(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108140538 B
(45)授权公告日 2022.01.28

(21)申请号 201680057767.5
(22)申请日 2016.09.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108140538 A
(43)申请公布日 2018.06.08
(30)优先权数据
62/236,904 2015.10.04 US
15/280,073 2016.09.29 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.04.03
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/054733 2016.09.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/062274 EN 2017.04.13

(73)专利权人 科磊股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 A·希梅尔吉 R·布隆内
A·谢梅利宁 I·贝泽尔
E·基姆 R·帕蒂尔
(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 张世俊

(51)Int.Cl.
H01J 65/04(2006.01)
(56)对比文件
JP 2010170994 A,2010.08.05
US 2014240951 A1,2014.08.28
审查员 黄宇

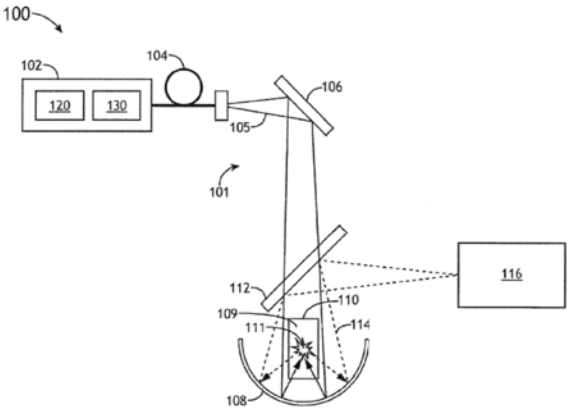
权利要求书4页 说明书9页 附图9页

(54)发明名称

用于无电极等离子体点燃的照明源及等离子体宽带源

(57)摘要

一种在激光维持等离子体LSP宽带源的等离子体灯中用于点燃并维持等离子体的照明源包含经配置以在容纳于所述等离子体灯内的气体内点燃所述等离子体的一或多个点燃激光器。所述照明源还包含经配置以维持所述等离子体的一或多个维持激光器。所述照明源包含递送光纤、一或多个光学元件,所述一或多个光学元件经配置以选择性地将所述一或多个点燃激光器的输出及所述一或多个维持激光器的输出以光学方式耦合到所述递送光纤。



CN 108140538 B

1.一种用于无电极等离子体点燃的照明源,其包括:

一或多个脉冲点燃激光器,其经配置以在容纳于等离子体灯内的气体内点燃等离子体;

一或多个连续波维持激光器,其经配置以维持所述等离子体;

递送光纤;

一或多个光学元件,其经配置以将所述一或多个脉冲点燃激光器的输出及所述一或多个连续波维持激光器的输出以光学方式依序地或同时地耦合到所述递送光纤,其中所述一或多个脉冲点燃激光器的所述输出在所述递送光纤的输入之前与所述一或多个连续波维持激光器的所述输出同轴耦合;

处理光纤;以及

光纤耦合器,其以光学方式耦合到所述递送光纤的输出及所述处理光纤的输入。

2.根据权利要求1所述的照明源,其中所述一或多个连续波维持激光器包括:

一或多个二极管激光器。

3.根据权利要求1所述的照明源,其中经配置以将所述一或多个脉冲点燃激光器的输出与所述一或多个连续波维持激光器的输出以光学方式同轴耦合到所述递送光纤的所述一或多个光学元件包括:

一或多个二向色镜、一或多个偏光组合器、一或多个阻挡镜或者一或多个翻转镜中的至少一者。

4.一种用于无电极等离子体点燃的照明源,其包括:

一或多个脉冲点燃激光器,其经配置以在容纳于等离子体灯内的气体内点燃等离子体;

一或多个连续波维持激光器,其经配置以维持所述等离子体;

递送光纤,其中所述一或多个连续波维持激光器的输出耦合到所述递送光纤的输入;

处理光纤;以及

光纤耦合器,其以光学方式耦合到所述递送光纤的输出及所述处理光纤的输入,其中所述光纤耦合器包含一或多个二向色镜,所述一或多个二向色镜经配置以从所述递送光纤将所述一或多个脉冲点燃激光器的输出及所述一或多个连续波维持激光器的输出以光学方式耦合到所述处理光纤的输入。

5.根据权利要求4所述的照明源,其中所述光纤耦合器的所述一或多个二向色镜经配置以将所述递送光纤及所述一或多个脉冲点燃激光器的输出耦合到所述处理光纤的输入。

6.根据权利要求4所述的照明源,其中所述一或多个脉冲点燃激光器的所述输出在所述递送光纤的输出下游与所述一或多个连续波维持激光器的所述输出同轴耦合。

7.根据权利要求4所述的照明源,其中所述一或多个连续波维持激光器包括:

一或多个二极管激光器。

8.一种等离子体宽带源,其包括:

等离子体灯,其用于容纳气体体积,

一或多个脉冲点燃激光器;

一或多个连续波维持激光器;

递送光纤;

一或多个光学元件，其经配置以将所述一或多个脉冲点燃激光器的输出及所述一或多个连续波维持激光器的输出以光学方式依序地或同时地耦合到所述递送光纤，其中所述一或多个脉冲点燃激光器的所述输出在所述递送光纤的输入之前与所述一或多个连续波维持激光器的所述输出同轴耦合；

处理光纤；

光纤耦合器，其以光学方式耦合到所述递送光纤的输出及所述处理光纤的输入；以及

一或多个灯光学器件，其经配置以将输出从所述处理光纤引导到所述等离子体灯内的所述气体体积以在所述等离子体灯中的所述气体体积内点燃并维持等离子体。

9.根据权利要求8所述的等离子体宽带源，其中所述一或多个连续波维持激光器包括：

一或多个二极管激光器。

10.根据权利要求8所述的等离子体宽带源，其中经配置以将所述一或多个脉冲点燃激光器的输出与所述一或多个连续波维持激光器的输出以光学方式耦合到所述递送光纤的所述一或多个光学元件包括：

一或多个二向色镜、一或多个偏光组合器、一或多个阻挡镜或者一或多个翻转镜中的至少一者。

11.根据权利要求10所述的等离子体宽带源，其中所述一或多个灯光学器件经配置以聚集由已产生的所述等离子体发射的宽带辐射的至少一部分并将所述宽带辐射的至少一部分引导到一或多个额外光学元件。

12.根据权利要求8所述的等离子体宽带源，其中所述一或多个灯光学器件包括：

聚光元件。

13.根据权利要求12所述的等离子体宽带源，其中所述聚光元件包括：

椭球面聚光镜、抛物面聚光镜或球形聚光镜中的至少一者。

14.根据权利要求8所述的等离子体宽带源，其中所述一或多个灯光学器件包括：

一组反射元件，其经配置以将输出从所述递送光纤引导到所述等离子体灯内的所述气体体积；及

一组聚光元件，其经配置以聚集由已产生的所述等离子体发射的宽带辐射的至少一部分并将所述宽带辐射的至少一部分引导到一或多个额外光学元件。

15.根据权利要求8所述的等离子体宽带源，其中所述等离子体灯包含等离子体灯泡。

16.根据权利要求15所述的等离子体宽带源，其中所述等离子体灯泡具有基本上圆柱形形状或基本上球形形状中的至少一者。

17.根据权利要求15所述的等离子体宽带源，其中所述等离子体灯泡具有基本上心形形状。

18.根据权利要求17所述的等离子体宽带源，其中所述等离子体灯泡具有安置于所述灯泡的内部表面上、经配置以在所述等离子体灯泡内引导对流的尖峰部。

19.根据权利要求8所述的等离子体宽带源，其中所述等离子体灯是无电极的。

20.根据权利要求15所述的等离子体宽带源，其中所述等离子体灯泡的气体包括惰性气体或者非惰性气体。

21.根据权利要求15所述的等离子体宽带源，其中所述等离子体灯泡的气体包括两种或多于两种气体的混合物，所述混合物选自以下群组中的一者：惰性气体混合物、非惰性气

体混合物及惰性气体与非惰性气体混合物。

22.一种等离子体宽带源,其包括:

等离子体灯,其用于容纳气体体积,

一或多个脉冲点燃激光器;

一或多个连续波维持激光器;

递送光纤,其中所述一或多个连续波维持激光器的输出耦合到所述递送光纤的输入;

处理光纤;

光纤耦合器,其以光学方式耦合到所述递送光纤的输出及所述处理光纤的输入,其中所述光纤耦合器包含一或多个二向色镜,所述一或多个二向色镜经配置以将所述一或多个脉冲点燃激光器的输出及所述一或多个连续波维持激光器的输出以光学方式耦合到所述处理光纤的输入;及

一或多个灯光学器件,其经配置以将输出从所述处理光纤引导到所述等离子体灯内的所述气体体积以在所述等离子体灯中的所述气体体积内点燃并维持等离子体。

23.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述光纤耦合器的所述一或多个二向色镜经配置以将所述递送光纤及所述一或多个脉冲点燃激光器的输出耦合到所述处理光纤的输入。

24.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述一或多个脉冲点燃激光器的所述输出在所述递送光纤的输出下游与所述一或多个连续波维持激光器的所述输出同轴耦合。

25.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述一或多个连续波维持激光器包括:

一或多个二极管激光器。

26.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述一或多个灯光学器件经配置以聚集由已产生的所述等离子体发射的宽带辐射的至少一部分并将所述宽带辐射的至少一部分引导到一或多个额外光学元件。

27.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述一或多个灯光学器件包括:

聚光元件。

28.根据权利要求27所述的等离子体宽带源,其中所述聚光元件包括:

椭球面聚光镜、抛物面聚光镜或球形聚光镜中的至少一者。

29.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述一或多个灯光学器件包括:

一组反射元件,其经配置以将输出从所述递送光纤引导到所述等离子体灯内的所述气体体积;及

一组聚光元件,其经配置以聚集由已产生的所述等离子体发射的宽带辐射的至少一部分并将所述宽带辐射的至少一部分引导到一或多个额外光学元件。

30.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述等离子体灯包含等离子体灯泡。

31.根据权利要求30所述的等离子体宽带源,其中所述等离子体灯泡具有基本上圆柱形形状或基本上球形形状中的至少一者。

32.根据权利要求30所述的等离子体宽带源,其中所述等离子体灯泡具有基本上心形形状。

33.根据权利要求32所述的等离子体宽带源,其中所述等离子体灯泡具有安置于所述灯泡的内部表面上、经配置以在所述等离子体灯泡内引导对流的尖峰部。

34.根据权利要求22所述的等离子体宽带源,其中所述等离子体灯是无电极的。

35.根据权利要求30所述的等离子体宽带源,其中所述等离子体灯泡的气体包括惰性气体或者非惰性气体。

36.根据权利要求30所述的等离子体宽带源,其中所述等离子体灯泡的气体包括两种或多于两种气体的混合物,所述混合物选自以下群组中的一者:惰性气体混合物、非惰性气体混合物及惰性气体与非惰性气体混合物。

用于无电极等离子体点燃的照明源及等离子体宽带源

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案依据35U.S.C.§119(e)主张2015年10月4日提出申请的发明人为阿南特奇马尔仪(Anant Chimmalgi)、鲁道夫布伦纳(Rudolf Brunner)、阿纳托利谢德梅林尼(Anatoly Shchemelinin)、伊利亚贝扎(Ilya Bezel)、埃里克金姆(Erik Kim)及拉杰夫帕提尔(Rajeev Patil)的标题为在明视场晶片检验工具上使用的激光泵激灯的新颖灯点燃方案及灯设计(NOVEL LAMP IGNITION SCHEME AND LAMP DESIGN FOR LASER PUMPED LAMPS USED ON BRIGHTFIELD WAFER INSPECTION TOOLS)的序列号为62/236,904的美国临时专利申请案的优先权,所述申请案以全文引用方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明大体来说涉及基于等离子体的光源,且更特定来说涉及基于等离子体的无电极光源。

背景技术

[0004] 对用于检验不断缩小的半导体装置的经改善照明源的需要持续增长。一种此类照明源包含激光维持等离子体源。激光维持等离子体(LSP)光源能够产生高功率宽带光。激光维持光源通过以下方式来操作:将激光辐射聚焦到气体体积中以便将气体(例如氩气或氙气)激发成能够发射光的等离子体状态。此效应通常称作“泵激”等离子体。通常,等离子体灯需要电极来点燃等离子体,接着仅通过激光能量维持所述等离子体。对电极的需要也使复杂的玻璃金属密封技术及复杂灯泡形式因子成为必要,而所述复杂灯泡形式因子易于在金属玻璃密封处发生应力集中、故障且会使灯的抗破裂压力/强度整体上降低。电极自身也易于降级/溅射,此因变黑而减少玻璃透射。因此,期望提供一种克服先前方法的缺点(例如上文识别的那些缺点)的系统及方法。

发明内容

[0005] 根据本发明的一或多个实施例揭示在宽带等离子体源中用于等离子体的无电极点燃的照明源。在一个实施例中,所述照明源包含经配置以在容纳于等离子体灯内的气体内点燃等离子体的一或多个点燃激光器。在另一实施例中,所述照明源包含经配置以维持所述等离子体的一或多个维持激光器。在另一实施例中,所述照明源包含递送光纤。在另一实施例中,所述照明源包含一或多个光学元件,所述一或多个光学元件经配置以选择性地将所述一或多个点燃激光器的输出及所述一或多个维持激光器的输出以光学方式耦合到所述递送光纤。在另一实施例中,所述照明源被集成于宽带激光维持等离子体(LSP)源内,借此一或多个灯光学器件将输出从所述递送光纤引导到所述等离子体灯内的气体体积以在所述等离子体灯中的所述气体体积内点燃并维持所述等离子体。

[0006] 根据本发明的一或多个额外实施例揭示在宽带等离子体源内用于等离子体的无电极点燃的照明源。在一个实施例中,所述照明源包含经配置以在容纳于等离子体灯内的

气体内点燃等离子体的一或多个点燃激光器。在另一实施例中，所述照明源包含经配置以维持所述等离子体的一或多个维持激光器。在另一实施例中，所述照明源包含递送光纤，其中所述一或多个维持激光器的输出耦合到所述递送光纤的输入。在另一实施例中，所述照明源包含处理光纤。在另一实施例中，所述照明源包含以光学方式耦合到所述递送光纤的输出及所述处理光纤的输入的光纤耦合器。在另一实施例中，所述光纤耦合器包含一或多个光学元件，所述一或多个光学元件经配置以选择性地将所述一或多个点燃激光器的输出及所述一或多个维持激光器的输出以光学方式耦合到所述处理光纤的输入。在另一实施例中，所述照明源被集成于宽带激光维持等离子体(LSP)源内，借此一或多个灯光学器件将输出从所述处理光纤引导到所述等离子体灯内的气体体积以在所述等离子体灯中的所述气体体积内点燃并维持所述等离子体。

[0007] 应理解，前述大体描述及以下详细描述两者均仅是示范性及解释性的且未必限制所请求的本发明。并入本说明书中并构成本说明书的一部分的所附图式图解说明本发明的实施例，并与大体描述一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0008] 所属领域的技术人员可通过参考附图更好地理解本发明的众多优点，附图中：

[0009] 图1A图解说明根据本发明的一或多个实施例的用于形成光维持等离子体的系统的经简化示意图。

[0010] 图1B到1C图解说明根据本发明的一或多个实施例的包含维持激光器及内部点燃激光器的照明源的经简化示意图。

[0011] 图1D图解说明根据本发明的一或多个实施例的包含维持激光器及外部点燃激光器的照明源的经简化示意图。

[0012] 图1E图解说明根据本发明的一或多个实施例的配备有多个二向色镜的照明源的经简化示意图。

[0013] 图1F图解说明根据本发明的一或多个实施例的系统的经简化示意图，所述系统用于形成光维持等离子体且具有沿着不同于维持激光器的方向定位的外部点燃激光器。

[0014] 图2A图解说明根据本发明的一或多个实施例的具有圆柱形等离子体灯泡的等离子体灯的经简化示意图。

[0015] 图2B图解说明根据本发明的一或多个实施例的具有球形等离子体灯泡的等离子体灯的经简化示意图。

[0016] 图2C图解说明根据本发明的一或多个实施例的具有心形等离子体灯泡的等离子体灯的经简化示意图。

具体实施方式

[0017] 现在将详细参考在附图中图解说明的所揭示标的物。尽管已图解说明本发明的特定实施例，但应明了，所属领域的技术人员可在不背离前述揭示内容的范围及精神的情况下做出本发明的各种修改及实施例。因此，本发明的范围应仅受附加于其的权利要求书限制。

[0018] 大体参考图1A到2C，根据本发明描述在宽带光源中用于点燃并维持等离子体的系

统。本发明的实施例针对于供在LSP宽带源中使用的无电极等离子体灯。本发明的额外实施例针对于经简化等离子体灯几何形状及配置。此类实施例改善等离子体灯可靠性、使用寿命(通过防止因电极降级而引起功率消耗)及可扩缩性。本发明的额外实施例针对于涉及使一或多个点燃激光器与一或多个维持激光器同轴耦合的等离子体点燃方案。在这些实施例中,一或多个点燃激光器可点燃给定等离子体灯内的等离子体,且接着在等离子体点燃之后,一或多个维持激光器可维持所述等离子体。

[0019] 图1A图解说明根据本发明的实施例的用于形成光维持等离子体(LSP)的系统100。系统100可充当用于任何数目个应用(例如但不限于,检验工具或度量工具)的宽带辐射源。

[0020] 在2008年10月14日颁布的第7,435,982号美国专利中大体描述光维持等离子体的产生,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在2010年8月31日颁布的第7,786,455号美国专利中也大体描述等离子体的产生,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在2011年8月2日颁布的第7,989,786号美国专利中也大体描述等离子体的产生,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在2012年5月22日颁布的第8,182,127号美国专利中也大体描述等离子体的产生,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在2012年11月13日颁布的第8,309,943号美国专利中也大体描述等离子体的产生,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在2013年2月9日颁布的第8,525,138号美国专利中也大体描述等离子体的产生,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在2014年12月30日颁布的第8,921,814号美国专利中也大体描述等离子体的产生,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。在2014年3月25日提出申请的第2014/029154号美国专利公开案中也大体描述等离子体的产生,所述美国专利公开案以全文引用方式并入本文中。在2015年3月31日提出申请的第2015/0282288号美国专利公开案中大体描述光维持等离子体的横向泵激,所述美国专利公开案以全文引用方式并入本文中。一般来说,应将本发明的各种实施例解释为扩展到此项技术中已知的任何基于等离子体的光源。在2010年4月27日颁布的第7,705,331号美国专利中大体描述在等离子体产生的情境中使用的光学系统,所述美国专利以全文引用方式并入本文中。

[0021] 在一个实施例中,系统100包含等离子体灯110。在另一实施例中,系统100包含经配置以点燃及/或维持等离子体灯110内的等离子体111的照明源102。照明源102可发射任何选定波长或波长范围(例如但不限于,红外辐射、可见辐射及/或UV辐射)的光。在一个实施例中,照明源102包含一或多个维持激光器120及一或多个点燃激光器130。一或多个点燃激光器130可点燃等离子体灯110内的等离子体111。接着,等离子体111一经点燃,一或多个维持激光器120即用于维持等离子体灯110内的等离子体111。

[0022] 在另一实施例中,系统100包含用于将照明(例如,点燃照明及/或维持照明)从照明源102递送到系统100的照明路径101的一或多个光纤(例如,递送光纤及/或处理光纤)。

[0023] 在另一实施例中,系统包含一或多个灯光学器件。举例来说,如图1A中展示,一或多个灯光学器件可包含(但不限于)聚光元件108(例如,椭球面镜,抛物面镜或球形镜),聚光元件108用于将照明105从照明源102(经由光纤104)引导及/或聚焦到容纳于等离子体灯110内的气体体积109中以点燃及/或维持等离子体111。此外,聚光元件108还可聚集由已产生等离子体111发射的宽带辐射114并将宽带辐射114引导到一或多个额外光学元件116。

[0024] 在替代及/或额外实施例中,一或多个灯光学器件可包含一组照明光学器件,所述

组照明光学器件用于将照明105从照明源102(经由光纤104)引导及/或聚焦到容纳于等离子体灯110内的气体体积中以点燃及/或维持等离子体111。举例来说,所述组照明光学器件可包含一组反射元件(例如,镜),所述组反射元件经配置以将输出从处理光纤104引导到等离子体灯110内的气体体积以点燃及/或维持等离子体111。另外,一或多个灯光学器件可包含(但不限于)一组聚光元件(例如,镜),所述组聚光元件聚集由等离子体111发射的宽带辐射114并将宽带辐射114引导到一或多个额外光学元件116。

[0025] 注意,用于将来自照明源102的一或多个维持激光器120的维持照明及来自照明源102的一或多个点燃激光器130的点燃照明递送到等离子体111的光学配置可包含能够将维持照明及点燃照明依序地或同时地递送到等离子体111(或气体)的任何光学配置。举例来说,用于将来自一或多个维持激光器120及一或多个点燃激光器的照明耦合到光纤104的光学配置可包含反射光学器件及/或透射光学器件。此外,所述光学配置可包含一或多个阻挡镜、一或多个可调整镜/翻转镜、一或多个二向色镜、一或多个偏光组合器等等。

[0026] 图1B到1C图解说明根据本发明的一或多个实施例的配备有一或多个维持激光源及一或多个点燃光激光源的照明源102。

[0027] 在一个实施例中,照明源102包含一或多个维持激光器120a、120b及一或多个点燃激光器130。在一个实施例中,一或多个维持激光器120a、120b包含一或多个连续波(CW)激光器。举例来说,照明源102的一或多个维持激光器120a、120b可包含(但不限于)一或多个二极管激光器(例如,二极管堆叠)。在另一实施例中,照明源102的一或多个点燃激光器130包含一或多个脉冲激光器。举例来说,照明源102的一或多个点燃激光器130可包含(但不限于)一或多个Q切换激光器。举例来说,照明源102的一或多个点燃激光器130可包含(但不限于)一或多个Nd-YAG激光器。举另一实例,照明源102的一或多个点燃激光器130可包含(但不限于)一或多个纳秒脉冲激光器、一或多个皮秒脉冲激光器或者一或多个飞秒脉冲激光器。举另一实例,一或多个点燃激光器130可包含一或多个经调制CW激光器(即,以调节模式操作的CW激光器)。举例来说,一或多个点燃激光器130可包含一或多个经调制二极管激光器。

[0028] 在另一实施例中,照明源102包含用于将照明源(例如,维持照明及/或点燃照明)的光学输出递送到一或多个下游光学元件的递送光纤138。

[0029] 在另一实施例中,照明源102包含光纤耦合器140。举例来说,如图1B中所展示,光纤耦合器140可将递送光纤138的输出以光学方式耦合到处理光纤104的光学输入。光纤耦合器140可包含将递送光纤138的输出耦合到处理光纤104的输入所必需的任何数目及任何类型的光学元件。举例来说,光纤耦合器140可包含经布置以将递送光纤138的输出耦合到处理光纤104的输入的透镜142及144。此外,处理光纤104可为牺牲光纤,其允许用户在必要时将新光纤附接到光纤耦合器140。

[0030] 举例来说,照明源102可包含用于点燃等离子体的Q切换纳秒脉冲激光器及用于维持等离子体的一或多个二极管激光器。在此实例中,Q切换纳秒脉冲激光器的输出可在耦合到递送光纤138之前与照明源102自身内部的二极管激光器输出同轴耦合。在一个实施例中,二极管激光器120a、120b(例如,二极管堆叠)可以CW模式持续操作,且一旦脉冲激光器130点燃等离子体,所述二极管激光器即可承担等离子体维持责任。注意,使用光纤激光器比其它选择通常更可靠、更紧凑且免对准,且可简化激光源设计。

[0031] 注意，可使用此项技术中已知的任何一组光学元件/组件来将一或多个点燃激光器130的输出133与一或多个维持激光器120a及/或120b的输出同轴地耦合到递送光纤138的输入。

[0032] 在一个实施例中，可使用一组镜来在空间上分离激光器120a、120b及130的输出并将激光器120a、120b及130的输出引导及/或聚焦到递送光纤138的输入。举例来说，如图1B中所展示，使用镜126a、126b、127及128来将激光照明从维持激光器120a、120b及点燃激光器130引导到递送光纤138的输入。

[0033] 注意，由于可用空间被来自维持激光器120a、120b的激光照明123a、123b占用，因此可使用一或多个光学元件来暂时阻挡维持激光照明的一部分，以便允许点燃照明133传输到递送光纤138且继续传输到等离子体。举例来说，如图1B中所展示，翻转镜127(或者可致动镜)可经定位以便在等离子体被点燃时将点燃照明133反射到镜128且继续反射到递送光纤138，而阻挡来自激光器120b的维持照明123b。接着，如图1C中所展示，在等离子体点燃之后，可调整翻转镜127使得其阻挡来自点燃源130的点燃照明133，而允许维持照明123b传递到镜128且继续传递到递送光纤138。进一步注意，照明源102可包含用以将光引导并聚焦到递送光纤138中的任何数目个透镜122a、122b、132、136。

[0034] 注意，一或多个维持激光器120a、120b及一或多个点燃激光器130的光学输出可以此项技术中已知的任何方式耦合到递送光纤138。在另一实施例中，递送光纤138及/或处理光纤104可为多步阶(multi-step)/多芯光纤，借此将不同波长的光聚焦到给定光纤的不同层中。

[0035] 图1D图解说明根据本发明的一或多个替代实施例的配备有一或多个维持激光源及一或多个点燃光激光源的照明源102。在此实施例中，可将点燃照明133经由光纤耦合器140递送到处理光纤104。在一个实施例中，光纤耦合器140包含一或多个二向色镜148，二向色镜148适于将点燃照明133反射到处理光纤104中，而允许来自维持激光器120a、120b的照明从递送光纤138通过而到达处理光纤104。

[0036] 在一个实施例中，二向色镜148是可移除的。就此来说，可在特定应用期间或在等离子体点燃期间选择性地将二向色镜148放置到光纤耦合器中。举例来说，等离子体111一经点燃，即可移除二向色镜148。

[0037] 此配置允许在不同于维持激光器120a、120b的波长下操作的外部点燃脉冲激光器130的输出耦合到处理光纤104及等离子体111。此配置提供通过添加外部激光器(例如，光纤激光器或常规Nd-Yag激光器)来按比例增大脉冲激光功率(脉冲能量)的灵活性。

[0038] 注意，虽然图1D的外部点燃源在图1D中经展示为唯一点燃源，但此配置并非对本发明的限制。注意，可同时使用图1C的内部点燃源130及图1D的外部点燃源130以允许在需要按比例增大点燃功率的应用中灵活地进行此功率增大。

[0039] 注意，不应将图1B到1D中描绘的光学配置限制于两个维持激光器或单个点燃激光器。相反，可将图1B到1D中描绘的光学配置扩展到任何数目个维持激光器及任何数目个点燃激光器。举例来说，照明源102可包含一或多个维持激光器(例如，一个、两个、三个维持激光器等)。在此实例中，可通过添加额外维持激光器来修改图1B到1D的光学配置。举例来说，镜128可为允许来自额外维持激光器的照明通过而到达透镜136的二向色镜。举另一实例，照明源102可包含一或多个点燃激光器(例如，一个、两个、三个点燃激光器等)。

[0040] 图1E图解说明根据本发明的一或多个替代实施例的配备有一或多个维持激光源及一或多个点燃光激光源的照明源102。在此实施例中，照明源102包含一或多个二向色镜，且激光器120a、120b及130发射不同波长(或波长范围)的激光照明。举例来说，第一维持激光器120a发射波长λ_1的激光照明，第二维持激光器120b发射波长λ_2的激光照明，且点燃激光器130发射λ_3的激光照明(其中λ_1、λ_2及λ_3是不同的)。此外，镜150、152及154可为二向色镜。就此来说，镜150可反射第一波长λ_1(或一组波长)的光。接着，镜152透射第一波长λ_1的光，同时反射第二波长λ_2的光。继而，镜154透射第一波长λ_1及第二波长λ_2的光，同时反射第三波长λ_3的光。就此来说，来自一或多个维持激光源及一或多个点燃光激光源的照明可耦合到透镜136，透镜136接着将点燃照明及维持照明(依序地或同时地)聚焦及/或引导到递送光纤138中。继而，如本文中先前所论述，光纤耦合器140可将递送光纤138的输出耦合到处理光纤104的输入中，接着处理光纤104将照明源102的输出经由各种光学元件递送到等离子体111(或气体)。

[0041] 注意，还可利用基于偏光的光学元件来组合来自维持源120a、120b及一或多个点燃源130的照明。举例来说，可使用一组偏光元件(例如，偏光分束器/偏光组合器)来将来自一或多个维持激光器的照明及来自一或多个点燃源的照明耦合到递送光纤138中。就此来说，来自一或多个维持激光器的照明可被偏光成一种状态，而来自一或多个点燃激光器的照明被偏光成正交状态。接着，可以类似于图1E的二向色镜的方式实施一组偏光分束器/组合器。

[0042] 注意在本文中，对图1B到1E的以上描述并非对本发明的范围的限制且仅出于图解说明目的而提供。应认识到，可实施任何数目个等效光学配置以便将维持照明及点燃照明依序地或同时地递送到等离子体111。

[0043] 图1F图解说明根据本发明的替代实施例的用于形成光维持等离子体(LSP)的系统100。在此实施例中，可将点燃照明经由点燃激光器130递送到等离子体灯110，点燃激光器130经定位以递送来自不同于照明束105的方向的点燃照明。举例来说，可将点燃照明133经由聚光元件108中的侧端口150耦合到等离子体灯110中。或者，可将点燃照明133经由任何其它方向耦合到等离子体灯110中。注意，无电极配置提供将点燃束133耦合到等离子体灯110中的较大灵活性。另外，点燃激光束133可再使用与一或多个维持激光器120共有的聚光元件108的全部或一部分。

[0044] 图2A到2C图解说明根据本发明的一或多个实施例的供在系统100的等离子体灯110中使用的各种灯泡形状。在一个实施例中，如图2A中所展示，等离子体灯泡202可具有圆柱形形状。在另一实施例中，圆柱形形状的等离子体灯泡202可垂直延伸以便辅助耗散等离子体灯内的对流。

[0045] 在另一实施例中，如图2B中所展示，等离子体灯泡202可具有球形形状。注意，等离子体灯泡202的球形形状可减少或消除对由等离子体111发射的宽带辐射的像差补偿的需要。

[0046] 在另一实施例中，如图2C中所展示，等离子体灯泡202可具有心形形状(即，心脏形状)。在一个实施例中，心形形状的等离子体灯可包含尖峰部210，尖峰部210位于玻璃灯泡的内部表面上以引导等离子体灯110的气体体积109内的对流。

[0047] 在另一实施例中，等离子体灯110是可再次填充的。如图2A到2C中所展示，等离子

体灯110可包含可操作地耦合到等离子体灯110的等离子体灯泡202的一部分的气体端口组合件205。举例来说，等离子体灯110可包含气体端口组合件205，气体端口组合件205机械地连接到灯泡202的底部部分且经配置以促进气体从气体源到等离子体灯110的灯泡202的内部区的选择性转移。

[0048] 在一个实施例中，气体端口组合件205可包含填充端口207、递送帽203、接收帽206及适于将递送帽203机械地固定到接收帽206的夹具208。在此实施例中，可将来自气体源(未展示)的气体从气体源经由气体端口组合件205的填充端口207输送(即，流动)到玻璃灯泡202的内部体积中。此外，填充端口207、递送帽203、接收帽206及夹具208各自可由选定金属(例如，不锈钢)或非金属材料构造。

[0049] 在2012年10月9日提出申请的第13/647,680号美国专利申请案中描述了可再次填充的气体灯泡及各种灯泡形状的利用，所述申请案以全文引用方式并入本文中。虽然图2A到2C图解说明在可再次填充的灯泡(配备有气体端口组合件)的情境中实施的各种等离子体灯泡形状，但注意在本文中，本发明中所描述的等离子体灯泡形状中的每一者还可被实施于不可再次填充的等离子体灯中。

[0050] 虽然本发明的大量篇幅集中于包含等离子体灯泡的等离子体灯，但注意本发明的范围可扩展到等离子体产生技术中已知的任何气体容纳结构或容器，例如(但不限于)等离子体灯泡、等离子体单元及等离子体室。

[0051] 至少在于2007年4月2日提出申请的第11/695,348号美国专利申请案、于2006年3月31日提出申请的第11/395,523号美国专利申请案及于2012年10月9日提出申请的第13/647,680号美国专利申请案中描述了等离子体灯泡的使用，上述申请案先前各自以全文引用方式并入本文中。至少在于2014年3月31日提出申请的第14/231,196号美国专利申请案及于2014年5月27日提出申请的第14/288,092号美国专利申请案中描述了等离子体单元的使用，上述申请案先前各自以全文引用方式并入本文中。在2010年5月26日提出申请的美国专利申请案12/787,827、2015年3月17日提出申请的美国专利申请案14/660,846、2015年3月26日提出申请的第14/670,210号美国专利申请案、2014年3月25日提出申请的第14/224,945号美国专利申请案中描述了作为气体容纳结构的气体室的使用，上述申请案各自以全文引用方式并入本文中。

[0052] 再次参考图1A，系统100的等离子体灯110的透射部分(例如，灯泡、透射元件或窗口)可由对于由等离子体111产生的宽带辐射114及/或来自照明源102的照明105来说至少部分地透明的此项技术中已知的任何材料形成。举例来说，等离子体灯110的一或多个透射部分(例如，灯泡、透射元件或窗口)可由对于等离子体灯110内产生的EUV辐射、VUV辐射、DUV辐射、UV辐射、NUV辐射及/或可见光来说至少部分地透明的此项技术中已知的任何材料形成。此外，等离子体灯110的一或多个透射部分可由对于来自照明源102的IR辐射、可见光及/或UV光来说至少部分地透明的此项技术中已知的任何材料形成。在另一实施例中，等离子体灯110的一或多个透射部分可由对于来自照明源102(例如，IR源)的辐射及由等离子体111发射的辐射(例如，EUV、VUV、DUV、UV、NUV辐射及/或可见光)两者来说均透明的此项技术中已知的任何材料形成。

[0053] 在一些实施例中，等离子体灯110的透射部分可由低OH含量的熔融硅石玻璃材料形成。在其它实施例中，气体容纳结构的透射部分可由高OH含量的熔融硅石玻璃材料形成。

举例来说，等离子体灯110的透射部分可包含(但不限于)SUPRASIL 1、SUPRASIL 2、SUPRASIL 300、SUPRASIL 310、HERALUX PLUS、HERALUX-VUV等等。在其它实施例中，等离子体灯110的透射部分可包含(但不限于)氟化钙、氟化镁、氟化锂、结晶型石英及蓝宝石。A.施赖伯(A.Schreiber)等人的用于VUV放电灯的石英玻璃的辐射抗性(Radiation Resistance of Quartz Glass for VUV Discharge Lamps)(物理期刊D:应用物理(J.Phys.D:Appl.Phys.)38(2005),3242-3250)中详细描述了适于在本发明的等离子体灯110中实施的各种玻璃，以上文献以全文引用方式并入本文中。

[0054] 在一个实施例中，等离子体灯110可容纳此项技术中已知的适于在吸收泵激照明之后即刻产生等离子体的任何选定气体(例如，氩气、氙气、汞等等)。在一个实施例中，将照明105从照明源102聚焦到气体体积109中会使得能量由等离子体灯110内的气体或等离子体吸收(例如，通过一或多个选定吸收线)。

[0055] 预期在本文中，系统100可用于在各种气体环境中起始及/或维持等离子体111。在一个实施例中，用于起始及/或维持等离子体111的气体可包含惰性气体(例如，稀有气体或非稀有气体)或非惰性气体(例如，汞)。在另一实施例中，用于起始及/或维持等离子体111的气体可包含气体混合物(例如，惰性气体混合物、惰性气体与非惰性气体混合物或非惰性气体混合物)。举例来说，适于在本发明的系统100中实施的气体可包含(但不限于)Xe、Ar、Ne、Kr、He、N_2、H_2O、O_2、H_2、D_2、F_2、CH_4、一或多种金属卤化物、卤素、Hg、Cd、Zn、Sn、Ga、Fe、Li、Na、Ar:Xe、ArHg、KrHg、XeHg及其任何混合物。应将本发明解释为扩展到任何光泵激的等离子体产生系统且应进一步解释为扩展到适于在气体容纳结构内维持等离子体的任何类型的气体。

[0056] 注意，等离子体灯110的宽带输出114可耦合到光学表征工具(例如但不限于，检验工具及/或度量工具)的照明光学器件。

[0057] 在一个实施例中，系统100可包含各种额外光学元件。在一个实施例中，所述组额外光学器件可包含经配置以聚集从等离子体111发出的宽带辐射114的额外聚光光学器件。举例来说，系统100可包含经布置以将照明从聚光元件108引导到下游光学器件(例如但不限于，均质器)的冷光镜112。

[0058] 在另一实施例中，所述组额外光学器件可包含沿着系统100的照明路径或聚光路径放置的一或多个额外透镜(例如，透镜)。所述一或多个透镜可用于将照明从照明源102聚焦到气体体积109中。或者，所述一或多个额外透镜可用于将从等离子体111发出的宽带辐射114聚焦到选定目标(未展示)上。

[0059] 在另一实施例中，所述组额外光学器件可包含转向镜106。在一个实施例中，转向镜106可经布置以从照明源102接收照明105并将所述照明经由聚光元件108引导到容纳于等离子体灯110内的气体体积109。在另一实施例中，聚光元件108经布置以从镜106接收照明并将所述照明聚焦到聚光元件108(例如，椭球形聚光元件)的焦点，等离子体灯110位于所述焦点上。

[0060] 在另一实施例中，所述组额外光学器件可包含一或多个滤光器(未展示)，所述滤光器是沿着照明路径或聚光路径放置以便在光进入等离子体灯110之前对照明进行滤光或在光从等离子体111发射之后对照明进行滤光。注意在本文中，如上文所描述及图1A中所图解说明的系统100的光学器件组仅出于图解说明目的而提供且不应解释为限制性的。预期，

可在本发明的范围内利用若干个等效光学配置。

[0061] 本文中所描述的标的物有时图解说明含于其它组件内或与其它组件连接的不同组件。应理解，此类所描绘架构仅是示范性的，且事实上可实施实现相同功能性的许多其它架构。在概念意义上，实现相同功能性的组件的任何布置是有效地“相关联”以使得实现所要功能性。因此，可将本文中经组合以实现特定功能性的任何两个组件视为彼此“相关联”以使得实现所要功能性，而无论架构或中间组件如何。同样地，还可将如此相关联的任何两个组件视为彼此“连接”或“耦合”以实现所要功能性，且还可将能够如此相关联的任何两个组件视为“可耦合”到彼此以实现所要功能性。可耦合的特定实例包含(但不限于)可物理配合及/或物理互动的组件及/或可以无线方式互动及/或以无线方式互动的组件及/或以逻辑方式互动及/或可以逻辑方式互动的组件。

[0062] 据信，通过前述描述将理解本发明及其许多附带优点，且将明了可在不背离所揭示标的物或不牺牲所有其实质优点的情况下对组件的形式、构造及布置做出各种改变。所描述的形式仅是解释性的，且所附权利要求书的意图是涵盖且包含此类改变。此外，应理解，本发明由所附权利要求书定义。

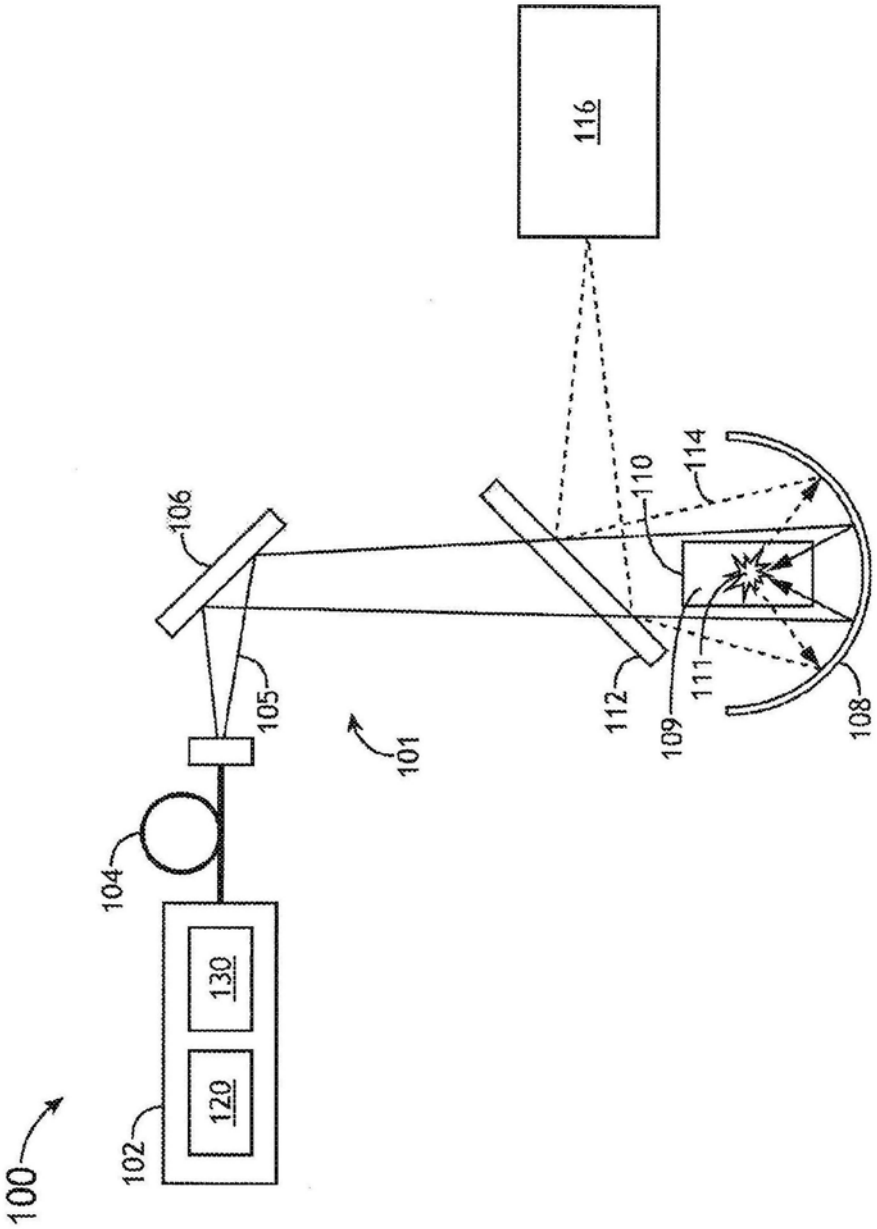


图1A

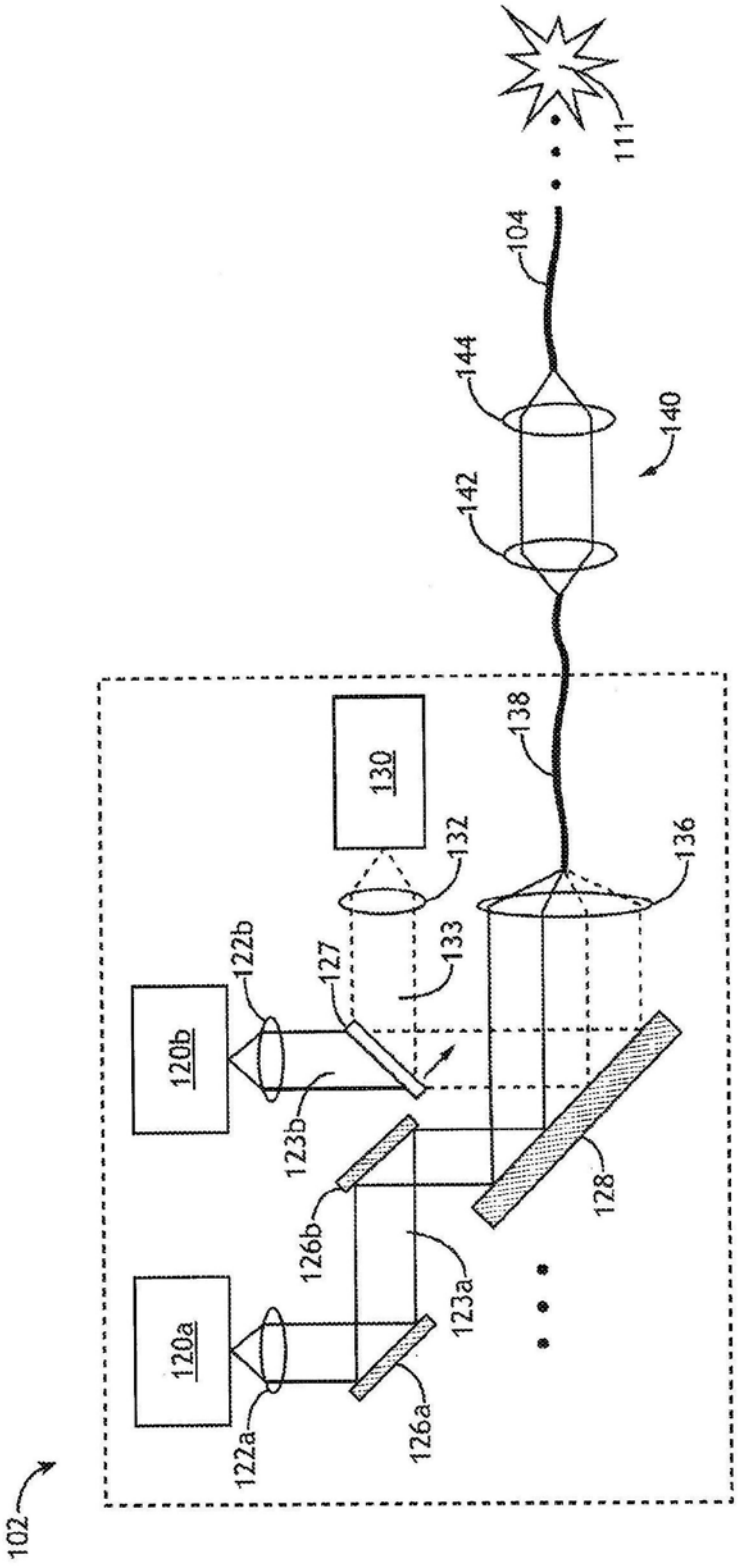

111
104
144
140
142
138
130
132
136
133
127
122b
120b
123b
126b
128
123a
120a
122a
126a
102

图1B

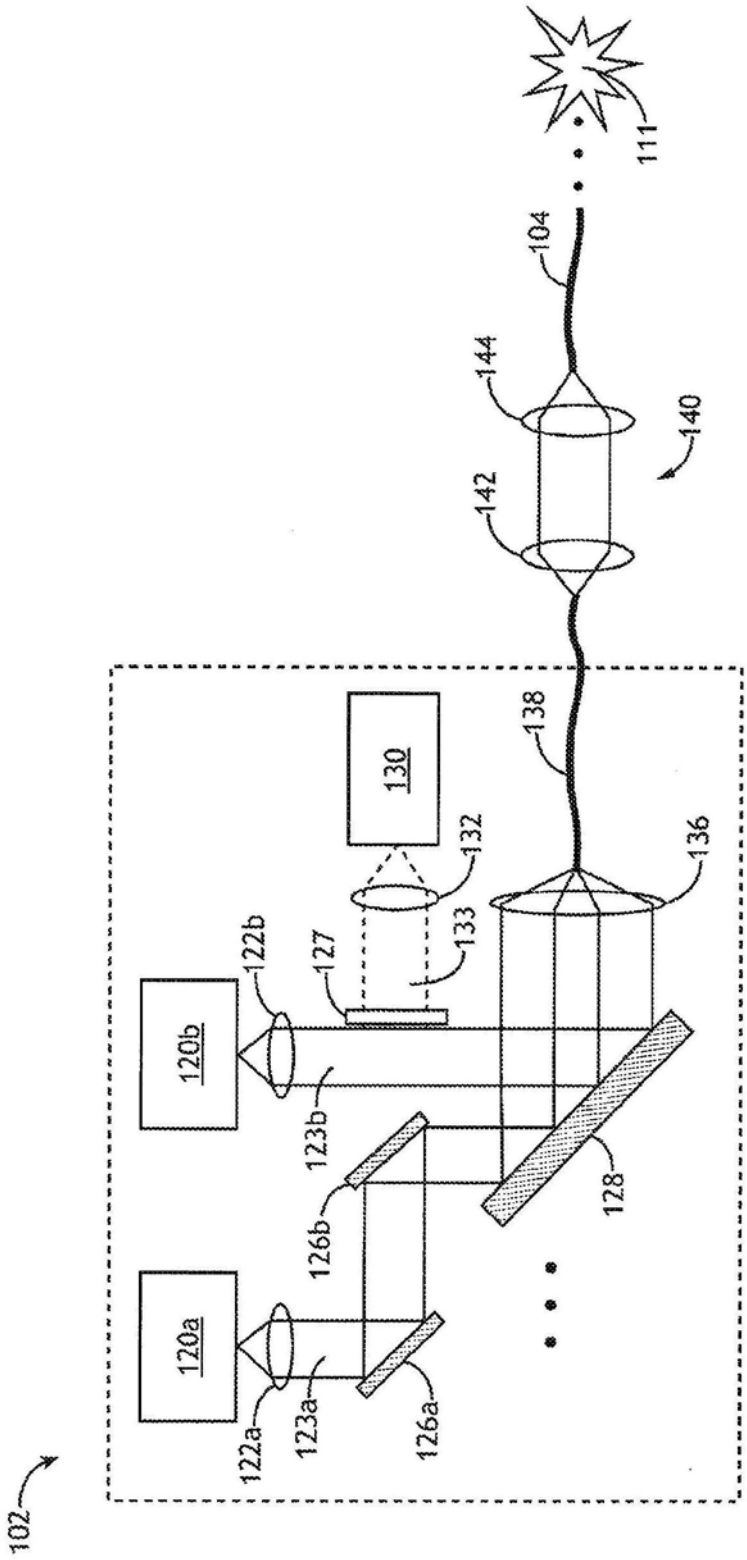

111
104
144
140
142
138
130
132
136
122b
127
133
120b
123b
126b
128
120a
122a
123a
126a
102

图1C

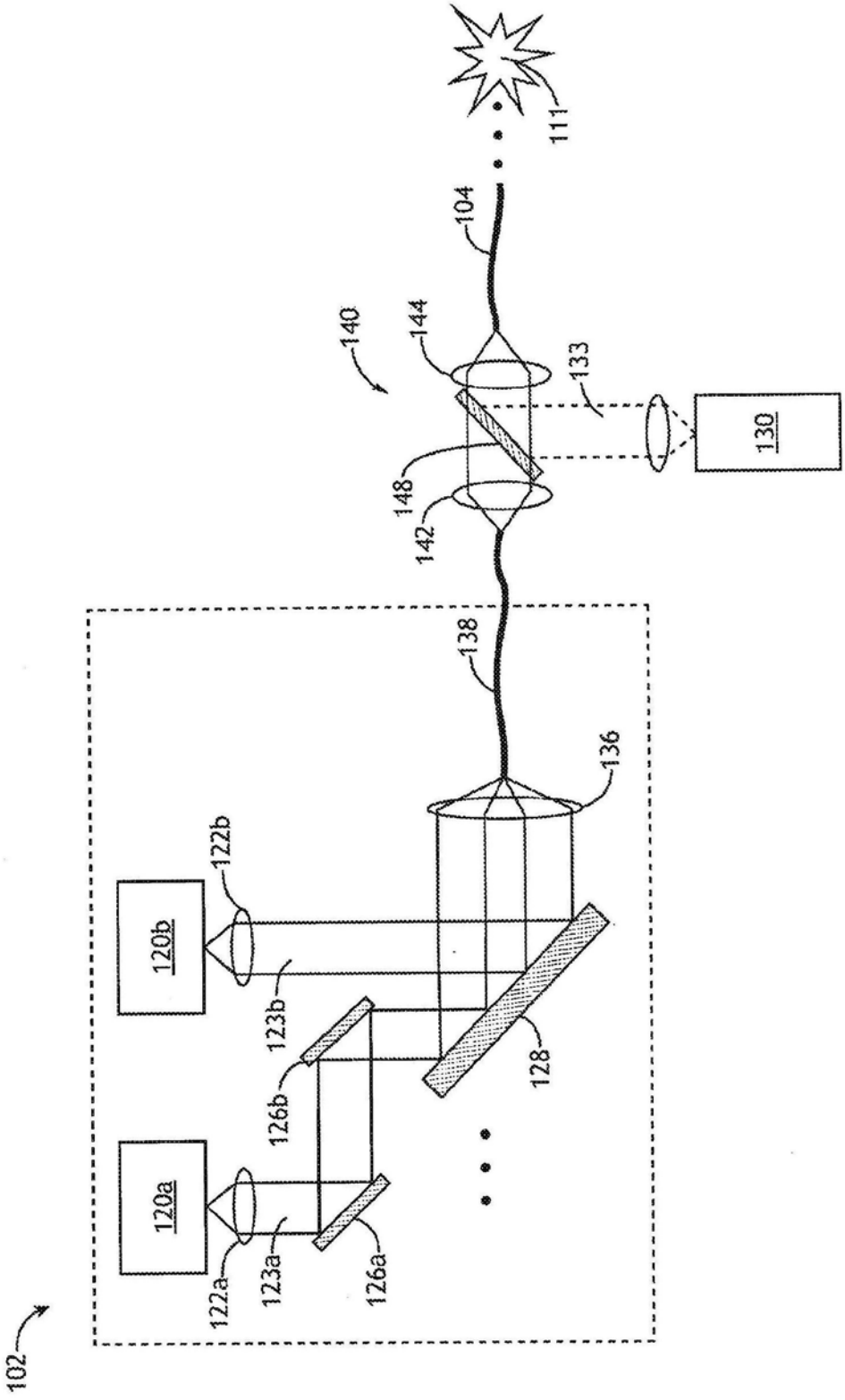

111
104
140
144
133
130
148
142
138
136
122b
120b
123b
126b
128
120a
122a
123a
126a
102

图1D

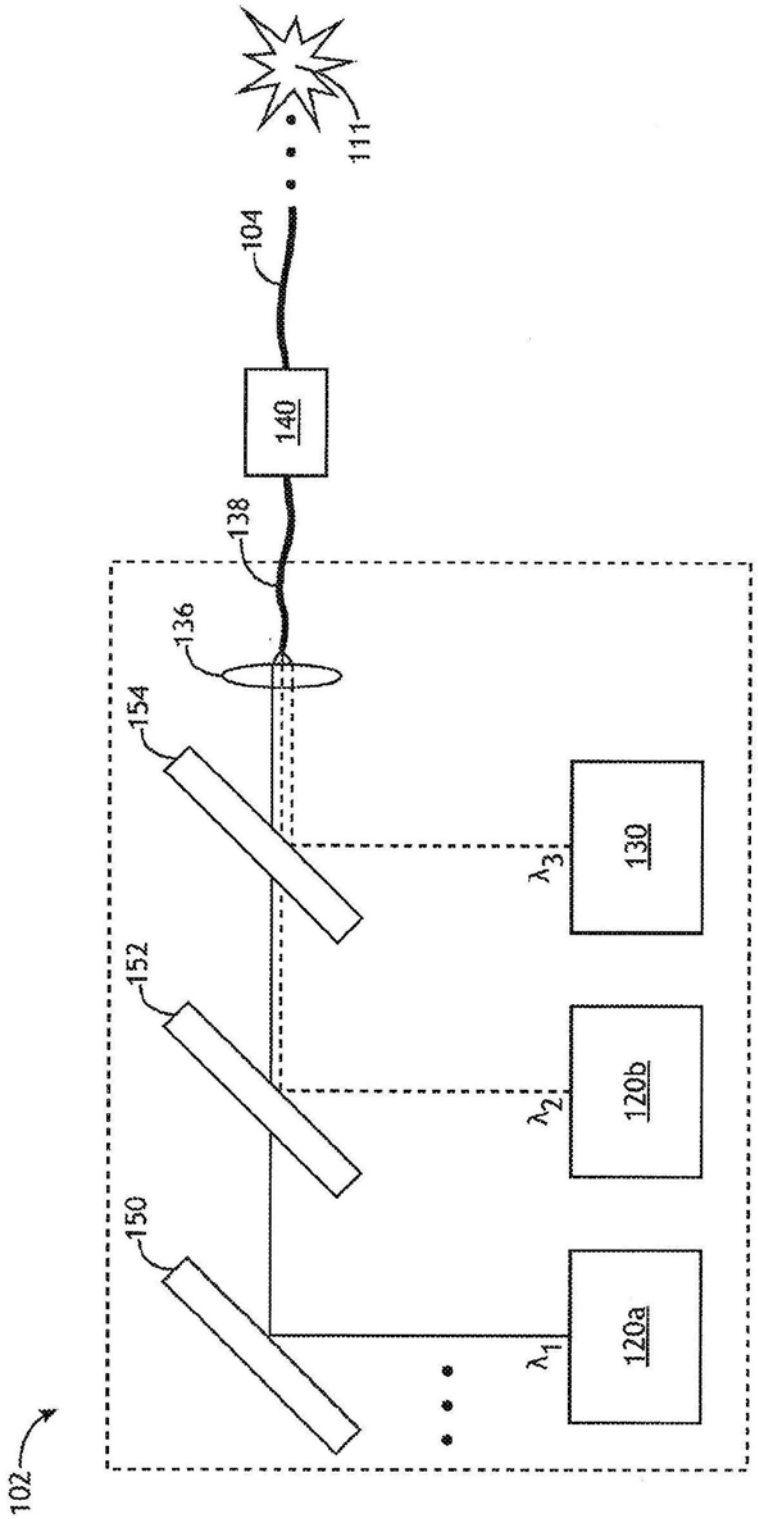

111
104
140
138
136
154
152
150
130
120b
120a
λ_3
λ_2
λ_1
102

图1E

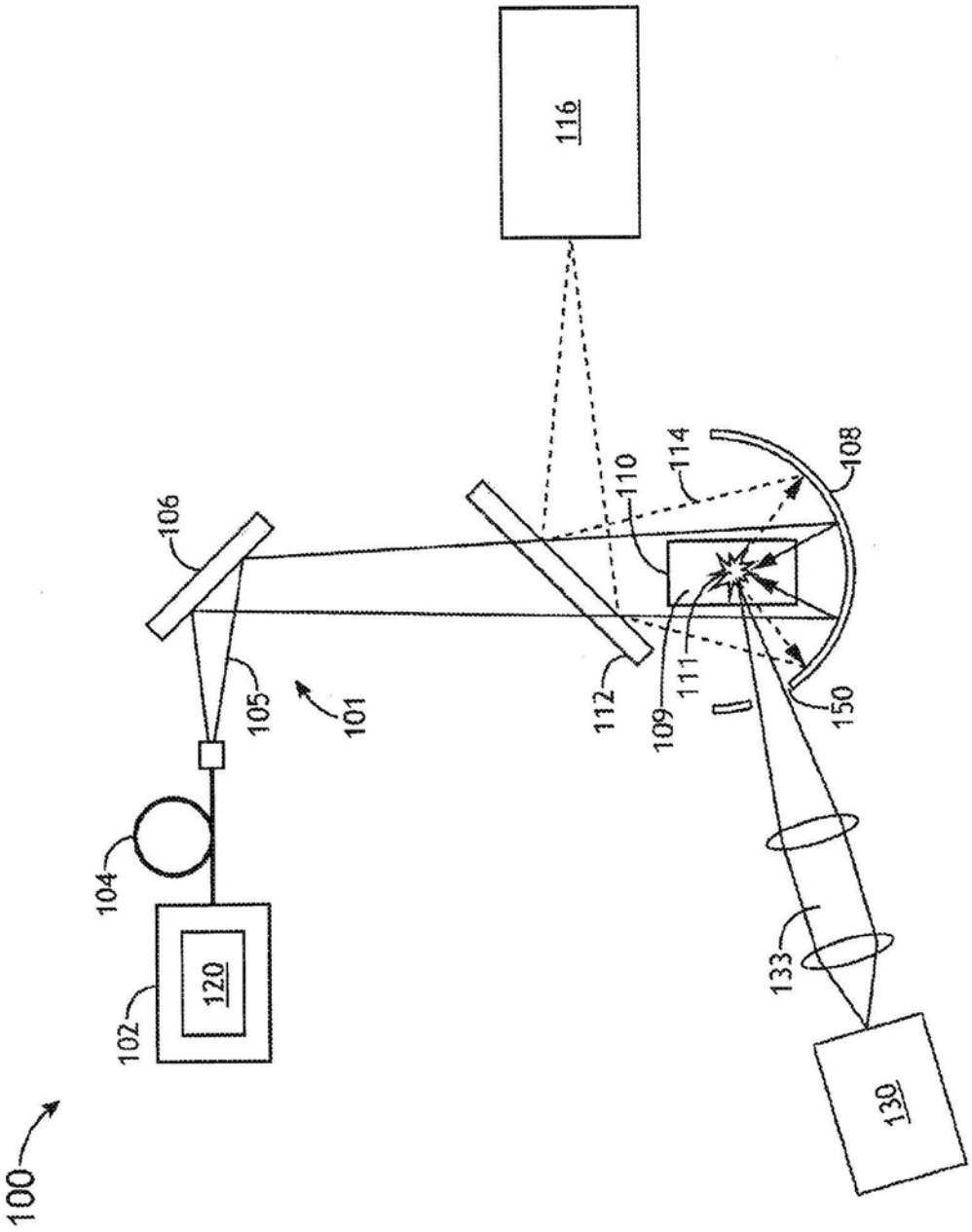

116
114
108
110
106
105
101
112
109
111
150
104
120
102
133
130
100

图1F

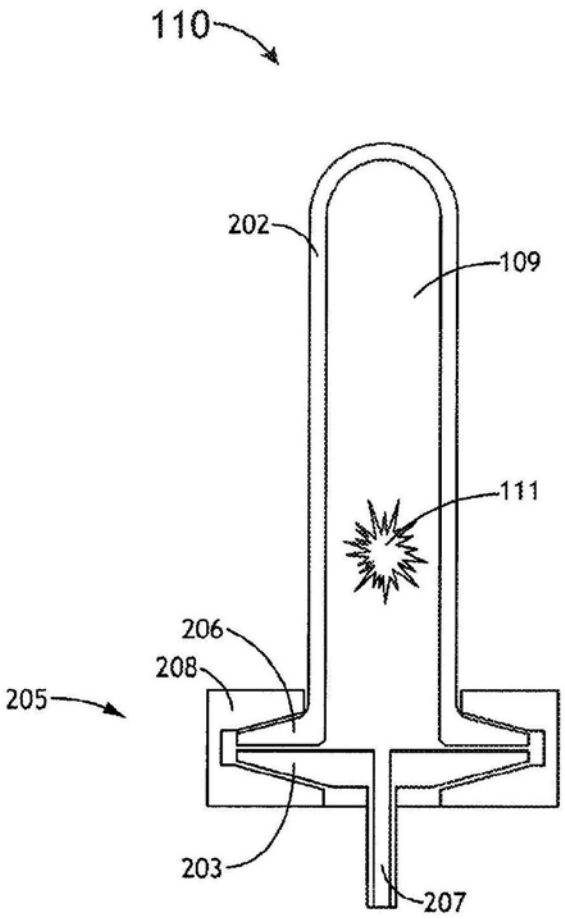


图2A

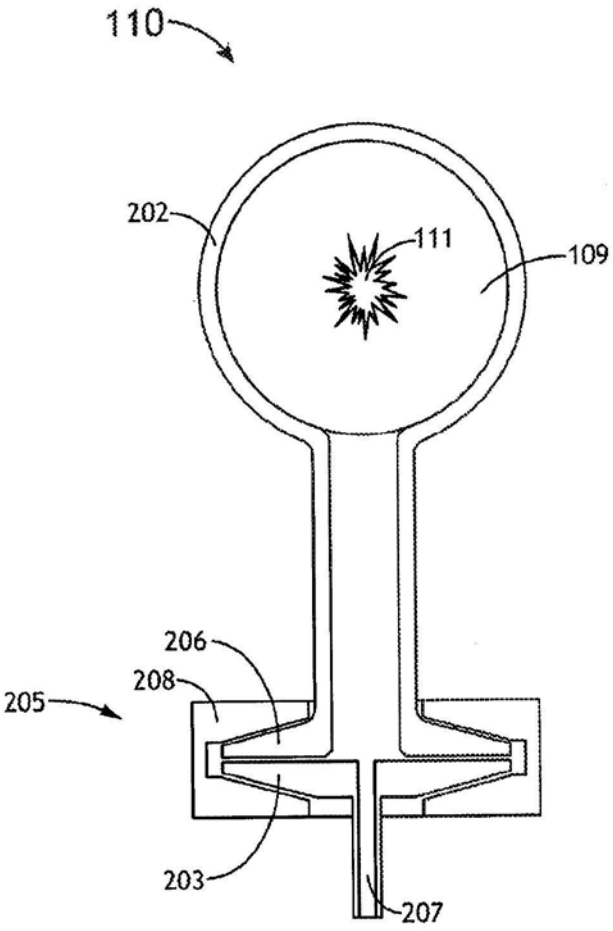


图2B

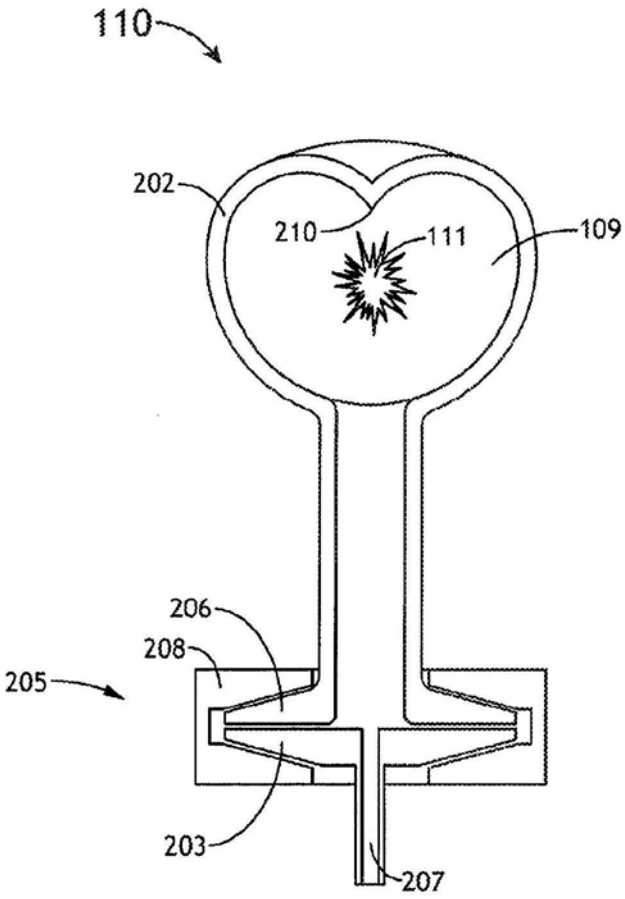


图2C