玻璃带的总长度“L1”的一部分。例如,玻璃带103的长度可以被认为是沿着垂直于玻璃带103的宽度“W”的方向的玻璃带的尺寸。附加地或替代性地,玻璃带103的长度可以被认为是沿着玻璃带103的拉制方向1001的玻璃带的尺寸。

[0083] 在另一个实施方式中,玻璃分离设备149可以从玻璃板条分离出边缘部分(例如边缘板条部分)。例如,如图1所示,玻璃分离设备149可以沿着横向于玻璃片104的传送方向延

伸的分离路径163将玻璃片104的边缘部分159与玻璃片104的中心部分161分离,其中,分离路径163在玻璃片104的第一边缘165与第二边缘167之间延伸。在所例示的实施方式中,分离路径163沿着垂直于玻璃片104的传送路径的玻璃片的长度“L2”延伸。

[0084] 图2例示了在图1中示意性例示的一种示例性玻璃分离设备149。玻璃分离设备可包括产生激光束203的激光束发生器201。在一个实施方式中,激光束发生器产生CO₂激光束,其可利用相对较长的脉冲来加热选定的路径,所述相对较长的脉冲可以近似于可使用的连续能量流。因此,激光束203可被设计用于加热玻璃带(或玻璃板104)上的选定路径而不会损坏玻璃带。出于本申请的目的,加热玻璃带上的选定路径而不损坏玻璃带旨在意味着对路径进行加热,但是不以原本会在没有缺陷的情况下导致玻璃带分离的方式损坏玻璃带。加热选定路径而不损坏玻璃带的实例可包括:加热但不熔化玻璃带,加热但不烧蚀玻璃带,加热但在玻璃带中不产生整体裂纹,以及加热但不刻划玻璃带。事实上,激光束203可避免损坏玻璃带,以下文所述的施加缺陷之前,沿着玻璃带(例如玻璃带103或玻璃片104)的分离路径151、163产生所需水平的热应力而不会分离玻璃带。

[0085] 如图2进一步所示,示例性的玻璃分离设备149可以进一步包括任选的反射器205a、205b、205c、205d的系列以及一个或多个光学透镜207,它们被构造用于在玻璃带103或玻璃片104的外边缘部分211a、211b或第一主表面213上提供激光束光斑209。在本申请中,激光束可沿着某路径移动,并且激光束光斑209被认为是暴露于激光束203的玻璃板条的表面区域,在此处,激光束203与玻璃板条的表面相交。在一些实施方式中,激光束光斑可以包含圆形或矩形激光束光斑或者椭圆形激光束光斑,其最大外尺寸显著小于分离路径151的总长度。在这样的实施方式中,如下所述,可在施加缺陷之前沿着分离路径反复扫描激光束光斑。在本公开的另一些实施方式中,激光束光斑可以包含跨越分离路径151的整个长度的长激光束光斑。例如,长激光束光斑可以包含静止的激光束光斑,其不在玻璃带103上扫描或以其他方式相对于玻璃带103移动。相反,长激光束光斑可以同时照射整个分离路径。在一些实施方式中,在未重新引导的情况下,激光束甚至可延伸大于分离路径的整个长度,和/或可沿着某路径延伸离开玻璃板条的边缘。实际上,在下文所述的一些实施方式中,一部分激光束(例如,原本会投射到延伸离开玻璃板条的边缘的那部分激光束)可被重新引导以在分离路径151上产生缺陷。

[0086] 在一些实施方式中,如果激光束光斑显著小于分离路径151的总长度,则玻璃分离设备149可包含第一反射器,例如所例示的多边形反射器215。第一反射器可包含第一反射表面。例如,如图2所示,所例示的多边形反射器215可包含八边形反射器,其中,第一反射表面可包含八个反射表面区段219a-h,它们可以彼此是一体的或者是作为彼此紧邻安装的各单独区段来提供。另外,虽然可以使用八边形反射器,但是根据本公开的方面,可以使用具有更多或更少反射表面区段的其他反射器。第一反射器的第一反射表面或者任何反射表面,或本公开的任何反射器的反射表面可包含镜子的表面,其反射来自镜子的反射表面、抛光金属的反射表面或其他反射表面的光。在例示的实施方式中,如图所示,反射表面可以是平坦的,但是在另外的实施方式中可以提供弯曲表面(例如凹表面、凸表面)。

[0087] 在一个实施方式中,所述方法可包括以下步骤:通过顺时针或逆时针旋转第一反射器而沿着玻璃带103或玻璃片104暴露分离路径151、163中的任意一者或两者。例如,如图2-6和8-9所示,多边形反射器215可以围绕第一旋转轴218以逆时针方向217旋转,以在激光

束203的选定路径中依次定位八个反射表面区段219a-h中的每个反射表面区段。附图所示的例示旋转描述了使激光束光斑209扫掠的原理。多边形反射器215的真实构造和/或旋转将取决于各种因素,例如激光束光斑209是否在从玻璃带的第一外边缘153到第二外边缘155的极端位置之间扫掠,或者激光束光斑209是否如图2-3和6-16所示的扫掠过玻璃带的至少一个边缘。

[0088] 如下所述,激光束可加热玻璃带上的分离路径151。在全部的附图中,分离路径151示意性地显示为断线,应理解,实际的分离路径与玻璃带重合,例如与玻璃带的边缘部分和/或主表面重合。如图所示,分离路径151可沿着玻璃带103的外边缘部分211a、211b和面向玻璃分离设备149的玻璃带103的第一主表面213,从第一外边缘153延伸到第二外边缘155,但是分离路径可沿着玻璃带的相对主表面延伸,或者在玻璃带的两个主表面之间的中间位置处。实际上,如图所示,分离路径151可与外边缘部分211a、211b的外表面重合延伸,并且也可与玻璃带103的第一主表面213重合延伸。此外,如图所示,第一外边缘部分211a可包括第一外边缘153,并且第二外边缘部分211b可包括第二外边缘155,其中分离路径151可在玻璃带的大部分或整个宽度“W”上延伸。同样地,参考图1,玻璃片104可包括第一边缘165和第二边缘167,其中,分离路径163可在玻璃片104的大部分或整个长度“L2”上延伸。

[0089] 现将论述利用示例性多边形反射器215来加热分离路径151的示例性方法。例如,如图2所示,随着第一反射表面区段219a穿过激光束的路径,第一反射表面区段219a的第一边缘部分221a初始穿过激光束203的路径以使激光束(如激光束路径228a所示)从镜子229反射出。如在228b处(参见图3)所示,从镜子229反射出的激光束203然后被引导以在位置331处与分离路径151相交。在一个实施方式中,如图7所示,在位置331处的激光束光斑703可具有细长的长度,其在分离路径151的方向上的长度大于垂直于分离路径的方向上的长度。提供具有细长长度并且所述长度沿着分离路径151延伸的激光束光斑703可促进沿着分离路径151正确形成和扩展裂纹。

[0090] 在一个实施方式中,如图示意性所示,镜子229可包含抛物面镜或其他镜子,其被设计成反射激光束203以通过多边形反射器215围绕第一旋转轴218在逆时针方向217上的旋转角度而将位置331持续暴露于激光束光斑703。实际上,如图2所示,随着多边形反射器215继续旋转,激光束路径228a在镜子229上扫描而得到新的路径232a。如在232b处所示,从镜子229(例如抛物面镜)反射出的激光束203仍然被引导到在位置331处与分离路径151相交。实际上,在所例示的实施方式中,随着多边形反射器215围绕第一旋转轴218以逆时针方向217旋转通过旋转角度,在激光束在镜子上扫描而从路径228a到路径232a的整个时间,激光束203持续地在位置331处与分离路径151相交。

[0091] 在一些实施方式中,位置331的覆盖区域与激光束光斑703的覆盖区域匹配,以使得在多边形反射器215的旋转角度期间,激光束光斑703照射整个位置331。在另一些实施方式中,位置331可以比激光束光斑703的覆盖区域更大,其中,激光束光斑通过多边形反射器215的旋转角度而移动某距离。无论激光束光斑703和位置331的相对尺寸如何,由于激光束光斑703在位置331内的停留时间增加,因此位置331优先于并超越分离路径151的其他部分而被加热。另外,如下所述,随着激光束光斑209在分离路径上扫掠,因此位置331被进一步加热。

[0092] 最终,多边形反射器215将旋转过旋转角度,以使激光203不被抛物面镜229反射。

虽然未示出,但是在一些实施方式中,一旦多边形反射器215刚好进行了充分的旋转以使得激光203不被抛物面镜反射,则激光可从镜子旁经过并暴露出玻璃带103的外边缘部分211a上的分离路径151。在另一些实施方式中,如图3中的路径301所示,一旦多边形反射器215进行了充分的旋转以使得激光203不被抛物面镜反射,则激光可在镜子229与玻璃带103的外边缘153之间通过,使得激光不撞击玻璃带而是行进离开玻璃带103的第一外边缘部分211a的外边缘153。提供行进离开外边缘153的激光束可最大程度地暴露分离路径151并由此使沿着大部分或整个分离路径151的应力最大化。

[0093] 如图3进一步所示,无论激光束是否行进离开外边缘153,多边形反射器215的旋转最终造成沿着路径303行进的反射激光束将玻璃带103上的分离路径151的上游端222暴露于激光束光斑209。实际上,如图所示,分离路径151的上游端222被暴露于激光束光斑209,由此在该位置处加热分离路径151。随着多边形反射器215继续围绕第一旋转轴218以逆时针方向217旋转,第一反射表面区段219a的角度改变,使得激光束光斑209沿着方向225行进,所述方向225从第一外边缘部分211a朝向玻璃带103的第二外边缘部分211b延伸。如图7所示,激光束光斑209最终通过先前被反射的激光束光斑703加热的位置331,从而进一步加热位置331。如图所示,在一些实施方式中,反射的激光束光斑703可以具有比激光束光斑209更小的覆盖区域,以在位置331处提供对激光束的暴露增加的聚集区域。

[0094] 图4例示了正在旋转的多边形反射器215,使得第一反射表面区段219a的中间部分221b随后穿过激光束203的路径以进行反射,并将分离路径151的中间位置401暴露于激光束光斑209,从而在该位置处加热路径。

[0095] 如图5进一步所示,多边形反射器215甚至可以围绕第一旋转轴218以逆时针方向217进一步旋转,使得第一反射表面区段219a的第二边缘部分221c随后穿过激光束的路径507以进行反射,并将分离路径151的下游端501暴露于激光束光斑209,从而在该位置处加热分离路径。围绕第一旋转轴218以逆时针方向217进一步增量旋转将造成第二反射表面区段219b的第一边缘部分503穿过激光束203的路径,其中,激光束光斑209将从分离路径151的下游端501消失并在沿着路径228a-228b行进之后重新出现在位置331处,如图3所示。当然,由于真实的激光束包含有限的直径,因此存在短暂的瞬间,其中激光束将同时从相邻的反射表面区段的相邻部分反射。在这一瞬间,激光束光斑209可以部分出现与扫掠路径的极端位置相关的位置。例如,在短的时间内,激光束203将同时从第一反射表面区段219a的第二边缘部分221c和第二反射表面区段219b的第一边缘部分503反射。在这一瞬间,激光束光斑209可以部分出现在图5所示的位置处以及部分出现在图2-3中的位置331处。

[0096] 因此,加热的步骤可包括:使激光束光斑209沿着分离路径151反复通过,以沿着分离路径151产生热应力。另外,在所例示的实施方式中,使激光束光斑209反复通过的步骤可任选地包括:使激光束光斑209在单个方向225上反复通过。实际上,随着多边形反射器215在围绕第一旋转轴218以所例示的逆时针方向217旋转时,各个反射表面区段219a-h穿过激光的路径,激光束光斑209始终在单个方向225上从分离路径151的上游端222移动到下游端501。取决于多边形反射器215的旋转速度,激光束光斑可以各个速度沿着单个方向225行进。例如,激光束光斑可以约0.5 km/s至约6 km/s,例如约1 km/s至约5 km/s,例如约2 km/s至约4 km/s,例如约3 km/s沿着分离路径151行进。

[0097] 进一步地,除了使激光束光斑209沿着分离路径151反复通过以沿着分离路径151

产生热应力之外,当扫掠离开第一外边缘153的一部分激光被重新引导以将位置331暴露于激光束光斑703时,位置331还优先于分离路径的其他部分而被加热,由此进一步加热分离路径151的该区域。

[0098] 虽然未示出,但是在另外的实施方式中,分离路径151可以各种方式被加热。例如,可以提供多个激光束发生器201,并且/或者由激光束发生器产生的激光束可以被分裂成两个或更多个激光束,以从不同的镜子和/或多边形反射器的相同镜子的不同部分同时反射激光束。因此,根据玻璃分离设备149的光学构造,可以提供多个激光束光斑,其沿着分离路径151在单个方向225上或沿着相反的方向同时行进。在另一个实施方式中,由激光束发生器201产生的激光束203可以延伸成同时加热整个分离路径151的细长的激光束光斑。在这样的实施方式中,激光束光斑209可以保持静止,同时加热整个分离路径151,并且同时,被引导离开第一外边缘153的一部分激光束被重新引导,以对位置331进行额外的加热。在另一些实例中,可以提供多个静止的激光束光斑以加热整个分离路径151。例如,各个静止的激光束光斑可以首尾相连定位,其中,全部的激光束光斑的总长度沿着分离路径151的整个长度延伸,或者大于分离路径151的整个长度,同时,被引导离开外边缘153的一部分激光束被重新引导以对位置331进行额外加热。在另一些实施方式中,静止的激光束光斑可以彼此部分重叠定位,其中全部的激光束光斑的总长度也沿着分离路径151的整个长度延伸或延伸大于整个长度。

[0099] 在另一个实施方式中,可以提供多个玻璃分离设备149,每个玻璃分离设备将总分离路径的某区段暴露于激光束光斑209。例如,如图9所示,可以提供多个玻璃分离设备149,任选地,其可以与先前描述的玻璃分离设备149相似或相同。应注意,虽然图9中描绘了五个玻璃分离设备149,但是该描绘不应限制所附权利要求的范围,因为在所要求保护的主题的实施方式中可使用任何数目的玻璃分离设备(例如1、2、3至大于5个玻璃分离设备)。每个玻璃分离设备149可以产生激光束902、904、906、908、910,利用每个激光束提供的相应的激光束光斑209,可沿着总分离路径,沿着对应的加热区段901、903、905、907、909产生热应力。在一些实施方式中,各加热区段可以首尾相连以沿着玻璃带103加热分离路径。然而,如图所示,各个加热区段可以在重叠区域911、913、915、917处重叠至少一个相邻的加热区段,以对各区段之间的分离路径提供充分的加热。在一些实施方式中,各重叠区域可以包含重叠长度,其是加热区段901、903、905、907、909中的至少一个加热区段的长度的约5%至约40%,例如是其中的至少一个加热区段的长度的约10%至约30%,例如约10%至约25%。在一个实施方式中,每个对应的加热区段901、903、905、907、909的长度可以为约800毫米(mm),并且每个重叠区域911、913、915、917的重叠长度为约100 mm。提供所述区段和任选的重叠区域可以帮助实现沿着沿玻璃带延伸的总分离长度具有足够的热应力水平。

[0100] 如图9进一步所示,可利用镜子,例如上文所述的抛物面镜229对一部分激光束进行重新引导以产生缺陷801。或者,如图所示,可以提供光学布置,其中,镜子(例如所例示的平面镜919)沿着路径228a、303并且在路径228a、303之间反射激光,以在位置331处聚焦(例如利用透镜921),从而提供与上文关于图7所论述的相似或相同的束光斑轮廓。如图所示,透镜921可以在激光被镜子919反射之前在上游提供,使得激光束在被镜子919反射之前开始聚焦。在替代性实施方式中,透镜921可以位于镜子919的下游,使得激光束被镜子919反射后再开始聚焦。虽然在图9中示出了平面镜919和透镜921作为对部分的激光束重新引导

的方法,但是在本公开的任何实施方式中可以提供这样的构造。

[0101] 本公开的一些实施方式示出了激光束光斑在玻璃带的大部分上行进,例如在玻璃带的整个尺寸上行进,在另一些实施方式中,还显示出激光束光斑行进出玻璃带。因此,分离路径151、163可以同样地在玻璃带的大部分上延伸,例如在玻璃带的整个尺寸上延伸。例如,如所例示的,激光束光斑209沿着从第一外边缘153到第二外边缘155的玻璃带103的整个宽度“W”通过,使得分离路径151延伸玻璃带103的整个宽度“W”。同样地,如图1进一步例示的,激光束光斑209沿着从第一边缘165到第二边缘167的玻璃片104的整个长度“L2”通过,使得分离路径163延伸玻璃片104的整个长度“L2”。在一些实施方式中,分离路径151、163可以是约50 mm至约5000 mm,例如约50 mm至约1000 mm,但是在另一些实施方式中,激光束光斑209可以沿着更长或更短的路径行进。

[0102] 激光束光斑209可包括圆形光斑,但是在另一些实施方式中可以提供椭圆形或其他光斑形状。当光斑的强度分布确定为 $1/e^2$ 时,圆形激光束光斑在聚焦的束腰处的最小直径可以是约1 mm至约2 mm,但是在另一些实施方式中可以提供其他尺寸。同样地,椭圆形或其他光斑形状的最大长度可以是约1 mm至约3 mm,但是在另外的实施方式中可以提供其他尺寸。例如,当利用静止的激光束时,激光束光斑形状可以基本上是细长的,并且长度为几十厘米,例如长度超过1米。可以利用一个或多个静止的激光束光斑来暴露分离路径151。

[0103] 如上所述,如图3的路径301所示,激光束可以扫掠离开分离路径的至少一端,例如分离路径151的上游端222和/或下游端501。实际上,如图3中的路径301所示,激光束可扫掠离开分离路径151的上游端222。另外,如图6中的路径601所示,在另一些实施方式中,激光束可扫掠离开分离路径151的下游端501。提供激光束扫掠离开上游端222和下游端501二者的构造可帮助将分离路径151最大程度地暴露于通过激光束的加热,并且确保分离路径151的所有部分实现足够的热应力水平。另外,允许激光束扫掠离开上游端或下游端中的至少一端允许抛物面镜229或其他镜子将行进离开分离路径的端部的激光束的能量重新引导,从而对其重新引导而暴露分离路径151的位置331,以进一步加热该部分的分离路径。

[0104] 如图6进一步例示的,在沿着玻璃带暴露分离路径151的同时,可以对玻璃带进行定位,使得整个分离路径151位于激光束的焦深“DOF”以内。焦深“DOF”可通过下式来计算:

[0105] 其中“F”是透镜207的焦距,“D”是透镜之前的光束直径,并且“ λ ”是波长。

[0106] 将整个分离路径151定位在激光束203的焦深内可有助于提高能量从激光束转移到分离路径151的效率。由于激光束的焦深超过分离期间玻璃翘曲,玻璃带的厚度变化和运动的幅度,因此焦深能够实现厚度可变的非平坦玻璃的分离,并且玻璃也可移动或在一定程度上改变相对于激光束发生器201的取向。在一些实施方式中,焦深“DOF”可以是约20 mm至约400 mm,例如约20 mm至约200 mm,但是在另一些实施方式中,可以提供其他焦深。

[0107] 此外,在一些实施方式中,除了玻璃带的路径外,整个玻璃带也可以位于焦深内。在本公开的方法期间,激光束的焦深可足够地大以超过玻璃厚度变化、玻璃翘曲或玻璃带相对于激光束发生器的位置的其他可能改变,并因此超过玻璃带上的分离路径相对于激光束发生器的位置的变化。

[0108] 另外,在一些实施方式中,当激光束光斑沿着分离路径151反复通过时,在玻璃带的主表面上的激光束光斑209的尺寸发生变化,在接近分离路径的端部处尤其如此。例如,当激光束203沿着扫掠路径603或扫掠路径605聚焦时(尽管可以提供其他扫掠路径),在玻

璃带的主表面上的激光束光斑209的尺寸可以沿着分离路径151变化,同时玻璃带仍然保持在焦深内。

[0109] 如图7所示,如果沿着扫掠路径605行进,则激光束光斑209可以沿着分离路径151施加变化的功率强度,如所例示的截断的椭圆功率密度区域701所示,这是因为激光束光斑209的直径和形状沿着分离路径151发生了变化。激光束光斑209在玻璃带的表面上的椭圆功率密度区域701是截断的,这是因为在图7所示的实施方式中,激光束光斑有意地行进离开玻璃带,并且剩余部分的功率密度通过镜子(例如抛物面镜229)被重新引导到位置331,其中另一端可以包括任意的非截断的椭圆形功率密度区域,在该区域中激光行进离开玻璃带的第二外边缘153。

[0110] 当外边缘部分211a、211b包含增厚的边缘凸缘时,使用在增厚的边缘(例如边缘凸缘)处或附近产生最大功率密度的两个激光束203,并且各个激光束光斑的各部分在玻璃带的中心区域中重叠,甚至可以更有益于分离玻璃带。由于最大功率密度更加靠近增厚的边缘或者位于增厚的边缘处,因此更高的热应力可针对增厚的边缘凸缘,从而得到有所增加的热应力。同时,由激光束光斑的尾部所提供的相对较低的功率密度部分重叠可以因为来自重叠的激光束光斑的双重暴露而提供增强的热应力。这种重叠也可在图9中所示的重叠区域911、913、915、917处提供,其中,双重暴露可解释在加热区段的外端处具有较低的功率密度,从而帮助沿着沿玻璃带延伸的总分离路径实现足够水平的热应力。

[0111] 分离路径151的局部加热在玻璃带的不同部分之间建立了温差,其沿着分离路径151产生了热应力。如上所述,可以进行加热分离路径151的过程,直到获得预定的应力水平。在一些实施方式中,优选的预定应力水平是与沿着分离路径151的温度相对应的应力,该温度是玻璃的应变温度点的约70%至约100%,例如是玻璃应变点的约80%至约100%,例如约90%至约100%,例如约95%至约100%。该加热水平避免了在玻璃带中产生残余应力。在另一些实施方式中,预定的应力水平是与沿着分离路径151的温度相对应的应力,所述温度是从玻璃的应变点至最高达玻璃的退火点。虽然可能有更低的温度,但有时可能期望达到相对较高的温度以使沿着分离路径151的热应力最大化。提供相对较高的热应力可有助于在施加缺陷后缩短分离时间,如下有更完整论述。在一些实施方式中,在形成缺陷后,分离时间可以是约0.1秒至约3秒,但是在另一些实施方式中可能有其他的分离时间。

[0112] 将分离路径加热到期望的热应力水平所必需的时间可取决于各种因素,例如激光功率、玻璃类型、玻璃的尺寸、其厚度或其他因素。在一些实施方式中,在CO₂激光功率为约300 W至约1.5 kW且玻璃厚度为约0.1 mm至约3 mm的情况下,分离路径151、163可以在约0.1秒至约5秒内被充分加热。

[0113] 如上所述,分离玻璃带(例如玻璃带、玻璃片等)的方法可包括以下步骤:将玻璃带上的分离路径151暴露于至少一个激光束光斑209以沿着分离路径产生热应力而不损坏玻璃带。所述方法还可包括以下步骤:在分离路径处于在将玻璃带上的分离路径暴露于至少一个激光束光斑209的步骤期间所产生的热应力下的同时,在分离路径上产生缺陷,玻璃带随之响应于缺陷的产生而沿着分离路径分离。

[0114] 在一个实施方式中,在将分离路径暴露于所述至少一个激光束光斑209的步骤期间,在沿着分离路径151获得预定的热应力水平后,产生缺陷。实际上,由于整个分离路径处于预定的热应力水平下,因此缺陷的引发直接导致玻璃带响应于缺陷的产生而沿着分离路

径分离。在缺陷正在产生时开始分离,或者在缺陷产生之后立即开始分离。因此,玻璃带的分离可以是缺陷导致的直接结果,该缺陷基于通过激光束光斑209实现的预定的热应力水平,使整体裂纹沿着整个分离路径迅速扩展来分离玻璃带,而无需其他分离力的辅助,例如弯曲、淬火或以其他方式使玻璃片受到应力。如本文所用,术语“整体裂纹”是指延伸通过玻璃带的整个厚度的裂纹。相比于常规技术,本公开各方面的分离玻璃板条(例如玻璃带)的时间可显著缩短分离玻璃板条所必需的时间。因此,相比于常规技术,本公开的各方面在期望迅速分离玻璃板条的应用中可以是有益的。例如,在拉制速度增加的应用中,快速分离可以有利益于在玻璃带的给定行进长度内能够发生分离。另外,本公开的方法甚至可在高温条件下分离玻璃带。例如,虽然在玻璃带处于室温时可发生分离,但是当玻璃带处于通常低于玻璃应变点的高温时也可发生分离,例如处于最高至400°C的温度时也可发生分离,但是在另一些实施方式中可以提供其他最高温度。因此,本公开的方法可在玻璃带在成形过程期间或其他加工程序期间冷却之前,先提供分离。

[0115] 在一个实施方式中,如图8所示,在上文所述的任何一个实施方式中,可在进行将选定的分离路径暴露于所述至少一个激光束光斑209以沿着分离路径产生热应力的步骤的同时,进行产生缺陷的步骤。在暴露分离路径的同时产生缺陷可有助于沿着分离路径保持足够的热应力水平,以直接响应于缺陷的产生而迅速发生分离。在一些实施方式中,暴露选定的分离路径的步骤可在产生缺陷的步骤开始之后完成,并且甚至可以继续直到完成沿着分离路径分离玻璃带。在暴露分离路径的同时产生缺陷的另一个优点是减少了不可控的断裂的可能性,当先产生缺陷再暴露时,在暴露(加热)期间可能开始不可控的断裂。这能够可靠地分离强化玻璃、层压玻璃结构以及具有高内应力的任何其他玻璃产品。在对路径进行暴露的同时产生缺陷的另一个优点是缩短分离所需的总时间。

[0116] 在另一些实施方式中,暴露选定的分离路径151的步骤可以刚好在缺陷产生之前完成,在缺陷产生的时候完成,在缺陷产生之后立即完成,或缺陷产生之后不久完成。在这样的实施方式中,当沿着分离路径具有足够的残余热应力以提供沿着分离路径的分离时,仍可产生缺陷。然而,在一些实施方式中,通过在产生缺陷的同时,甚至是在产生缺陷之后(例如在玻璃带的整个分离期间)将分离路径151持续暴露于所述至少一个激光束光斑209,可以提高分离速度。实际上,在产生缺陷的同时持续暴露分离路径可通过维持沿着分离路径的预定热应力(例如最大热应力)而提高分离的速度。然而,应避免过分暴露分离路径,从而最大程度地减少或避免由于过热而导致沿着分离边缘产生残余应力。

[0117] 可以各种方式来进行产生缺陷的步骤。例如,如图1示意性所示,在一个实施方式中,可通过例如用机械工具168[例如,划轮、压头、旋转工具(旋转盘)、金刚石尖端等]机械接合玻璃带103来产生缺陷。实际上,划线器的尖端可产生缺陷801,例如表面缺陷(例如表面裂纹)。在另外的实施方式中,缺陷可作为点缺陷或划线来提供。虽然未示出,但是可以提供支承装置,例如空气轴承或机械接触式支承构件,以有助于抵消由划线器所施加的力,从而促进产生缺陷801。

[0118] 在另一个实施方式中,如图1所示,可以利用激光束发生器169产生缺陷,该激光束发生器169不同于用于加热分离路径151的激光束发生器201。如图1所示,激光束发生器169可以独立于玻璃分离设备149。在另一些实施方式中,激光束发生器169可以被安装成与玻璃分离设备149一起移动。例如,如图2、4-6、8和9所示,激光束发生器169可以被安装于框

架、底架或玻璃分离设备149的其他结构特征。在一些实施方式中,玻璃分离设备149的移动可使得激光束发生器169对应地移动。在这样的实施方式中,安装激光束发生器169以与玻璃分离设备149一起移动可以简化激光的对准以在适当的时间照射位置331。实际上,在玻璃分离设备149跟随移动的玻璃带来加热分离路径151的实施方式中,激光束发生器169可同样地移动并且始终聚焦于分离路径151的位置331,而无需激光束发生器169来调整其位置以追踪移动的玻璃带,或者无需在随玻璃带一起移动的位置331与激光束发生器169对齐时的确切时刻激活激光束发生器169,测定这样的确切时刻。此外,可远离玻璃带103足够的距离(例如与玻璃带相距1.5米或更大)安装激光束发生器169,以减少热从玻璃带103辐射到激光束发生器169。因此,可避免由于来自玻璃带103的热而对激光束发生器169进行的增强的昂贵冷却。

[0119] 在一个实施方式中,激光束发生器169可产生脉冲激光,其可用于产生缺陷801,例如表面缺陷,但是也可以提供亚表面缺陷。在一些实施方式中,通过激光束发生器169产生的缺陷801可包含裂纹、点缺陷、划线或其他缺陷,其中,所述缺陷可任选地通过烧蚀工艺产生。在一些实施方式中,激光束发生器169可包含脉冲串模式的低功率CO₂激光器,其由于CO₂激光脉冲串诱导的热应力而产生缺陷801。在另一些实施方式中,激光束发生器169可包括短脉冲二极管泵浦固态激光器(DPSS激光器),其可以由于脉冲诱导的烧蚀来引发缺陷801。在本公开的任何实施方式中,缺陷801可包含在分离路径151的方向上延伸的细长烧蚀,以帮助沿着分离路径151适当地引导玻璃带分离。

[0120] 在另一个实施方式中,缺陷801可以由用于加热分离路径151以沿着分离路径151产生应力分布的相同的激光束发生器201引发。实际上,如前所述,在一些实施方式中,由激光束发生器201产生的一部分激光束可被重新引导,以进一步加热位置331而产生缺陷801。使用相同的激光束发生器201可降低设备的复杂性,同时仍允许一旦沿着分离路径151获得足够的应力水平则引发缺陷801。实际上,随着分离路径151被加热以沿着分离路径提供所需的应力分布,该位置在更高的温度下被进一步加热,其中,缺陷801(例如烧蚀)被设计成一旦沿着分离路径151获得所需的应力分布则出现缺陷。因此,一旦位置331暴露于由激光束发生器201产生的激光束足以沿着分离路径151在玻璃带103中产生缺陷801,则发生玻璃带的分离,这是因为分离路径151已经被相同的激光束发生器201加热而沿着分离路径151产生了所需的应力分布。

[0121] 在一些实施方式中,缺陷可位于与被暴露于激光束光斑的玻璃带一侧相对的面向外的一侧上。在另一些实例中,缺陷可位于被暴露于激光束光斑的面向内的一侧上,甚至可以在玻璃带的两侧上包括缺陷。仍进一步地,缺陷还可以位于玻璃带的外边缘上,一个角上,两个角上(例如两个缺陷),或者缺陷可以从面向内的表面延伸到面向外的表面的连续缺陷。

[0122] 在一些实施方式中,提供作为划线的缺陷可以有益于帮助沿着分离路径151、163的方向引导适当的整体裂纹。例如,划线可具有沿着分离路径151、163延伸的长度以及垂直于分离路径的宽度。在一些实施方式中,划线可包含表面烧蚀形式的烧蚀线,其可以形成表面凹槽或其他缺陷。示例性的划线可具有各种长度和宽度,例如在约0.5 mm至约5 mm范围内的长度和约0.1 mm至约0.3 mm范围内的宽度。如果作为表面缺陷来提供,则取决于玻璃的类型,缺陷的深度可以是约5微米至约500微米。例如,在化学强化玻璃的情况中,可以提

供较深的缺陷以达到超过玻璃带的化学强化层。

[0123] 可以沿着分离路径151、163,在任何位置处提供缺陷801,例如在分离路径上提供缺陷801。在一个实施方式中,缺陷位于玻璃带的第一外边缘153和第二外边缘155中的一者附近。在一个实施方式中,可以有利的是使缺陷位于激光束光斑209扫描开始的第一外边缘153附近,如下所述。例如,如图8所示,可在玻璃带103的第一外边缘153与第二外边缘155之间施加缺陷801,或者在另一些实施方式中,可在第一边缘和/或第二边缘处提供缺陷。在第一边缘与第二边缘之间施加缺陷可以有益于帮助确保裂纹在缺陷位置处开始扩展而不是在可能存在于玻璃带边缘处的边缘缺陷处开始扩展。另外,在玻璃带103的第一边缘与第二边缘之间施加缺陷还可使得更快地分离玻璃带。在一些实施方式中,可以在通常在玻璃带103的外边缘部分211a、211b处出现的增厚边缘凸缘上产生缺陷。替代性地,如图8和9所示,可以在增厚的边缘凸缘的内侧任选地提供缺陷。如图8和9所示,在一些实施方式中,可以与第一边缘(例如153、165)相距距离“D”产生缺陷801,其中,在一些实施方式中,“D”是0 mm,在这种情况下,缺陷801在外边缘处产生。在一些实施方式中,可以如下的距离“D”来产生缺陷801,所述距离“D”为0 mm至约50 mm,例如0 mm至约35 mm,例如0 mm至25 mm,例如约0 mm至约10 mm。事实上,可以沿着分离路径在任何位置处产生缺陷801。此外,可以沿着分离路径产生两个或任何多个缺陷,并且分离可以在从第一边缘向着第二边缘的方向上发生,在从第二边缘到第一边缘的方向上发生,或者分离可以在朝向第一边缘和第二边缘二者的两个方向上发生。例如,在分离路径的中心部分处可以提供一个或多个缺陷801,其中,可以利用在相反方向(即,朝向第一边缘的方向和朝向第二边缘的方向)上同时扩展的一个或多个裂纹来发生分离。

[0124] 在一些实施方式中,可以在分离路径的中心部分处或更靠近玻璃带103的第一边缘或第二边缘产生缺陷。在一个实施方式中,如图8所示,相比于第二外边缘155,可以更靠近第一外边缘153来产生缺陷801。当激光束光斑209如上所述在单一方向225上从玻璃带的第一外边缘153向着玻璃带的第二外边缘155行进时,提供更靠近玻璃带的第一外边缘153(例如,与第一外边缘153相距距离“D”)的缺陷801可以是特别有益的。在这样的实施方式中,玻璃带103的第一外边缘153在单一方向225上沿着激光束光斑209的行进路径位于上游。由于整体裂纹倾向于在激光束光斑209的单一方向225上扩展,因此更靠近玻璃带的第一外边缘153定位缺陷可以帮助在方向225上,在玻璃带的宽度(或长度)上,在下游迅速扩展整体裂纹。此外,可以足够紧密的距离“D”定位缺陷801,以允许整体裂纹也在上游扩展而与第一外边缘153相交。

[0125] 另外,参考图9,可对激光束902、904、906、908、910进行计时,以允许每个激光束的激光束光斑沿对应的单一方向225a、225b、225c、225d、225e以顺序模式行进,从而使得相邻的激光束光斑可以沿着重叠区域911、913、915、917共存。因此,激光束光斑可以沿着单一方向在玻璃带的总宽度或长度上基本上连续行进,以帮助沿着总分离路径迅速驱动整体裂纹。

[0126] 上述任何的方法可以应用于分离玻璃板条,例如玻璃片或玻璃带。因此,关于玻璃带103论述的实施方式也可以应用于玻璃片104或其他玻璃板条。例如,如关于图1所例示的,分离路径151可在玻璃带103的第一外边缘153与第二外边缘155之间的玻璃带103的宽度“W”上延伸。在这样的实施方式中,产生缺陷使得从玻璃带103分离出玻璃片104,如图1所

示。在同样如图1所例示的另一些实施方式中,分离路径163可沿着玻璃片的第一边缘165与第二边缘167之间的玻璃片104的长度“L2”延伸。在这样的实施方式中,产生缺陷可将玻璃片104的边缘部分159与玻璃片104的中心部分161分离。

[0127] 上述任何的方法可促进分离各种玻璃带,其可以是平坦的(如图所示)或可以具有非平坦的(例如翘曲的)构造,例如弯曲成C形状、S形状或其他构造。此外,任何的方法可促进分离具有基本上均匀厚度或非均匀的可变厚度的玻璃带。例如,如图所示,可对具有相对较厚的边缘凸缘和相对较薄的中心部分的玻璃带进行分离。

[0128] 在另一个实施方式中,当玻璃带相对静止或者当玻璃带运动时,可对玻璃带进行分离。例如,随着玻璃带从成形构件拉制出,可在其运动时对玻璃带进行分离,或者,如果玻璃带相对于成形构件略微摆动和/或扭动,可以对玻璃带进行分离。仍进一步地,本公开的任何方法可用于分离处于高温的玻璃带,所述高温大致不超过玻璃带的应变点。

[0129] 此外,本公开的方法可用于分离非强化玻璃或强化玻璃。例如,方法可用于分离强化的玻璃带(例如化学强化的玻璃带),其包含至少一个处于压缩的外层以及另一个处于张力中的层。在一个具体的实施方式中,本公开的方法可用于分离在两侧上均得到强化的强化玻璃带,其中,玻璃带的两个主表面处于压缩中,而玻璃带的中心部分处于张力中。

[0130] 在另一些实施方式中,本公开的方法可用于分离包含层压的玻璃带层的玻璃带。在一个实施方式中,层压结构可具备压缩表面层和处于张力下的中心层。在另一个实施方式中,层压结构可具备两个压缩表面层,并且在该两个压缩层之间夹有处于张力下的中心层。在另一些实施方式中,本公开的方法可用于分离层压玻璃带层,其中,多个层中的至少两个层包含不同的组成和/或不同的热膨胀系数。在另一些实施方式中,玻璃带可以是化学强化或热强化的玻璃带,其中,玻璃带包含通过离子交换或热加工产生的表面压缩应力层。

[0131] 在另一些实施方式中,激光束的焦深可以超过玻璃带厚度变化的幅度、翘曲的幅度、玻璃相对于光束源运动的幅度或加工条件中的其他变化的幅度。

[0132] 图10-17示出了可以在玻璃带沿着玻璃带长度的方向移动的同时分离玻璃带103的示例性设备和方法。除非另外指出,否则上述以及关于图1-9所述的本公开的方面可以应用于图10-17的示例性设备和方法。

[0133] 图10-13例示了用于从玻璃带103分离出玻璃片104的一种示例性玻璃分离设备1049。图14-17例示了用于从玻璃带103分离出玻璃片104的另一种示例性玻璃分离设备1449。图10-13和图14-17的实施方式可以与图1-9所示的实施方式相似或相同,但是可以进行简化以任选地移除其中的一个或多个反射器205a-c。每个玻璃分离设备1049、1449包括至少一个激光器,例如产生激光束203的激光束发生器201,如上文更完整论述的。每个玻璃分离设备1049、1449还包括第一反射器,例如上文所述的多边形反射器215。如前所述,多边形反射器215可以包括先前论述的第一反射表面。第一反射表面可围绕第一旋转轴218旋转(例如以逆时针方向217旋转)。如上所述,在一些实施方式中,多边形反射器215的第一反射表面219可以包含多个反射表面区段,它们与先前论述的八个反射表面区段219a-h相似或相同。如图10-13和图14-17的实施方式进一步所示,多个反射表面区段可以围绕第一旋转轴218旋转(例如以逆时针方向217旋转),以从反射表面区段反射激光束203,从而使得到的激光束光斑209在横向于传送方向1001的方向上(例如在玻璃带的宽度“W”的方向上),沿着玻璃带103上的分离路径151反复通过,以沿着分离路径151产生热应力。

[0134] 如图10-13和图14-17的实施方式所示,用于从玻璃带103分离出玻璃片104的玻璃分离设备1049、1449还包括第二反射器205d、1401,其包括相应的第二反射表面206、1402,所述第二反射表面206、1402可以沿着方向1003、1405围绕对应的第二旋转轴227、1403旋转以反射激光束203而引起激光束光斑209在传送方向1001上移动。在一些实施方式中,所述方法包括:以激光束光斑速度移动激光束光斑209,所述激光束光斑速度包括在传送方向1001上的激光束光斑速度矢量,该矢量等于在传送方向1001上的玻璃板条速度矢量。因此,激光束光斑209保持在相同的分离路径151上,以连续加热分离路径151并因此沿着分离路径151连续增加热应力,即使玻璃带103在传送方向1001(例如拉制方向)上移动也如此。在下拉工艺中,激光束光斑209可包括在拉制方向1001上的速度矢量,其等于或基本上等于玻璃带在拉制方向1001上的速度。因此,激光束光斑209保持在玻璃带103的相同的分离路径151上,以连续加热分离路径并因此沿着分离路径151连续增加热应力,即使玻璃带在玻璃带103的拉制方向上移动也如此。

[0135] 如图10-13和图14-17所示,第一旋转轴218可以垂直于第二旋转轴227、1403,但是取决于激光束光斑209的光学构造和/或所需性质,第一轴和第二轴也可以相对于彼此以另外的角度取向。

[0136] 在一些实施方式中,第一反射器可以相对于第二反射器位于上游或下游。例如,图10-13的玻璃分离设备1049例示了第二反射器205d位于第一反射器215上游的实施方式,使得激光束203先从第二反射器205d的第二反射表面206反射出,再从第一反射器215的第一反射表面219反射出。如图2-7所示,在上文更完整论述的玻璃分离设备149中可以提供可围绕第二旋转轴227旋转的第二反射器205d。在这样的实施方式中,玻璃分离设备149可以包括使第二反射表面206围绕第二旋转轴227旋转的选项。在一些实施方式中,所述分离设备能够选择避免第二反射表面206旋转。在玻璃带不沿着玻璃带长度移动的应用中,避免第二反射表面206旋转可能是期望的。

[0137] 或者,图14-17的玻璃分离设备1449例示了第一反射器215位于第二反射器1401上游的实施方式,使得激光束203先从第一反射器215的第一反射表面219反射出,再从第二反射器1401的第二反射表面1402反射出。在这样的实施方式中,可以使用图2-7所示的构造,其中,所有的反射器205a-d均不含有旋转的能力。因此,在玻璃带不沿着玻璃带长度移动的应用中,可以使用所述玻璃分离设备。或者,除了允许激光束光斑在玻璃带长度的方向上移动之外,还可以提供第二反射器1401。

[0138] 在一些实施方式中,所述至少一个激光束发生器201可以提供多个激光束光斑209,每个激光束光斑209沿着分离路径151的对应的加热区段产生热应力。例如,如图9所示,所示的各个第二反射器205d可包括反射表面,其可围绕第二旋转轴227旋转以允许各个加热区段901、903、905、907、909沿着玻璃带的传送方向行进,从而将分离路径151连续暴露于每个激光束的相应的激光束光斑。

[0139] 在一些实施方式中,可以提供第二反射器205d、1401而不提供第一反射器215。在这样的实施方式中,所述至少一个激光束发生器可被设计成产生沿着玻璃带的整个宽度延伸或延伸大于玻璃带的整个宽度的单个激光束光斑。或者,所述至少一个激光束发生器可产生多个静止的激光束光斑(例如,其可以任选地彼此部分重叠),它们一起沿着玻璃带的整个宽度延伸或延伸大于玻璃带的整个宽度。在这样的实施方式中,不需要沿着分离路径

行进的单个激光束光斑,因为静止的单个长激光束光斑或多个静止的激光束光斑跨越了分离路径的整个宽度。在这样的实施方式中,可以提供第二反射器 205d, 1401,以允许单个激光束光斑或多个激光束光斑随着玻璃带一起沿着玻璃带的传送方向1001(例如拉制方向)移动,从而连续加热分离路径151,即使玻璃带沿着传送方向1001移动也如此。

[0140] 现在将描述从玻璃带103分离玻璃片104的方法。所述方法包括在玻璃带的长度方向上移动玻璃带103的步骤。在一些实施方式中,可以移动玻璃带103,例如从先前生产的玻璃带卷解绕,其中,玻璃带的解绕部分沿着玻璃带的长度行进。在这样的实施方式中,可以对玻璃带卷进行解绕,其中,可以从玻璃带分离玻璃片而不干扰从玻璃带卷解绕玻璃带的工艺。此外,所例示的玻璃带103的实施方式显示为在传送方向1001(例如拉制方向)上移动,例如在重力方向上移动,其中,拉制方向是与玻璃带长度的方向和玻璃带的传送方向相同的方向。在替代性实施方式中,可以某角度或者甚至是沿着垂直于重力的方向移动玻璃带。实际上,在玻璃带的运输期间和/或加工期间,玻璃带103可以沿着玻璃带的长度水平行进,例如在空气棒上。在这样的实施方式中,当玻璃带在侧向(例如水平)传送方向上行进时,可从玻璃带103分离出玻璃片104。

[0141] 所述方法还可包括:将玻璃带103上的分离路径151暴露于至少一个激光束光斑209,以沿着分离路径151产生热应力而不损坏玻璃带103。分离路径151被认为是在第一主表面213上的路径,其中响应于下文有更完整论述的缺陷的形成,例如通过整体裂纹将发生分离,所述整体裂纹沿着分离路径形成并且穿过玻璃带的整个厚度,所述整个厚度是从玻璃带的第一主表面到玻璃带的第二主表面。分离路径151可以在玻璃带的宽度“W”的方向上延伸。例如,分离路径可以任选地垂直于长度“L1”,使得分离路径151的合成方向矢量与玻璃带的宽度“W”的合成方向矢量相同。在这样的实施方式中,分离可以使得到的玻璃带包括沿分离路径延伸的分离边缘,其垂直于玻璃带103的外边缘153、155(即,彼此平行的外边缘153、155)。或者,分离路径可以成除垂直于长度“L1”之外的角度,其中,分离路径151的合成方向矢量与玻璃带的宽度“W”的合成方向矢量不相同。在这样的实施方式中,分离可以使得到的玻璃带包括沿分离路径延伸的分离边缘,其相对于外边缘153、155(即,平行的外边缘153、155)中的一个边缘成锐角,而相对于平行的外边缘153、155中的另一个边缘成钝角。

[0142] 如图所示及如上所述,所述方法可包括:在玻璃带103的主表面(例如第一主表面213)上的对应的激光束光斑209处相交所述至少一个激光束203。所述方法可包括:使激光束光斑209在玻璃带103的宽度“W”的方向225上沿着分离路径151反复通过,以沿着分离路径151产生热应力。在一些实施方式中,激光束光斑209可以在单一方向上(例如在方向225上)行进,所述单一方向是从玻璃带103的第一外边缘153朝向第二外边缘155的方向,而不在从玻璃带103的第二外边缘155到第一外边缘153的相反的方向上行进。

[0143] 示例性的方法可包括:使所述至少一个激光束203从围绕第一旋转轴218旋转的第一反射器215的第一反射表面219反射出,以造成激光束光斑209在玻璃带103的宽度“W”的方向225上沿着分离路径151反复通过。如上所述,第一反射器215可以包含多边形反射器,其旋转以引起激光束光斑209在单一方向225上行进。

[0144] 本公开的方法还可包括以下步骤:在传送方向1001(例如拉制方向、玻璃带103的长度“L1”的方向等)上移动激光束,以使激光束与玻璃带103一起行进。由此,分离路径151连续暴露于激光束以在玻璃带103沿着传送方向1001移动时,沿着分离路径151连续产生热

应力。

[0145] 在上述任一实施方式中可实施激光束在传送方向1001上的这种移动,其中,玻璃带103沿着玻璃带103的整个宽度“W”得到加热。例如,在激光束发生器提供单个静止的激光束或多个静止且彼此重叠的激光束(及它们各自的激光束光斑)的实施方式中,可以提供激光束的这种移动。在另一些实施方式中,激光束在传送方向1001上的这种移动可包括某些实施方式,这些实施方式还包括:激光束光斑209或多个激光束光斑(见图9)沿着分离路径151反复通过。在这样的实施方式中,所述方法包括下述步骤:在传送方向1001上移动激光束光斑,使得当激光束光斑209在玻璃带103的宽度“W”的方向上沿着分离路径151连续反复通过以沿着分离路径151连续产生热应力的同时,激光束光斑209与玻璃带103一起行进。

[0146] 如图10-13和图14-17的实施方式所示,所述方法可包括:使所述至少一个激光束203从旋转的反射表面206、1402反射出,以引起激光束在传送方向1001(例如拉制方向)上移动,从而使激光束与玻璃带一起行进。以这种方式,图10-13和图14-17的各个实施方式沿着分离路径151产生了热应力,即使当分离路径151在方向1001上移动也如此。

[0147] 作为例示,将论述通过图10-13例示的设备来沿着分离路径151产生热应力的实施方式。首先参考图10,由激光束发生器201产生的激光束203可通过一个或多个光学透镜207以产生具有所需形状的激光束光斑。接着,激光束203从位于第一反射表面219之前的第二反射表面206反射出,所述第二反射表面206相对于第二旋转轴227处于第一旋转位置。在处于图10中示出的第一旋转位置时,第二反射表面206反射激光束203以在第一位置1005a处与第一反射表面219相交。随后,激光束从第一位置1005a反射离开第一反射表面219,以在分离路径上的侧向位置处与分离路径151相交,如上所述,所述侧向位置取决于第一反射器215相对于第一旋转轴218的旋转位置。实际上,当使用所例示的多边形反射器作为第一反射器215时,多边形反射器围绕第一旋转轴218以逆时针方向217旋转将引起激光束光斑在从玻璃带103的第一外边缘部分211a朝向玻璃带103的第二外边缘部分211b的方向225上沿着分离路径151行进。如上文进一步论述的,使激光束光斑反复通过的步骤可任选地包括:使激光束光斑在单一方向(例如方向225)上反复通过。使激光束光斑在单一方向上反复通过可以帮助在分离路径上产生缺陷时,迅速从玻璃带103分离玻璃片104,如下文更完整论述的。

[0148] 第二反射表面206可以某旋转速率(例如恒定的旋转速率)围绕第二旋转轴227旋转(例如连续旋转),以使得从第一反射表面219反射出的位置在方向1007上行进,例如所例示的方向,该方向与第一旋转轴218平行。在方向1007上移动反射位置可帮助激光束光斑209在传送方向1001上跟随玻璃带,以允许当分离路径在传送方向1001以及横向于(例如垂直于)传送方向1001的方向225上移动时,激光束光斑与分离路径151连续相交。

[0149] 第二反射表面206可以围绕第二旋转轴227以方向1003从第一旋转位置(示于图10)旋转到第二旋转位置(示于图11)。在处于图11中示出的第二旋转位置时,第二反射表面206反射激光束203以在第一位置1005a下游的第二位置1005b处与第一反射表面219相交。激光束接着从第二位置1005b反射离开第一反射表面219,以使激光束光斑209与分离路径151相交,相比于图10所示的分离路径151的位置,图11的分离路径151以方向1001向下游移动。

[0150] 第二反射表面206可以围绕第二旋转轴227以方向1003从第二旋转位置(示于图

11)进一步旋转第三旋转位置(示于图12)。在处于图12中示出的第三旋转位置时,第二反射表面206反射激光束203以在第二位置1005b下游的第三位置1005c处与第一反射表面219相交。激光束接着从第三位置1005c反射离开第一反射表面219,以使激光束光斑209与分离路径151相交,相比于图11所示的分离路径151的位置,图12的分离路径151以方向1001向下游移动。

[0151] 如可理解的,虽然图10-12示出了第二反射表面206的增量移动和分离路径151的增量位置,但是第二反射表面206的移动可以围绕第二旋转轴227连续旋转,以在分离路径在玻璃带的长度方向上移动时,引起激光束光斑209与分离路径151连续相交。

[0152] 现将论述通过图14-17例示的设备来沿着分离路径151产生热应力的实施方式。首先参考图14,由激光束发生器201产生的激光束203可通过一个或多个光学透镜207以产生具有所需形状的激光束光斑。激光束203接着可任选地从一个或多个静止的反射器1406反射出,以先与第一反射表面219相交再与第二反射表面1402相交。在一个实施方式中,激光束203在位置1409处与第一反射表面219相交。接着,激光束可以任选地从一个或多个额外的反射器1407反射出,随后再从第二反射器1401的第二反射表面1402反射出,所述第二反射表面1402相对于第二旋转轴1403处于第一旋转位置。当在图14所示的第一旋转位置时,第二反射表面1402反射激光束203以在分离路径上的侧向位置处使激光束光斑209与分离路径151相交,如上所述,所述侧向位置取决于第一反射器215相对于第一旋转轴218的旋转位置。实际上,当使用所例示的多边形反射器作为第一反射器215时,多边形反射器围绕第一旋转轴218以逆时针方向217旋转将引起激光束光斑209在从玻璃带103的第一外边缘部分211a朝向玻璃带103的第二外边缘部分211b的方向225上沿着分离路径151行进。如上文进一步论述的,使激光束光斑反复通过的步骤可任选地包括:使激光束光斑在单一方向(例如方向225)上反复通过。

[0153] 第二反射表面1402可以某旋转速率(例如恒定的旋转速率或调整的旋转速率)围绕第二旋转轴1403旋转(例如连续旋转),以使得当分离路径在玻璃带长度的方向1001和玻璃带宽度的方向225上移动时,激光束光斑与分离路径151连续相交。

[0154] 第二反射表面1402可以围绕第二旋转轴1403以方向1405从第一旋转位置(示于图14)旋转到第二旋转位置(示于图15)。在处于图15所示的第二旋转位置时,第二反射表面1402反射激光束203以与分离路径151相交,相比于图14所示的分离路径151的位置,图15的分离路径151以方向1001向下游移动。

[0155] 第二反射表面1402可以围绕第二旋转轴1403以方向1405从第二旋转位置(示于图15)进一步旋转到第三旋转位置(示于图16)。在处于图16所示的第三旋转位置时,第二反射表面1402反射激光束203以使激光束光斑209与分离路径151相交,相比于图15所示的分离路径151的位置,图16的分离路径151以方向1001向下游移动。

[0156] 如可理解的,虽然图14-16示出了第二反射表面1402的增量移动和分离路径151的增量位置,但是第二反射表面1402的移动可以是围绕第二旋转轴1403连续旋转,以在分离路径在玻璃带的长度方向上移动时,引起激光束光斑与分离路径151连续相交。

[0157] 在本公开的任何实施方式中,第二反射表面206、1402的旋转可与玻璃带在传送方向1001上(例如在拉制方向上)的速度相配合,以在分离路径沿着传送方向移动时,激光束光斑与分离路径151连续相交。例如,第二反射表面206、1402可以围绕第二旋转轴手动旋

转。在另一些实施方式中,致动器(未示出)可以用于以连续的预定旋转速度旋转第二反射表面206、1402,以在分离路径151在长度方向上移动时,以及在激光束光斑沿着方向225移动时,引起激光束光斑与分离路径151连续相交。仍进一步地,致动器可以任选地通过控制器来操作,所述控制器被构造用于从传感器获得反馈,所述传感器感测玻璃带在玻璃带长度方向上(例如下拉方向1001上)的速度,并在计算第二反射表面206、1402围绕第二旋转轴227、1403的目标旋转速率的算法中输入玻璃带的该速度。控制器接着可操作致动器以使第二反射表面206、1402以目标旋转速率旋转而引起激光束光斑连续接触分离路径151。在另一些实施方式中,传感器(例如热传感器或光学传感器)可用于确定激光束光斑与玻璃带的对应主表面相交的位置。控制器可将该位置与分离路径的位置进行比较,以操作致动器来加速、减缓或保持第二反射表面206、1402围绕第二旋转轴227、1403的现有的旋转速率,从而使激光束光斑与玻璃带的对应的主表面连续相交。

[0158] 上文论述的本公开的任何方法还可以包括以下步骤:在分离路径处于由上述过程期间产生的热应力下时,在分离路径151上产生缺陷801,随之响应于缺陷801的产生而沿着分离路径151而从玻璃带103分离出玻璃片104。

[0159] 缺陷801可以通过机械划线器(例如关于图1所述的划线器168)产生,例如划轮、金刚石尖端或其他缺陷生成技术。在另一些实施方式中,缺陷801可以由如上文任一实施方式中所述的激光束发生器169产生。如果提供,则激光束发生器169可以与玻璃带103一起在下拉方向1001上行进,使得一旦期望产生缺陷801,则无需调整激光束发生器169来使其撞击在分离路径151上的正确位置。在另一些实施方式中,激光束发生器169可以保持静止,同时玻璃带103相对于静止的激光束发生器169在下拉方向1001上行进。在这样的实例中,可以使激光束发生器移动(例如旋转)或可以使反射表面旋转,以追踪分离路径151上的正确位置。仍进一步地,在一些实施方式中,静止的激光束发生器可以定位成当启动时,激光仅撞击单个点。这样的单个点可以与分离路径151上的正确位置垂直对齐。因此,分离路径151可以在下拉方向1001上行进直到用于产生缺陷的正确位置与静止的激光束发生器的单个点重合。此时,可启动静止的激光束发生器以在分离路径151上的正确位置处产生缺陷801。

[0160] 如图10-17所示,所述方法可替代性地包括下述步骤:通过重新引导一部分的激光束到位置331来产生缺陷801,以在分离路径151处于热应力下时,并且该热应力是在将玻璃带103上的分离路径151暴露于激光束期间所产生的,在分离路径151上产生缺陷801。在一些实施方式中,可以提供与上文关于图1-9所述的反射器相似或相同的反射器。实际上,在一些实施方式中,如图所示,反射器可以包括上文关于图1-8所述的例示的抛物面镜229。虽然未示出,但是在另一些实施方式中,上文关于图9所述的镜子919和透镜921可以用于重新引导一部分的激光束以产生缺陷801。

[0161] 在一些实施方式中,如图10-17所示,抛物面镜229或其他反射器可以与玻璃带一起在下拉方向1001上行进,以在分离路径与玻璃带103一起在下拉方向1001上行进时,将一部分的激光束连续重新引导回到分离路径151的位置331上。如图13和17所示,响应于缺陷801,沿着分离路径151从玻璃带103分离出玻璃片104。

[0162] 如前所述,本公开的任何示例性方法可包括使激光束光斑209在从第一外边缘部分211a到第二外边缘部分211b的单一方向225上反复通过。虽然不作要求,但是使激光束光斑在单一方向上通过可以有益于从玻璃带103迅速分离出玻璃片104。例如,如图12和17所

示,相比于第二外边缘155,可以更靠近第一外边缘153来产生缺陷801,随之,通过在单一方向225上行进的激光束光斑209所产生的热应力分布可帮助在单一方向225上扩展整体裂纹。

[0163] 在本公开的任何示例性方法中,可以在将分离路径151暴露于激光束203以沿着分离路径151产生热应力的同时,产生缺陷801。虽然可以在产生热应力之后不久再产生缺陷801,但是在利用激光束来沿着分离路径151持续产生或维持热应力的同时产生缺陷801可以使得在分离路径151处于最大应力下时产生缺陷,从而促进玻璃片104的分离。

[0164] 此外,可以在加热分离路径151的步骤期间沿着分离路径获得了预定热应力水平之后,再产生缺陷801。例如,在一些实施方式中,所述设备可以被设计成在沿着分离路径151获得预定的热应力水平之后,才通过重新引导一部分激光束来产生缺陷801。

[0165] 虽然图10-13和图14-17的实施方式例示了单个激光束,但是另一些实施方式可包括使用多个激光束来沿着分离路径产生热应力。例如,参考图9所述的多个激光束可以用于图10-13和图14-17的实施方式,以允许分离具有相对较大的总宽度的玻璃带。在这样的实施方式中,多个激光束光斑各自可与对应的加热区段901、903、905、907、909相交,当分离路径在玻璃带的长度方向上行进时,每个激光束均跟随着分离路径151。此外,在一些实施方式中,分离路径的每个区段可与分离路径的至少一个相邻区段的一部分重叠(例如,参见重叠区域911、913、915、917)。这种重叠区域可允许沿着整个分离路径151产生足够的热应力。

[0166] 对本领域的技术人员而言显而易见的是,可以对本公开进行各种修改和变动而不会偏离本发明的范围和精神。因此,本发明旨在覆盖对本公开的各种修改和变动,前提是这些修改和变动在所附权利要求及其等同方案的范围之内。

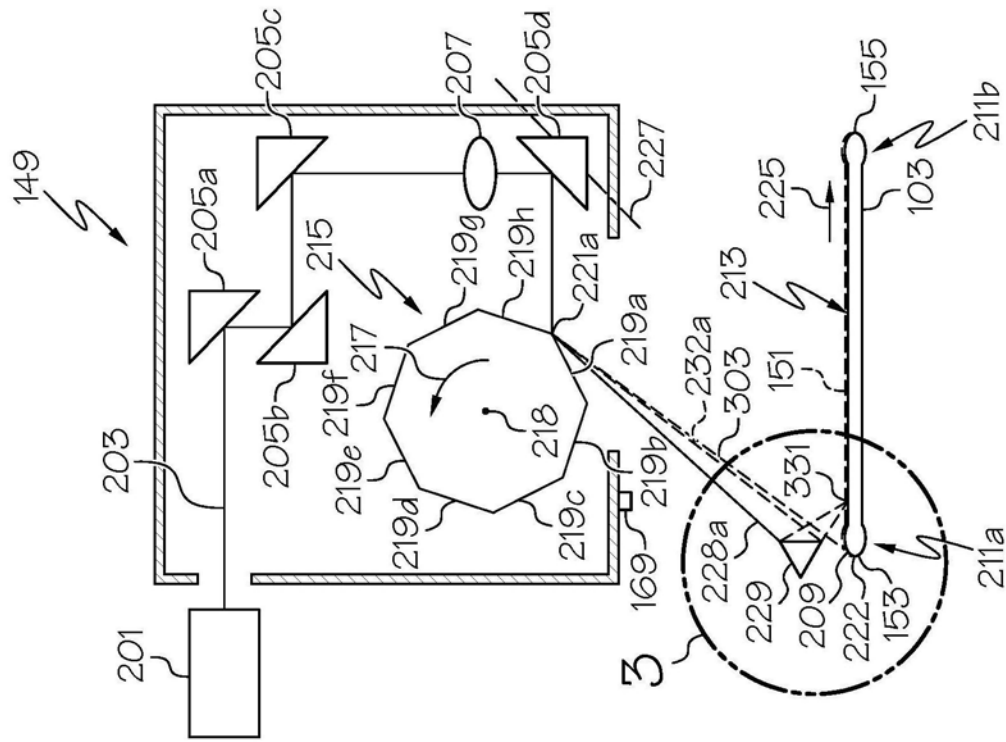


图2

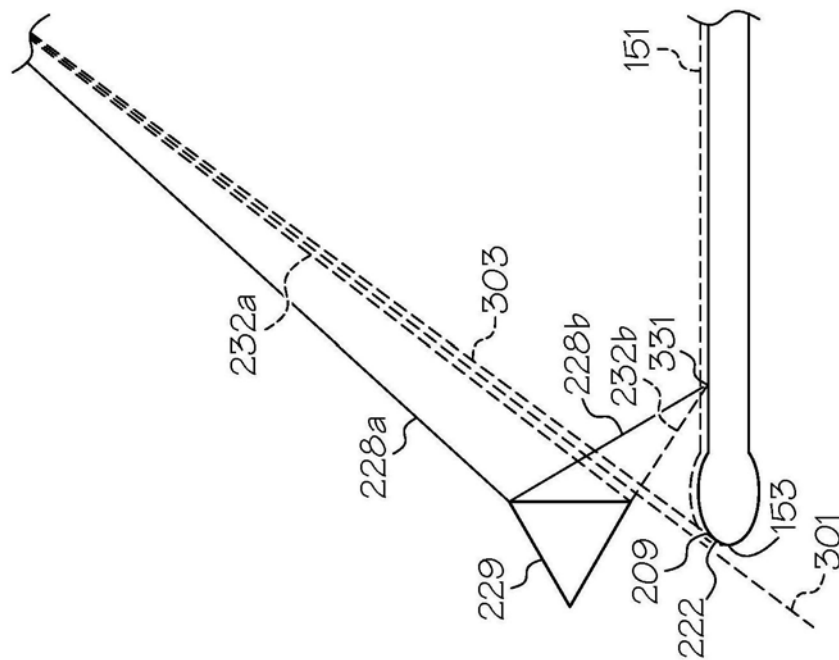


图3

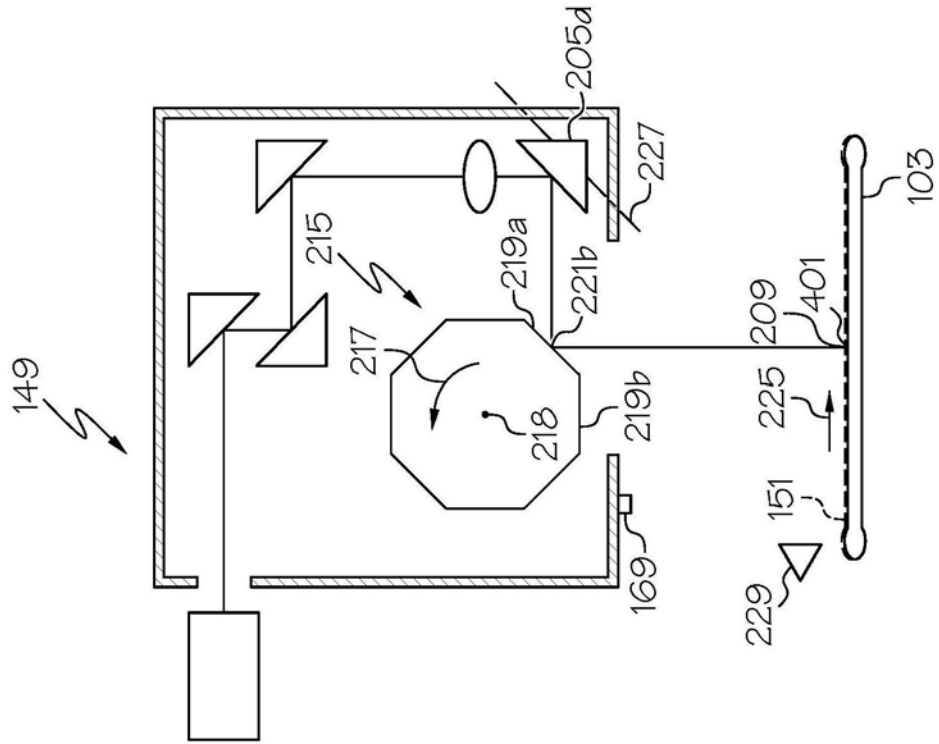


图4

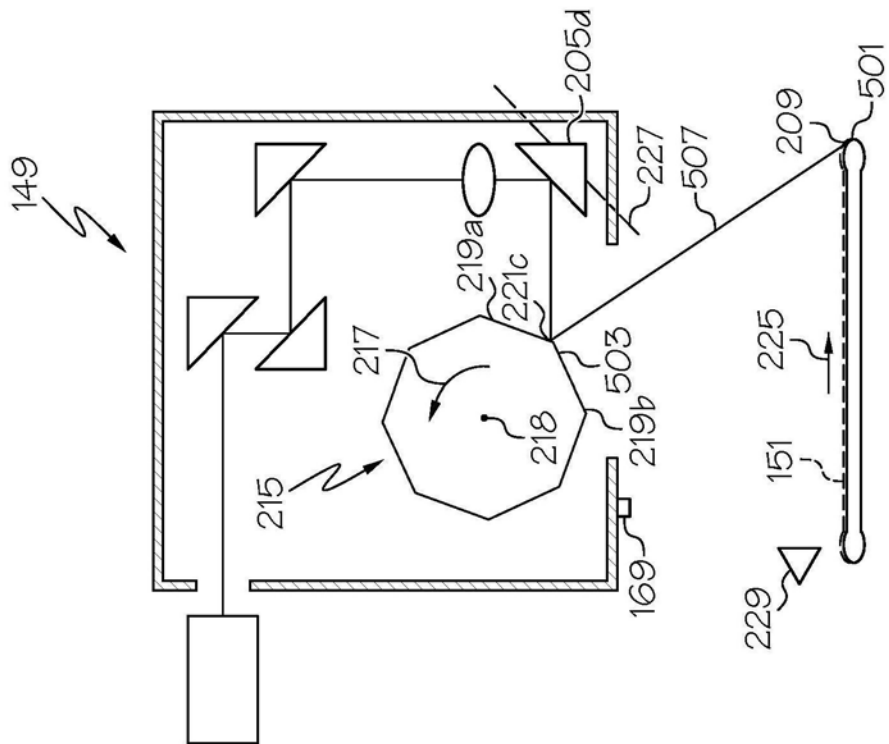


图5

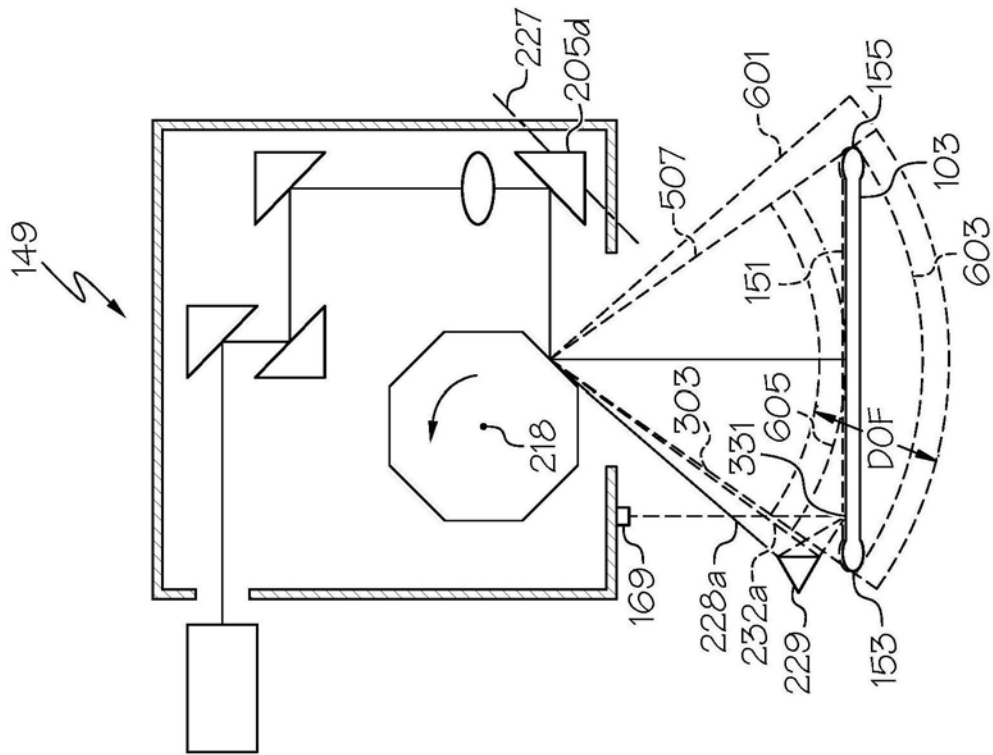


图6

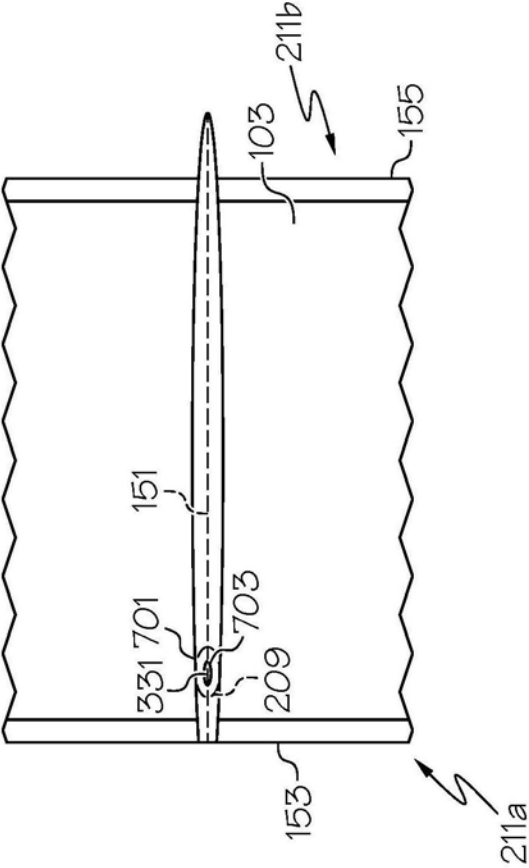


图7

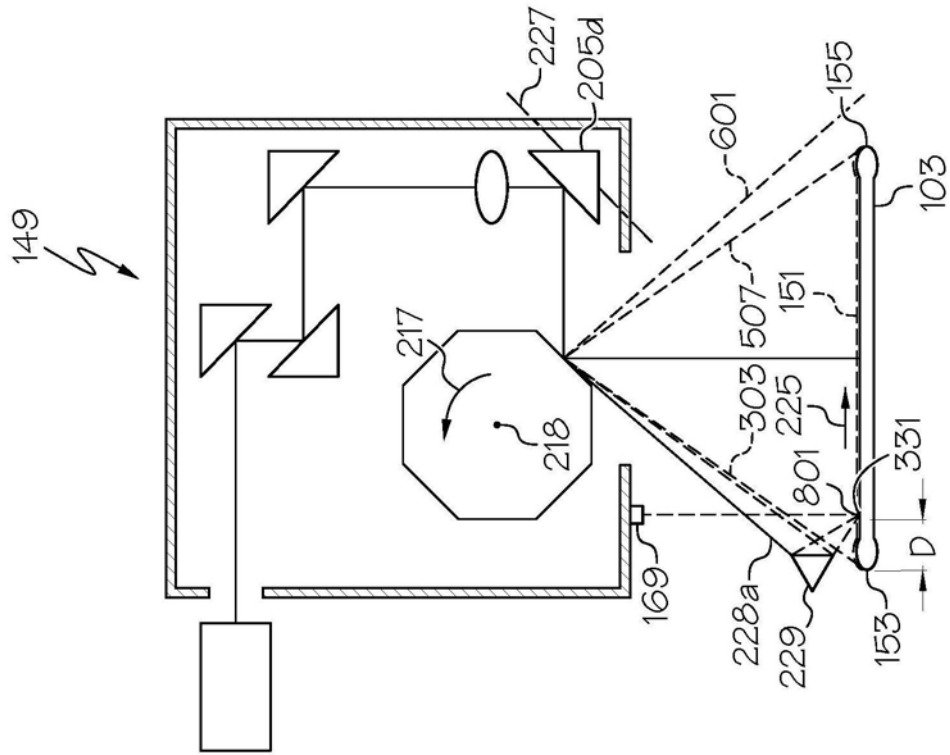


图8

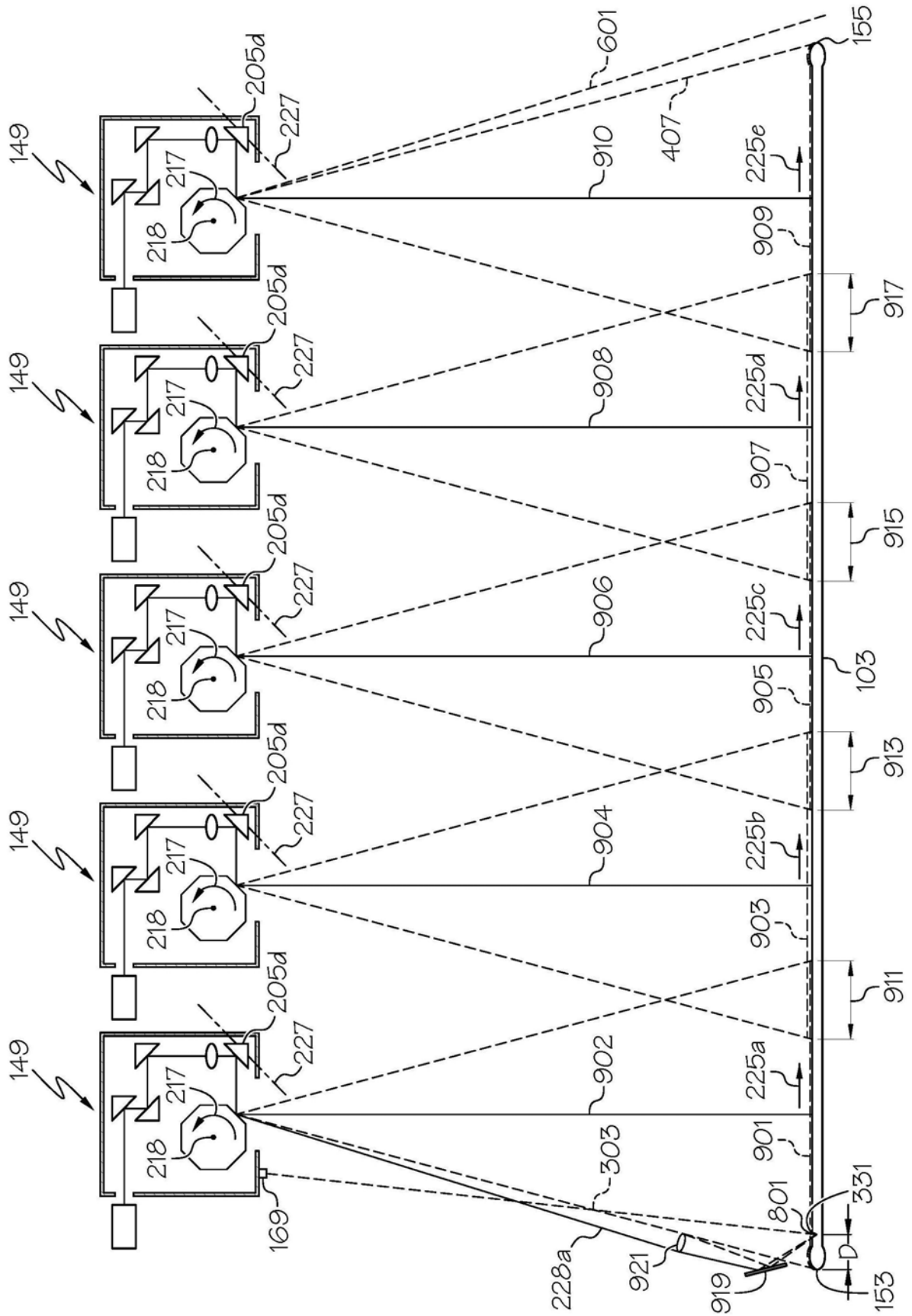


图9

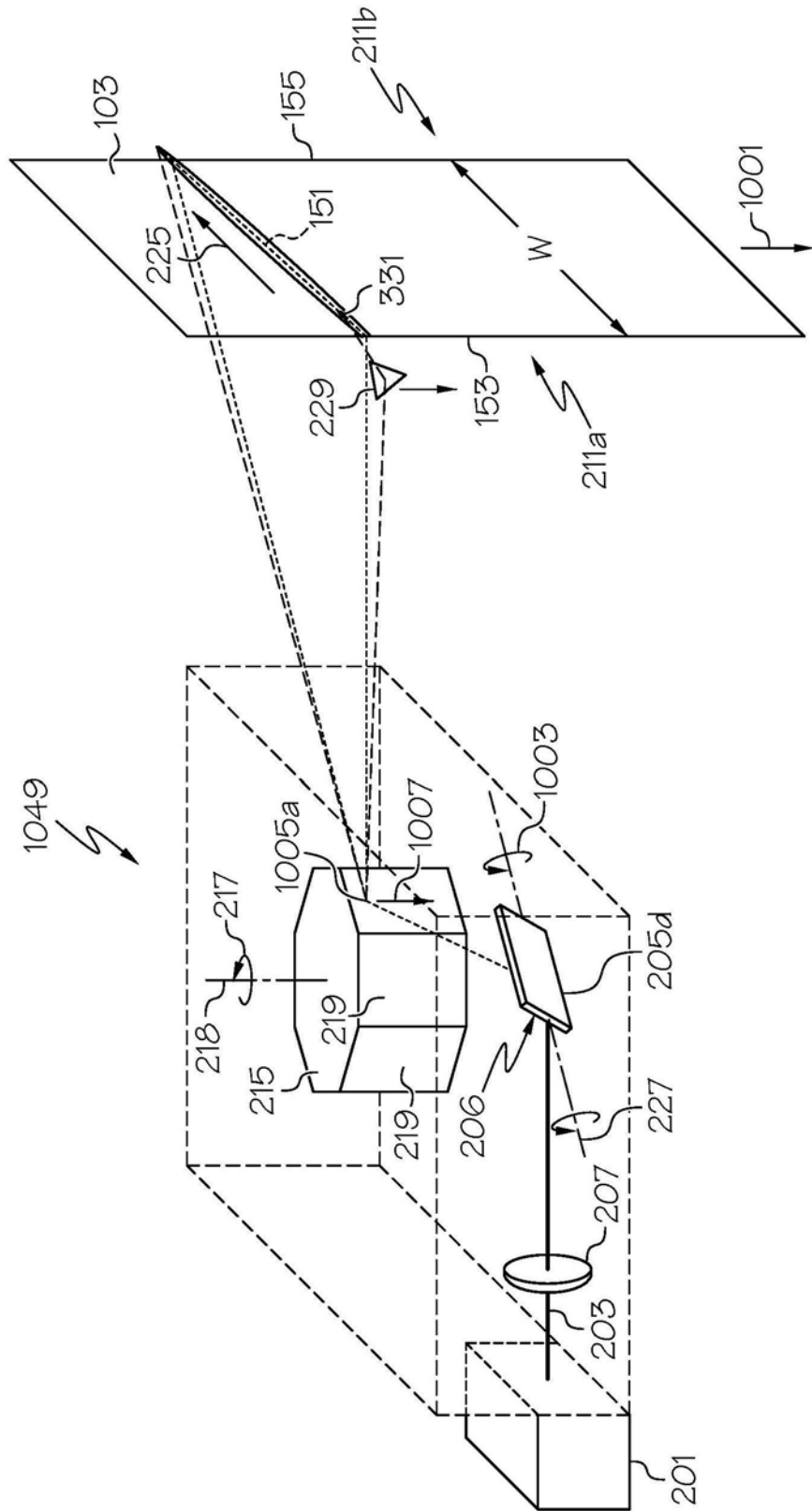


图10

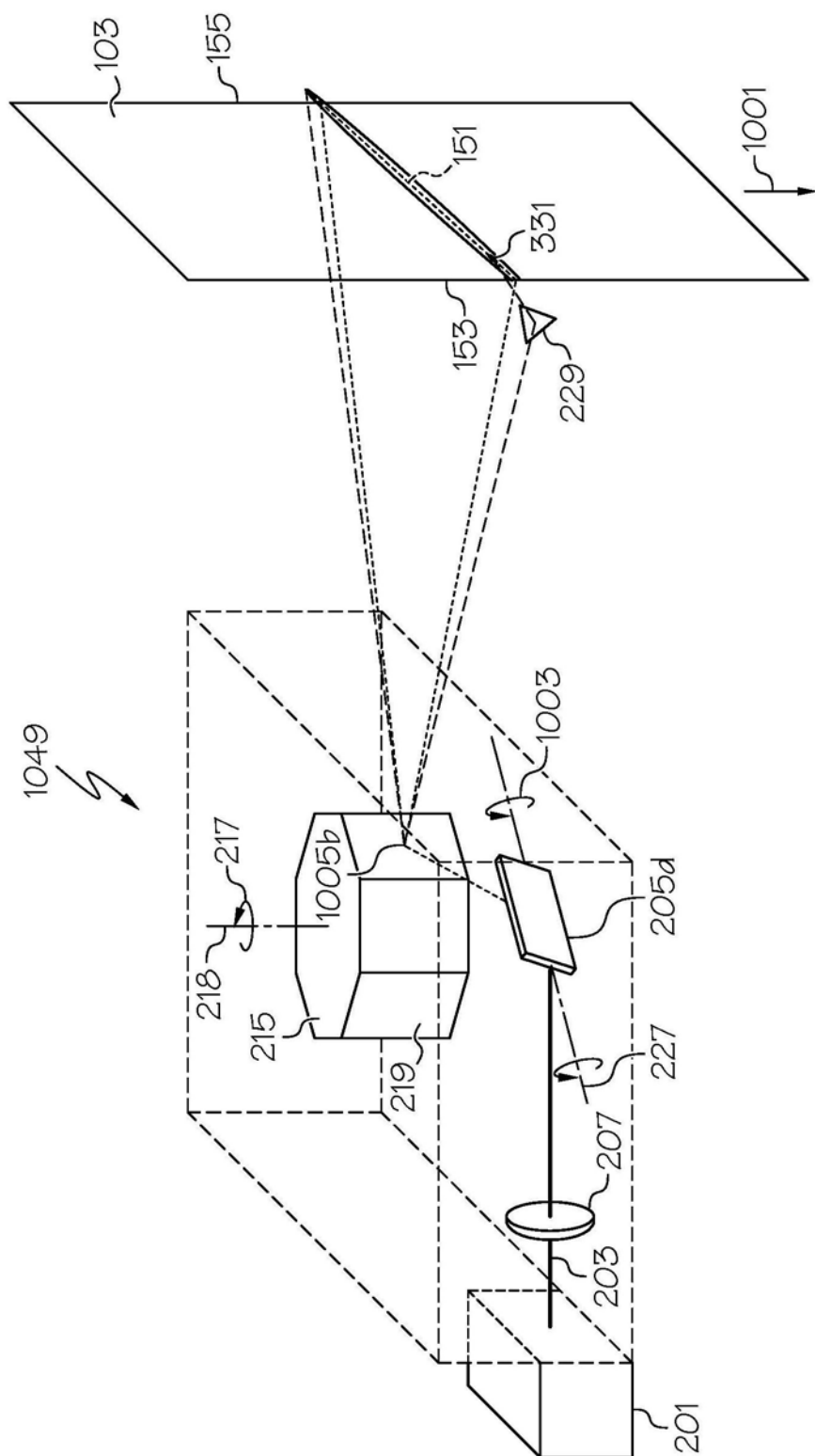


图11

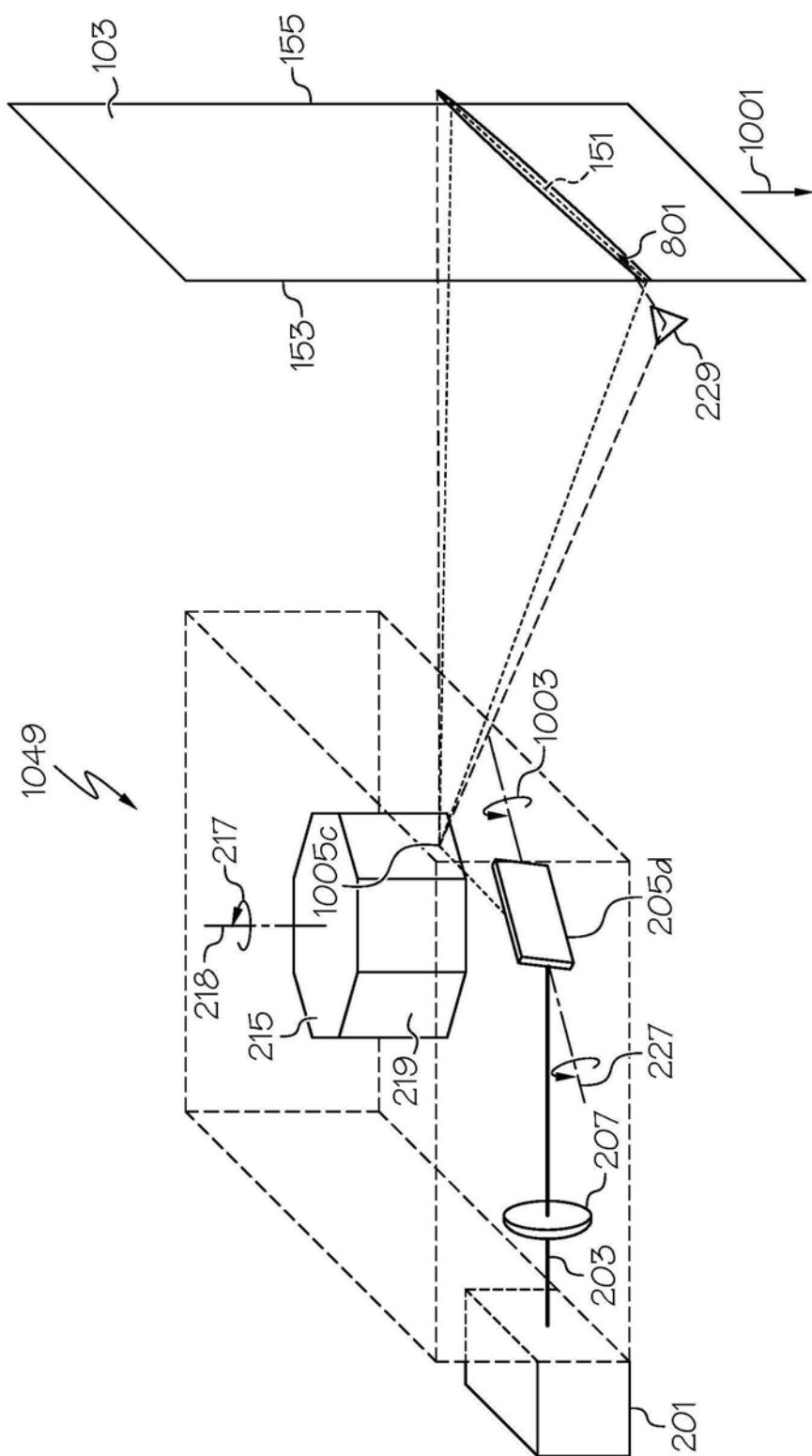


图12

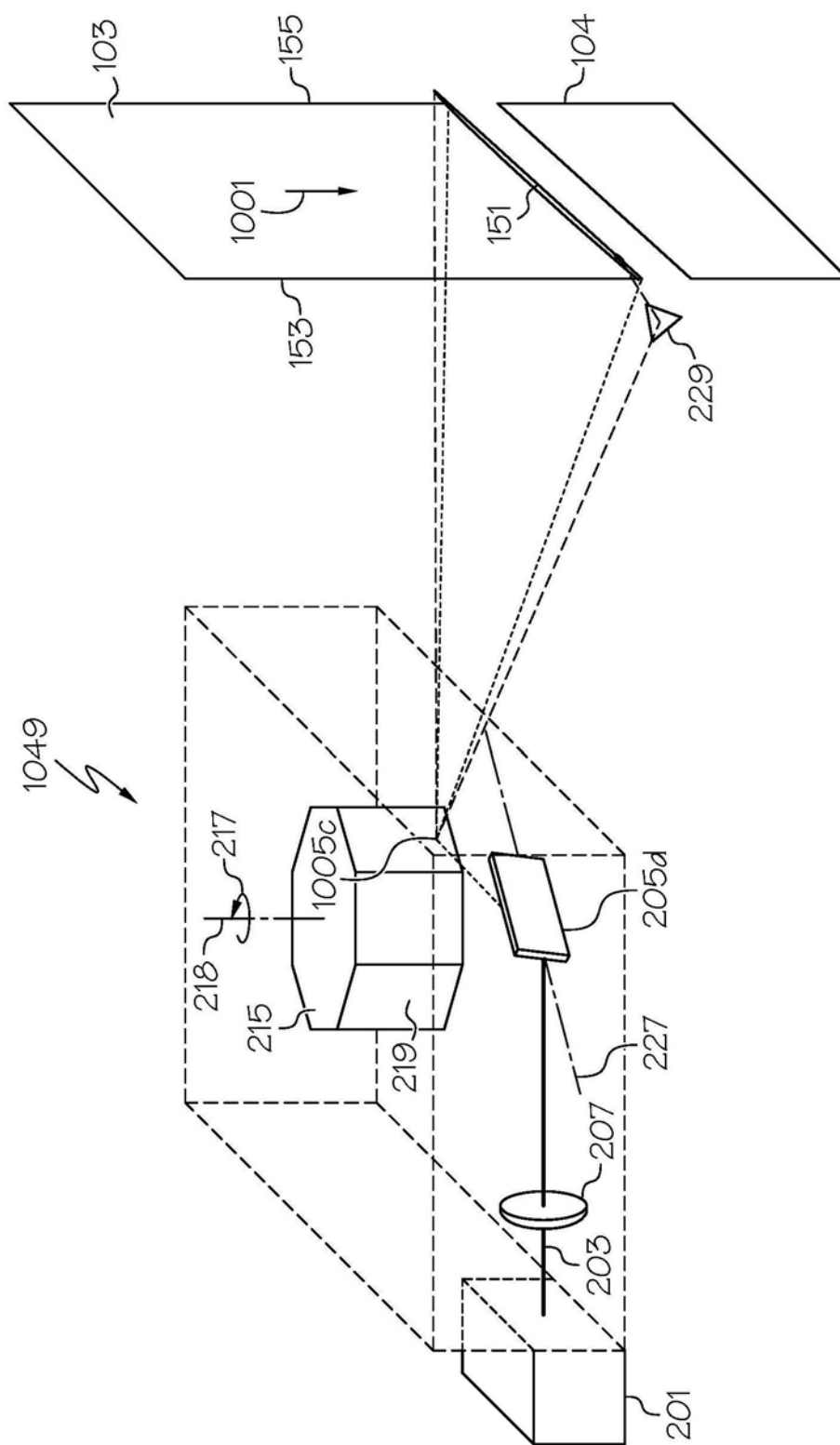


图13

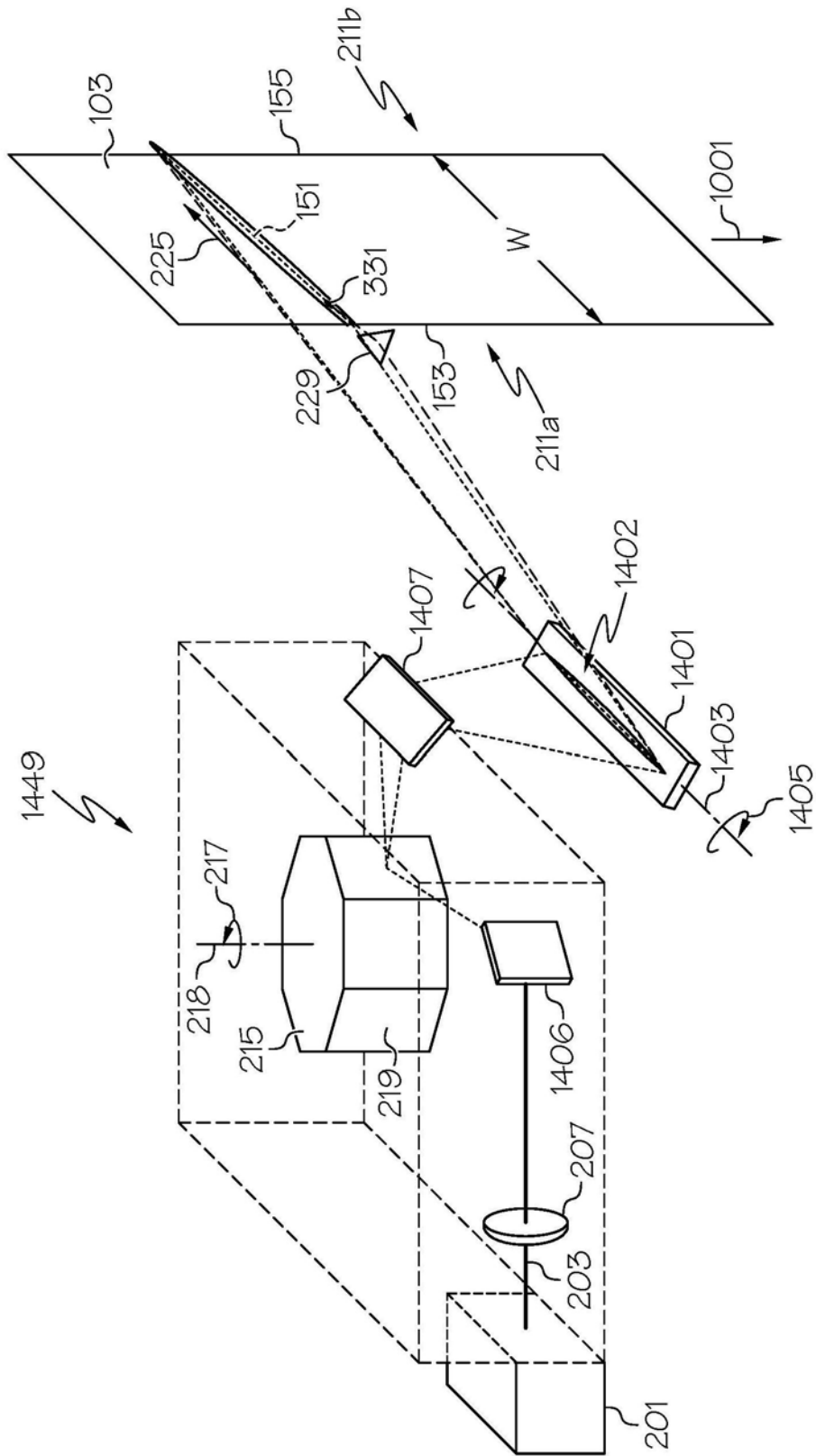


图14

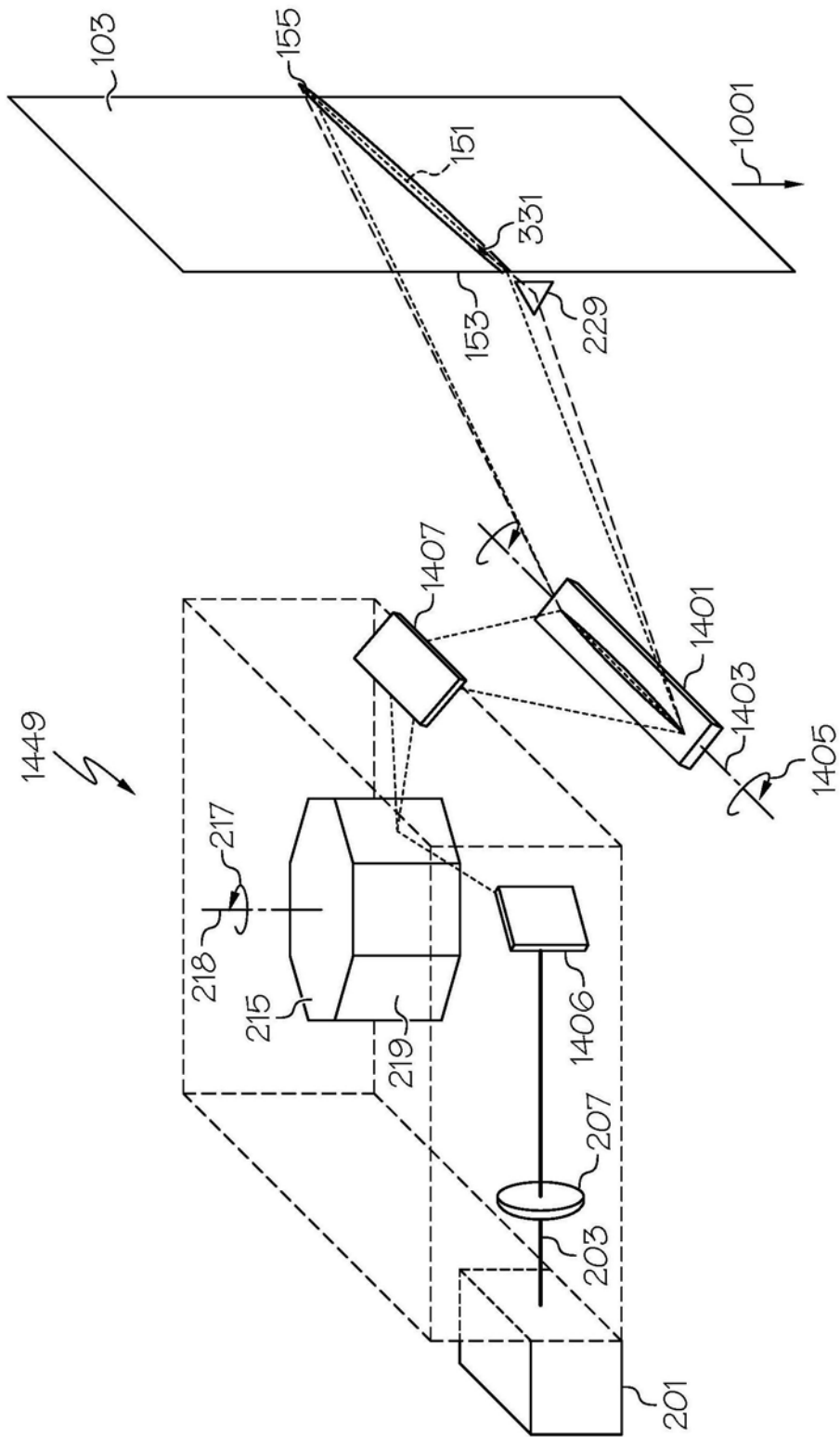


图15

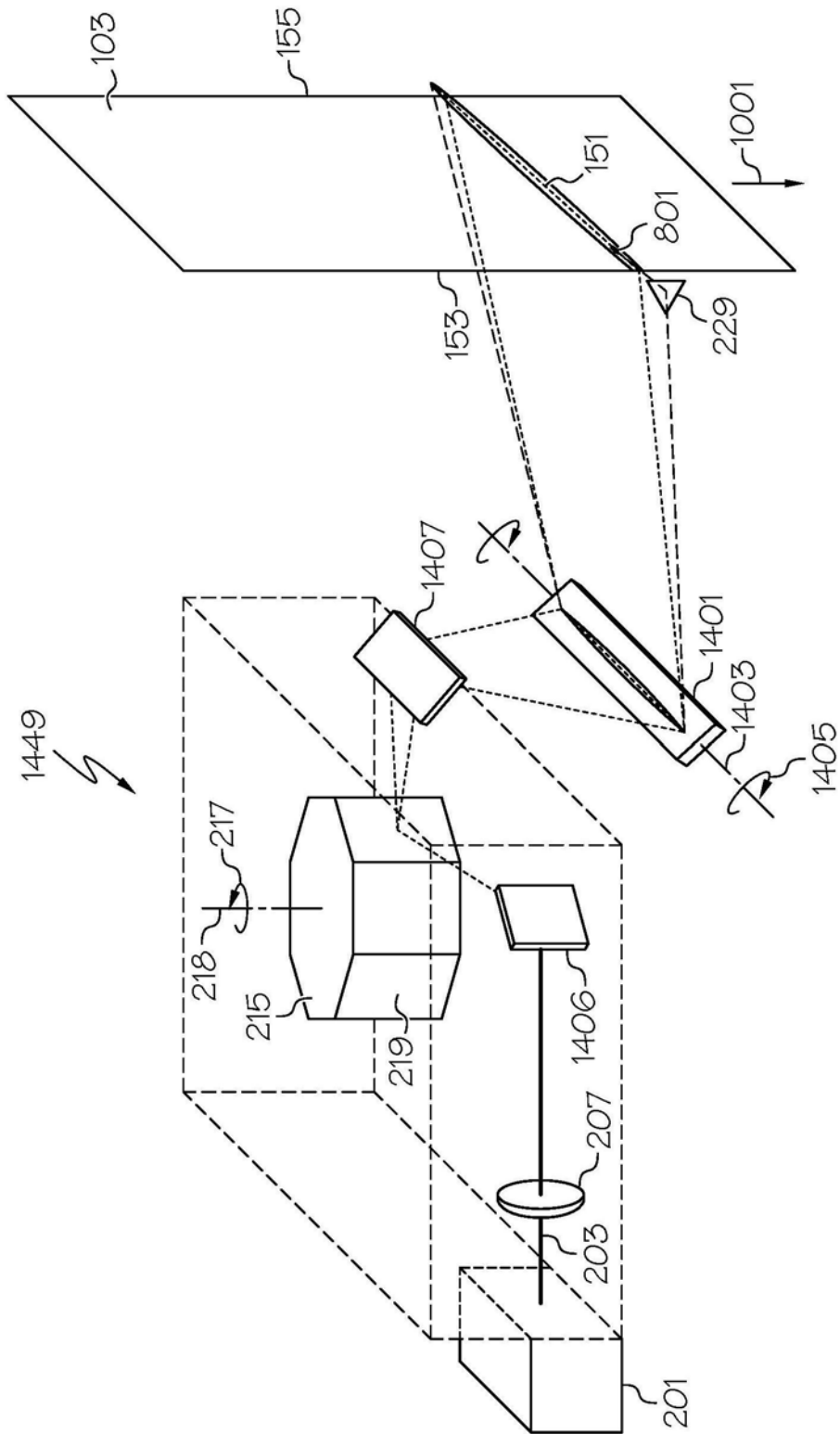


图16

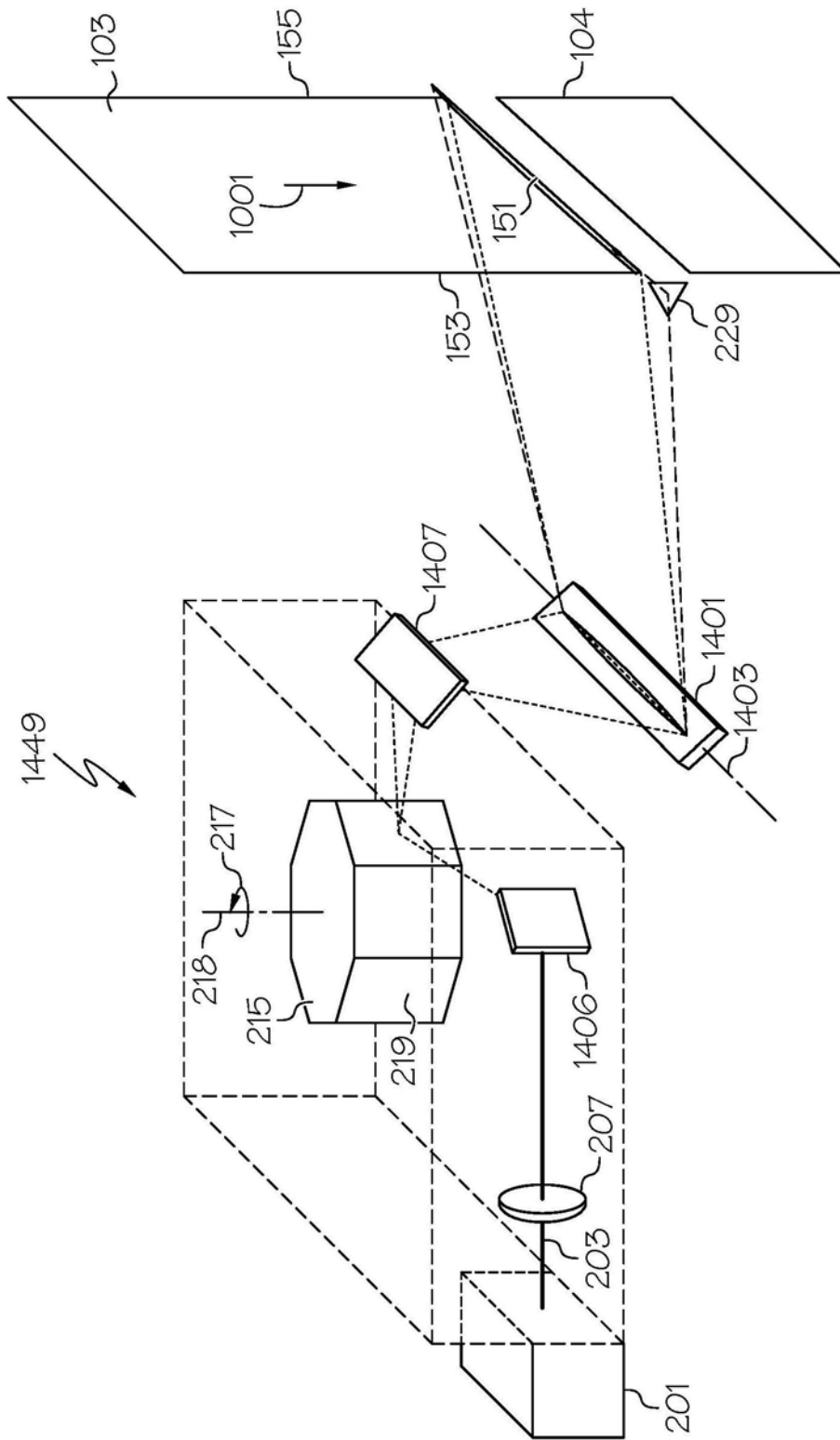


图17