



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108369891 B

(45) 授权公告日 2021.06.18

(21) 申请号 201680071090.0

(73) 专利权人 科磊股份有限公司

(22) 申请日 2016.12.05

地址 美国加利福尼亚州

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 I·贝泽尔 A·谢梅利宁
K·P·格罗斯 M·潘泽尔
A·希梅尔吉 L·威尔逊
J·维滕贝格

申请公布号 CN 108369891 A

(43) 申请公布日 2018.08.03

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(30) 优先权数据

代理人 张世俊

62/263,663 2015.12.06 US

15/360,397 2016.11.23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.CI.

2018.06.04

H01J 61/30 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/US2016/064980 2016.12.05

US 2014367592 A1, 2014.12.18

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2014367592 A1, 2014.12.18

W02017/100130 EN 2017.06.15

审查员 王鹏

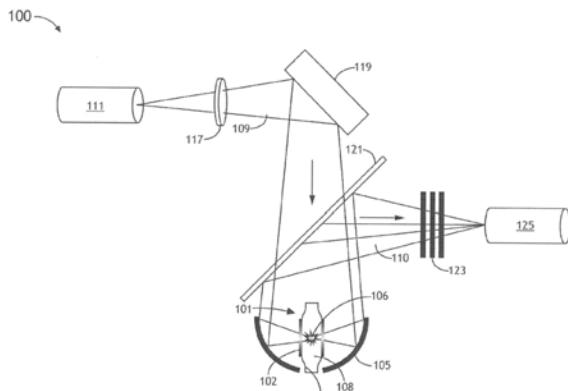
权利要求书3页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

具有渐变吸收特征的激光维持等离子体光源

(57) 摘要

一种激光维持等离子体灯包含经配置以安置一定体积的气体的气体安置结构。所述气体安置结构经配置以从用于在所述体积的气体内产生等离子体的泵激光器接收泵照明。所述气体安置结构包含一或多个透射结构，所述一或多个透射结构对来自所述泵激光器的所述泵照明和由所述等离子体发射的宽带辐射的至少一部分至少部分地透明。所述一或多个透射结构具有渐变吸收剖面，以便控制由由所述等离子体发射的所述宽带辐射引起的对所述一或多个透射结构的加热。



1. 一种激光维持等离子体灯, 其包括:

气体容置结构, 其经配置以容置一定体积的气体, 所述气体容置结构经配置以从用于在所述体积的气体内产生等离子体的泵激光器接收泵照明, 其中所述等离子体发射宽带辐射, 所述气体容置结构包含一或多个透射结构, 所述一或多个透射结构对来自所述泵激光器的所述泵照明的至少一部分和由所述等离子体发射的所述宽带辐射的至少一部分至少部分地透明, 其中所述一或多个透射结构包括预定的渐变吸收剖面以便控制通过由所述等离子体发射的所述宽带辐射引起的对所述一或多个透射结构的加热;

其中所述预定的渐变吸收剖面包含所述一或多个透射结构的接收最大强度的所述宽带辐射的一部分处的所述宽带辐射的至少一部分的最小吸收率。

2. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述预定的渐变吸收剖面对应于冲击所述一或多个透射结构的所述宽带辐射的强度剖面。

3. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述预定的渐变吸收剖面包含所述一或多个透射结构的接收最小强度的所述宽带辐射的一部分处的所述宽带辐射的至少一部分的最大吸收率。

4. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述预定的渐变吸收剖面包含所述气体容置结构的一或多个末端部分处的最大吸收率和所述气体容置结构的赤道部分处的最小吸收率。

5. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述一或多个透射结构包括:

一或多个透射元件; 以及

一或多个渐变吸收层, 其安置于所述一或多个透射元件的一或多个表面上, 其中所述一或多个渐变吸收层的吸收率依据沿着所述一或多个透射元件的位置而变化。

6. 根据权利要求5所述的等离子体灯, 其中所述一或多个透射元件的所述一或多个表面包括:

内表面或外表面中的至少一个。

7. 根据权利要求5所述的等离子体灯, 其中所述一或多个渐变吸收层由铝、碳或铪中的至少一个形成。

8. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述一或多个透射结构包括:

一或多个透射元件, 其掺杂有一或多种吸收材料, 使得所述一或多个透射元件的吸收率以沿着所述一或多个透射元件的位置为依据。

9. 根据权利要求8所述的等离子体灯, 其中所述一或多种吸收材料包括铝、碳或铪中的至少一个。

10. 根据权利要求8所述的等离子体灯, 其中所述一或多种吸收材料包括用于吸收非可用宽带辐射的吸收材料。

11. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述一或多个透射结构包括等离子体灯泡的透明或半透明壁中的至少一个。

12. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述一或多个透射结构包括等离子体单元的透明或半透明壁中的至少一个。

13. 根据权利要求1所述的等离子体灯, 其中所述一或多个透射结构包括等离子体室的一或多个窗口。

14. 根据权利要求1所述的等离子体灯,其中所述一或多个透射结构包含氟化钙、氟化镁、氟化锂、结晶石英、蓝宝石或熔融硅石中的至少一个。

15. 根据权利要求1所述的等离子体灯,其中所述气体选自以下中的至少一者:

惰性气体、非惰性气体和气体的混合物,其中所述气体的混合物包括两种或更多种气体。

16. 一种光学装置,其包括:

光学组件,其包含反射性元件或透射元件中的至少一个;及

一或多个渐变吸收层,其安置于所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的一或多个表面上,其中所述一或多个渐变吸收层建立预定的渐变吸收剖面以控制通过由等离子体发射的宽带辐射引起的对所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的加热,以建立所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的对应热分布,其中所述预定的渐变吸收剖面包含沿着所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的一或多个方向的吸收率的连续改变。

17. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述预定的渐变吸收剖面对应于冲击所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的所述宽带辐射的强度剖面。

18. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述预定的渐变吸收剖面包含所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的接收最大强度的所述宽带辐射的一部分处的所述宽带辐射的至少一部分的最小吸收率。

19. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述预定的渐变吸收剖面包含所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的接收最小强度的所述宽带辐射的一部分处的所述宽带辐射的至少一部分的最大吸收率。

20. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述一或多个透射元件的所述一或多个表面包括:

内表面或外表面中的至少一个。

21. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述一或多个渐变吸收层由铝、碳或铪中的至少一个形成。

22. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述一或多种吸收材料包括用于吸收非可用宽带辐射的吸收材料。

23. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述透射元件包括等离子体灯泡、等离子体单元、等离子体室的窗口、透镜或分束器中的至少一个。

24. 根据权利要求16所述的光学装置,其中所述反射性元件包括反射镜或分束器中的至少一个。

25. 一种用于产生宽带激光维持等离子体光的系统,其包括:

一或多个泵激光器,其经配置以产生照明;

等离子体灯,其中所述等离子体灯包含经配置以安置一定体积的气体的气体安置结构,所述气体安置结构经配置以从用于在所述体积的气体内产生等离子体的泵激光器接收泵照明,其中所述等离子体发射宽带辐射,所述气体安置结构包含一或多个透射结构,所述透射结构对来自所述泵激光器的所述泵照明的至少一部分和由所述等离子体发射的所述宽带辐射的至少一部分至少部分地透明,其中所述一或多个透射结构包括预定的渐变吸收

剖面以便控制通过由所述等离子体发射的所述宽带辐射引起的对所述一或多个透射结构的加热;其中所述预定的渐变吸收剖面包含所述一或多个透射结构的接收最大强度的所述宽带辐射的一部分处的所述宽带辐射的至少一部分的最小吸收率;以及

一或多个灯光学件,其经布置以将来自所述一或多个泵激光器的所述照明聚焦到所述体积的气体中,以便在容置于所述等离子体灯内的所述体积的气体内产生等离子体。

26. 根据权利要求25所述的系统,其中所述一或多个灯光学件经布置以收集由所产生的所述等离子体发射的所述宽带辐射的至少一部分,并将所述宽带辐射导向到一或多个额外光学元件。

27. 根据权利要求25所述的系统,其中所述一或多个灯光学件包括:

椭圆形收集器元件。

28. 根据权利要求25所述的系统,其中所述一或多个泵激光器包括:

一或多个红外激光器。

29. 根据权利要求25所述的系统,其中所述一或多个泵激光器包括:

连续波激光器。

30. 根据权利要求25所述的系统,其中所述一或多个泵激光器包括:

脉冲激光器。

31. 根据权利要求25所述的系统,其中所述一或多个泵激光器包括:

调制激光器。

32. 根据权利要求25所述的系统,其中所述气体选自以下中的至少一者:

惰性气体、非惰性气体和气体的混合物,其中所述气体的混合物包括两种或更多种气体。

具有渐变吸收特征的激光维持等离子体光源

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请依据35 U.S.C. §119 (e) 要求以下常规(非临时)专利申请的权益并构成所述专利申请:2015年12月6日提交的发明人是Ilya Bezel、Anatoly Shchemelinin、Ken Gross、Matthew Panzer、Anant Chimmalgi、Lauren Wilson和Joshua Wittenberg的标题是“用于灯泡和VUV光学的温度控制的渐变涂层(GRADED COATINGS FOR TEMPERATURE CONTROL OF BULBS AND VUV OPTICAL)”的第62/263,663号美国临时申请,所述美国临时申请以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及基于等离子体的光源,且更确切地说,涉及具有渐变吸收特征的一或多个透明部分的基于等离子体的光源。

背景技术

[0004] 随着对于具有不断更小的装置特征的集成电路的需求继续增加,对于用于检测这些的不断收缩的装置的改善型照明源的需要继续增长。此类照明源包含激光维持等离子体源。激光维持等离子体光源能够产生大功率宽带光。激光维持光源通过来执行以下操作来操作:将激光辐射聚焦到气体体积中以便将例如氩气或氙气等气体激发到等离子体状态中,等离子体状态能够发光。此效应通常被称作“泵浦”等离子体。传统等离子体灯包含用于容置用以产生等离子体的气体的等离子体灯泡或单元,等离子体灯泡或单元通常由玻璃或结晶材料形成。在操作期间,等离子体灯会经历由由等离子体发射的宽带辐射对等离子体灯的非均匀加热引起的温度梯度。强的热梯度可在等离子体灯内引起,这在一些状况下会引起机械故障。举例来说,当强的宽带辐射通过等离子体灯的窗口时,由窗口的中心中的优先窗口加热引起的热应力会致使窗口破裂。因此,需要提供用于解决缺点的设备、系统和/或方法,缺点例如以上标识的缺点。

发明内容

[0005] 根据本公开的一或多个实施例,公开了一种具有渐变吸收特性的光学装置。在一个实施例中,所述光学装置包含包含反射性元件或透射元件中的至少一个的光学组件。在另一实施例中,所述光学装置包含安置于所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的一或多个表面上的一或多个渐变吸收层。在另一实施例中,所述一或多个渐变吸收层控制由由等离子体发射的宽带辐射引起的对所述反射性元件或所述透射元件中的至少一个的加热。

[0006] 根据本公开的一或多个实施例,公开了一种具有渐变吸收特性的激光维持等离子体(LSP)灯。在一个实施例中,所述LSP灯包含经配置以容置一定体积的气体的气体容置结构。在另一实施例中,所述气体容置结构经配置以从用于在所述体积的气体内产生等离子体的泵激光器接收泵照明。在另一实施例中,所述等离子体发射宽带辐射。在另一实施例

中,所述气体容置结构包含一或多个透射结构,所述一或多个透射结构至少部分地对来自所述泵激光器的所述泵照明的至少一部分和由所述等离子体发射的所述宽带辐射的至少一部分透明。在另一实施例中,所述一或多个透射结构具有渐变吸收剖面,以便控制由由所述等离子体发射的所述宽带辐射引起的对所述一或多个透射结构的加热。

[0007] 根据本公开的一或多个实施例,公开了一种用于产生宽带激光维持等离子体光的系统。在一个实施例中,所述系统包含经配置以产生照明的一或多个泵激光器。在另一实施例中,所述系统包含等离子体灯。在另一实施例中,所述等离子体灯包含经配置以容置一定体积的气体的气体容置结构,所述气体容置结构经配置以从用于在所述体积的气体内产生等离子体的泵激光器接收泵照明,其中所述等离子体发射宽带辐射。在另一实施例中,所述气体容置结构包含一或多个透射结构,所述一或多个透射结构至少部分地对来自所述泵激光器的所述泵照明的至少一部分和由所述等离子体发射的所述宽带辐射的至少一部分透明。在另一实施例中,所述一或多个透射结构具有渐变吸收剖面,以便控制由由所述等离子体发射的所述宽带辐射引起的对所述一或多个透射结构的加热。在另一实施例中,所述系统包含经布置以执行以下操作的一或多个光学元件:将来自所述一或多个泵激光器的所述照明聚焦到所述体积的气体中,以便在容置于所述等离子体灯内的所述体积的气体内产生等离子体。

[0008] 应理解,前述大体描述以及以下详细描述仅是示范性和解释性的,且并不一定限制如所要求的发明。并入于本说明书中并构成本说明书的一部分的附图说明了本发明的实施例,并且与所述描述一起用以阐释本发明的原理。

附图说明

[0009] 参考附图,所属领域的技术人员可以更好地理解本公开的许多优点,其中:

[0010] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的等离子体灯的气体容置结构的横截面图,所述等离子体灯经历由由等离子体发射的辐射的强度变化引起的温度梯度。

[0011] 图1B是根据本公开的一或多个实施例的等离子体灯的气体容置结构的热图像,所述等离子体灯经历由由等离子体发射的辐射的强度变化引起的温度梯度。

[0012] 图1C是根据本公开的一或多个实施例的离等离子体灯的气体容置结构的赤道的高度对温度的图形,所述等离子体灯经历由由等离子体发射的辐射的强度变化引起的温度梯度。

[0013] 图1D说明根据本公开的一或多个实施例的用于产生基于等离子体的宽带辐射的系统的高等级示意图,所述系统配备有安置于所述系统的等离子体灯的透射元件上的一或多个渐变吸收层。

[0014] 图1E说明根据本公开的一或多个实施例的等离子体灯的气体容置结构的横截面图,所述等离子体灯配备有渐变吸收层以沿着气体容置结构建立均匀加热的。

[0015] 图1F说明根据本公开的一或多个实施例的离等离子体灯的气体容置结构的赤道的高度对等离子体辐射的图形,所述等离子体灯经历由由等离子体发射的辐射的强度变化引起的温度梯度。

[0016] 图1G说明根据本公开的一或多个实施例的离等离子体灯的气体容置结构的赤道的高度对由气体容置结构吸收的热的图形,所述等离子体灯经历由由等离子体发射的辐射

的强度变化引起的温度梯度。

[0017] 图1H说明根据本公开的一或多个实施例的依据赤道上方的高度由透射元件需要以在由等离子体发射的辐射的强度变化引起的透射中使热梯度偏移的涂层吸收的图形。

[0018] 图2A到2B说明根据本公开的一或多个实施例的不具有和具有渐变吸收层的等离子体灯的透射元件的表面吸收的概念视图。

[0019] 图3A说明根据本公开的一或多个实施例的安置于经历方向冷却的等离子体灯泡上的渐变吸收层的简化示意图。

[0020] 图3B说明根据本公开的一或多个实施例安置于水平定向的等离子体灯泡上的渐变吸收层的简化示意图。

[0021] 图4说明根据本公开的一或多个实施例等离子体灯的气体容置结构的横截面图，所述等离子体灯包含掺杂有吸收材料以沿着气体容置结构形成渐变吸收剖面的透射结构。

[0022] 图5A说明根据本公开的一或多个实施例的安置于透明光学组件上的渐变吸收层的横截面图。

[0023] 图5B说明根据本公开的一或多个实施例安置于反射性光学组件上的渐变吸收层的横截面图。

具体实施方式

[0024] 现将详细参考所公开主题，在附图中说明所公开主题。

[0025] 大体上参考图1A到5B，根据本公开，描述了配备有渐变吸收特征的激光维持等离子体(laser sustained plasma, LSP)宽带照明源。本公开的一些实施例是针对运用光维持等离子体光源产生辐射。光维持等离子体光源可包含配备有透射元件(例如等离子体灯泡的透明壁、等离子体单元的透明壁、窗口等等)的等离子体灯，透射元件对用以维持等离子体灯内的等离子体的泵浦光(例如来自激光源的光)透明以及由等离子体发射的宽带辐射两者至少部分地透明。本公开的一些实施例实现了形成于等离子体灯的一或多个透明部分上的一或多个渐变吸收层。本公开的其它实施例实现对等离子体灯的一或多个透明部分的体掺杂，以便在等离子体灯的一或多个透明部分中提供渐变吸收剖面。

[0026] 可在需要一或多个透明、半透明和/或反射性接口的任何光学系统的情形下使用一或多个渐变吸收层和/或体掺杂。可在任何数目个高温光学环境中使用一或多个吸收层。

[0027] 缺乏对光学组件中的光吸收率的控制会在非常接近于等离子体的光学组件中引起强的热梯度。LSP容器(例如等离子体灯泡、等离子体单元、等离子体室)中使用的许多光学材料相对脆性，并不会耐受强的热梯度。强的热梯度会产生会最终引起光学组件的机械故障的应力，在更大的光学组件上尤其如此。

[0028] 对于窗口和其它投射性光学组件，热管理变得具有重要形，以便减小由非均匀加热引起的应力。光学组件中的应力的一个主因例如但不限于等离子体单元或等离子体灯泡的透射元件(例如窗口)由等离子体发射的VUV光的表面吸收。对于高强度应用，热应力会超出透射元件的材料强度，由此引起透射元件的灾难性故障。实施渐变吸收层和/或体掺杂透射元件以实现渐变吸收可实现受控制的应力分布模式。

[0029] 还在2008年10月14日发行的第7,435,982号美国专利中大体上描述了光维持等离子体的产生，所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2010年8月31日发行的第7,

786,455号美国专利中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2011年8月2日发行的第7,989,786号美国专利中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2012年5月22日发行的第8,182,127号美国专利中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2012年11月13日发行的第8,309,943号美国专利中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2013年2月9日发行的第8,525,138号美国专利中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2014年12月30日发行的第8,921,814号美国专利中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2016年4月19日发行的第9,318,311号美国专利中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。还在2014年3月25日提交的第2014/029154号美国专利公开中大体上描述了等离子体的产生,所述美国专利公开以全文引用的方式并入本文中。在广义上,本公开的各种实施例应被解译为扩展到所属领域中已知的任何基于等离子体的光源。在2010年4月27日发行的第7,705,331号美国专利中大体上描述了在等离子体产生的情形下使用的光学系统,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。在2016年6月20日提交的第15/187,590号美国专利申请中大体上描述了在等离子体源中使用单独的照明和收集光学件,所述美国专利申请以全文引用的方式并入本文中。在2014年3月25日提交的第14/224,945号美国专利申请中大体上描述了在无灯泡光源中产生等离子体,所述美国专利申请申请以全文引用的方式并入本文中。还在2010年5月26日提交的第12/787,827号美国专利申请中大体上描述了无灯泡激光器维持等离子体光源,所述美国专利申请以全文引用的方式并入本文中。

[0030] 图1A到1C说明根据本公开的一或多个实施例的等离子体灯中的非均匀加热的起因和影响。在本文中应注意,通过传递给灯泡的壁的热的平衡(主要通过经吸收等离子体辐射和对流)和冷却,主要通过灯泡外部上的加压空气对流和热辐射来建立等离子体灯的灯泡封套的热分布。类似地,通过借助于经吸收辐射和冷却(例如对流或水冷却)平衡加热来建立等离子体单元和等离子体室的光学组件的温度分布。

[0031] 图1A是根据本公开的一或多个实施例的等离子体灯10的气体容置结构的横截面图,等离子体灯101经历由由等离子体16发射的辐射10、12的强度变化引起的温度梯度。应注意,主辐射热源是LSP,且气体容置结构的透射元件14上的热产生由从气体容置结构的透射元件14的壁到LSP的距离、LSP发射光谱和/或透射元件14的吸收率指示。目前,接近LSP(例如圆柱形灯泡的赤道部分)的光学组件具有更高的温度,且远离等离子体的那些光学组件具有更低的温度。图1B是根据本公开的一或多个实施例的等离子体灯的灯泡的热图像20,所述等离子体灯经历至少部分地由由等离子体发射的辐射的强度变化引起的温度梯度。图1C是根据本公开的一或多个实施例的离等离子体灯的灯泡的气体容置结构的赤道的温度对高度的图形30(其中高度=0对应于赤道),所述等离子体灯经历由由等离子体发射的辐射的强度变化引起的温度梯度。

[0032] 图1D说明根据本公开的一或多个实施例的用于形成激光维持等离子体的系统100,系统100配备有配备有一或多个渐变吸收特征的等离子体灯101。

[0033] 在一个实施例中,系统100包含照明源111(例如一或多个激光器),照明源111经配置以产生具有选定波长或波长范围的照明109,例如但不限于红外辐射或可见光辐射。在另

一实施例中,系统100包含用于产生或维持等离子体106的等离子体灯101。在另一实施例中,等离子体灯101包含具有一或多个透射元件104(例如透明或半透明光学元件)的一或多个气体容置结构103(例如等离子体灯泡、等离子体单元、等离子体室等等)。举例来说,一或多个透射元件104可包含但不限于透明或半透明窗口、等离子体灯泡的壁、等离子体单元的壁等等。在一个实施例中,等离子体灯101的气体容置结构103的透射元件104经配置以从照明源111接收照明,以便在容置于等离子体灯101内的气体体积108的等离子体产生区内产生等离子体106。在这点上,等离子体灯101的气体容置结构103的一或多个透射元件104对由照明源111产生的照明至少部分地透明,从而允许由照明源111传递(例如通过光纤耦合传递或通过自由空间耦合传递)的照明被透射穿过透射元件104并且进入等离子体灯101。在另一实施例中,在从照明源111吸收照明之后,等离子体106即刻发射宽带辐射(例如宽带IR、宽带可见光、宽带UV、宽带DUV、宽带VUV和/或宽带EUV辐射)。在另一实施例中,等离子体灯101的气体容置结构103的一或多个透射元件104对由等离子体106发射的宽带辐射的至少一部分至少部分地透明。在本文中应注意,等离子体灯101的气体容置结构103的一或多个透射元件104可对来自照明源111的照明107和来自等离子体106的宽带照明115透明。

[0034] 在另一实施例中,等离子体灯101配备有一或多个渐变吸收特征102。

[0035] 图1E说明根据本公开的一或多个实施例的配备有一或多个渐变吸收特征102的等离子体灯101的一部分。在一个实施例中,等离子体灯101的气体容置结构103包含透射结构107。透射结构107对来自泵激光器111的泵照明109的至少一部分和由等离子体106发射的宽带辐射110的至少一部分至少部分地透明。在另一实施例中,透射结构107具有渐变吸收剖面,以便控制由由等离子体106发射的宽带辐射引起的对一或多个透射结构的加热。

[0036] 在一个实施例中,透射结构107包含透射元件104(例如灯泡的壁、等离子体单元的壁、窗口等等)和安置于透射元件104的表面上的一或多个渐变吸收层102。举例来说,透射元件104可包含以其它方式大体上非吸收透射元件,例如但不限于等离子体灯泡的壁、等离子体单元的壁、等离子体室的窗口等等。渐变吸收层102可安置于透射元件104的一或多个表面上,以便实现透射结构107的渐变吸收剖面。

[0037] 应注意,渐变吸收层102可形成为实现透射元件104(或其它光学组件)的选定热分布。

[0038] 在一个实施例中,吸收层102可形成于透射元件104的表面上,以便大致成反比地匹配冲击透射元件104的宽带辐射110的强度剖面。在这点上,吸收层102的吸收率可以宽带辐射110的强度剖面成反比地变化,以便沿着气体容置结构103的透射结构107的一或多个方向(例如轴向方向)减小热梯度。吸收层102中的此吸收率分布可有助于跨越透射元件104实现均匀温度分布,由此减小透射元件104中的应力并还为日晒退火提供适当的温度。还应注意,沿着透射元件104(或其它光学组件)的一或多个方向(例如圆柱形几何形状中的轴向方向)实现均匀温度在由各种材料形成的脆性透射元件104的状况下特别合乎需要,所述材料例如但不限于Al₂O₃、CaF₂、MgF₂等等。

[0039] 在一个实施例中,吸收层102的吸收率可沿着选定方向(在圆柱形几何形状的状况下,例如轴向方向)持续变化。举例来说,可形成吸收层102,使得吸收层的吸收率在具有最大宽带辐射强度的点115的点处最小,而在具有最小宽带辐射强度的点113、117处最大。举例来说,在圆柱形气体容置结构103的状况下,如图1E中所展示,吸收层102的渐变吸收剖面

是使得吸收层的吸收率在气体容置结构103的一或多个末端部分113、117处最大,且在气体容置结构103的赤道部分115处最小。在此实例中,施加吸收层102使得其在透射元件104(例如窗口)的顶部/底部边缘113、117比中心105具有高吸收率可允许受控制的应力分布模式,由此所得热剖面在透射元件104中产生更小的径向应力。举例来说,吸收层102的吸收率可具有介于10%到100%之间的最大吸收率和低达0%的最小吸收率(对于最大吸收率是20%的状况,见图1H)。

[0040] 吸收层102可安置于等离子体灯101的透射元件104的内表面和/或外表面上。还应注意,在透射元件104的两侧(即,内表面和外表面)上施加吸收层102可用以有助于管理透射元件104中的纵向应力分布。

[0041] 在一个实施例中,吸收层102包含沉积/形成于透射元件104的一或多个表面上的吸收涂层。可形成吸收层102,使得吸收层102的吸收率根据需要沿着一或多个方向变化,以缓解其在透射元件104中另外存在的热梯度。可通过控制用以形成吸收层的材料的密度来控制依据沿着透射元件104的位置层102的吸收率。在另一实施例中,具有不同吸收率的多种材料可用以依据沿着透射元件104的位置控制吸收率。

[0042] 可利用所属领域中已知的任何薄膜沉积工艺来沉积吸收层102,薄膜沉积工艺例如但不限于蒸发、溅镀、化学气相沉积(chemical vapor deposition, CVD)、原子层沉积(atomic layer deposition, ALD)等等。

[0043] 应注意,用以形成渐变吸收层102的材料可包含光学领域中已知的用于形成吸收光学组件涂层/层的任何材料。在一些实施例中,吸收层102可由吸收宽带辐射110的光谱的全部或相当大部分的一或多种材料形成。举例来说,吸收层102可由广泛吸收材料形成,例如但不限于铝或碳。在其它实施例中,吸收层102可由吸收宽带辐射110的光谱的一部分的一或多种材料形成。举例来说,吸收层102可由部分吸收材料形成,例如但不限于铪。

[0044] 还应注意,吸收层102可由具有远离LSP源101的可用光谱带的吸收光谱的材料形成。通过限制吸收层102对宽带辐射110的非可用频谱部分的吸收,可通过热梯度降低来减小透射元件104中的应力,同时光输出性能不受影响。举例来说,在从等离子体106收集可见光的状况下,可实施基于铪的渐变吸收层102,以便从等离子体106的宽带输出吸收非可用UV光。

[0045] 图1F到1H说明根据本公开的一或多个实施例的光源100的光输出与渐变吸收层102之间的关系的实例,渐变吸收层102适合于缓和光源100的透射元件104内的热应力。在此实例中,假设光源包含具有30mm($R=15\text{mm}$)的直径的圆柱形灯(例如包含结晶或玻璃气体容置结构的圆柱形灯),需要维持其均匀温度分布,其中离具有 $P=10\text{kW}$ 的功率输出的等离子体的赤道平面, $z=\pm 30\text{mm}$ 。可使用下式来计算吸收层102的吸收率:

$$[0046] A[\%] = \frac{\max(Q) - Q}{W} * 100\%$$

[0047] 其中 W 是气体容置结构103的透射元件104(例如玻璃壁)上的辐射通量,并通过下式得出:

$$[0048] W = \frac{P_{\text{等离子体}}}{4\pi(R^2 + z^2)}$$

[0049] 其中 Q 是由气体容置结构的透射元件104(例如气体容置结构的玻璃壁)吸收的功

率密度，并通过下式得出：

[0050] $Q = A_{\text{玻璃}} \cdot W$

[0051] 其中 $A_{\text{玻璃}}$ 是气体容置结构103的玻璃圆柱形透射元件104的吸收率。

[0052] 图1F依据气体容置结构103的赤道下方和上方的高度而说明描绘等离子体辐照的图形120。图1G描绘在玻璃的5%吸收的状况下(即, $A_{\text{玻璃}} = 5\%$)由气体容置结构103的透明部分104的玻璃吸收的热130。图1H说明根据本公开的一或多个实施例的描绘涂层吸收(以%) 的图形140,涂层吸收用于缓和温度梯度并沿着透射元件104的z方向建立均匀温度。在此实例中,最大吸收率是气体容置结构103的末端部分处的20%吸收和赤道处的0%吸收。在本文中应注意,此实例并非对本公开范围的限制,并仅仅出于说明性目的而提供。

[0053] 图2A到2B说明不具有和具有渐变吸收层102的等离子体灯101的透射元件104的表面吸收的概念视图200、210。如图2A中所展示,在不存在渐变吸收层102的状况下,具有强度梯度的光冲击透射元件104的壁。应注意,沿着透射元件吸收的光的量是依据沿着透射元件104的光的强度。在这点上,特定位置处的光越剧烈,在那个位置处吸收的光越多。曲线204依据沿着透射元件的位置而在概念上说明吸收到的光。对具有强度梯度的光的吸收接着通过光201的吸收在透射元件104的壁内产生强的温度梯度205。相比之下,如图2B中所展示,对渐变吸收层102的施加用以平滑掉沿着透射元件104吸收的光的量。在这点上,通过依据光201的减小强度而增大吸收率,可平滑掉沿着透射元件104在每个位置处吸收的光的量,以便接近恒定值。曲线206依据沿着透射元件104的位置而在概念上说明吸收到的光。相比于在不具有渐变吸收层的状况下观察到的那些梯度,沿着透射元件104的均匀吸收又接着产生弱的温度梯度207。

[0054] 图3A说明根据本公开的一或多个实施例的安置于经历方向冷却的等离子体灯泡上的渐变吸收层的简化示意图。应注意,在此配置中,方向性冷却可引起对等离子体灯泡101的一侧304的更少加热(更多冷却),从而致使等离子体灯泡101的相对侧302比例304经历更高的加热。在此实例中,渐变吸收层102可安置于经历更高冷却的侧304上,以便提高侧304上的宽带辐射110的吸收并跨越等离子体灯泡101产生更均匀的温度分布。

[0055] 图3B说明根据本公开的一或多个实施例安置于水平定向的等离子体灯泡上的渐变吸收层的简化示意图。应注意,在此水平配置中,对流羽流301可引起对等离子体灯泡101的顶部部分302的额外加热。在此实例中,渐变吸收层102可安置于等离子体灯101的底部部分304上,以便提高宽带辐射110的吸收来跨越等离子体灯泡101产生更均匀的温度分布。

[0056] 图4说明根据本公开的一或多个实施例等离子体灯的气体容置结构的横截面图,所述等离子体灯包含掺杂有吸收材料以沿着气体容置结构形成渐变吸收剖面的透射结构。虽然本公开主要已聚焦于安置于等离子体灯泡或等离子体单元的以其它方式透明/半透明的透射元件的表面上的渐变吸收层102的实施,但是此配置不应被解译为限制本公开的范围。在替代和/或额外实施例中,可通过对等离子体灯101的气体容置结构103的透射元件的体掺杂来控制等离子体灯101的吸收剖面。举例来说,如图4中所展示,气体容置结构103的一或多个透射结构包含被掺杂以便具有渐变吸收剖面的透射元件402(例如等离子体灯的壁、等离子体单元的壁、窗口等等)。在这点上,在制造给定透射元件期间,吸收材料掺杂到用以形成透射元件的体材料中,其方式将沿着给定透射元件的一或多个方向产生渐变吸收剖面。

[0057] 虽然以上公开主要已聚焦于用以减小等离子体灯101的透射部分中的温度梯度的渐变吸收层(或体掺杂)的实施方案,但是这些实例不应被解译为限制本公开的范围。实际上,渐变吸收层的实施方案和/或体透明材料的掺杂可扩展到任何类型的光学组件,其中温度梯度可通过光的吸收形成于给定光学组件中,如先前在本文中所论述。举例来说,渐变吸收层的实施方案和/或体材料与吸收材料的掺杂可延伸到所属领域中已知的任何透射和/或反射性光学组件,包含但不限于窗口、透镜、反射镜、分束器等等。图5A说明根据本公开的一或多个实施例的安置于透明或半透明光学组件502上的渐变吸收层102的横截面图500。在一个实施例中,光学组件502可包含透射元件(例如玻璃或晶体片件)。在一个实施例中,透明或半透明光学组件502可包含窗口(例如等离子体室的窗口)。在另一实施例中,透明或半透明光学组件可包含透镜。在另一实施例中,透明或半透明光学组件可包含分束器(分束器不可包含透射性组件和反射性组件两者)。可形成渐变吸收层102,使得层的吸收率与层102上入射的非均匀光501的强度剖面一致,以使得最剧烈的光冲击层102的最不具吸收的部分。

[0058] 图5B说明根据本公开的一或多个实施例安置于反射性或半反射性光学组件510上的渐变吸收层的横截面图。在一个实施例中,光学组件510包含反射性元件(例如以反射材料涂布的玻璃或晶体片件)。在一个实施例中,反射性或半反射性光学组件可包含反射镜。举例来说,反射性或半反射性光学组件可包含双色镜。在另一实施例中,反射性或半反射性光学组件可包含反射器或收集器。在另一实施例中,反射性或半反射性光学组件可包含分束器。可形成渐变吸收层102,使得层的吸收率与层102上入射的非均匀光501的强度剖面一致,以使得最剧烈的光冲击层102的最不具吸收的部分。

[0059] 再次参考图1D,在一个实施例中,等离子体灯101可含有所属领域中已知的适合于在吸收了合适的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、汞气等等)。在一个实施例中,将照明109从照明源111聚焦到气体体积108中致使通过等离子体灯101内(例如等离子体灯泡、等离子体单元或等离子体室内)的气体或等离子体的一或多个选定吸收线吸收能量,由此“泵浦”气体物种以便产生或维持等离子体。在另一实施例中,虽然未展示,但是等离子体灯101可包含用于在等离子体单元101的内部体积内起始等离子体106的一组电极,由此来自照明源111的泵浦辐射109在由电极点燃之后维持等离子体106。

[0060] 预期在本文中,可利用系统100以在多种气体环境中起始和/或维持等离子体106。在一个实施例中,用以起始和/或维持等离子体106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(例如汞气)。在另一实施例中,用以起始和/或维持等离子体106的气体108可包含气体的混合物(例如惰性气体的混合物、惰性气体与非惰性气体的混合物或非惰性气体的混合物)。

[0061] 还应注意,系统100可以数种气体予以实施。举例来说,适合于在本公开的系统100中实施的气体可包含但不限于Xe、Ar、Ne、Kr、He、N₂、H₂O、O₂、H₂、D₂、F₂、CH₄、一或多种金属卤化物、卤素、Hg、Cd、Zn、Sn、Ga、Fe、Li、Na、Ar:Xe、ArHg、KrHg、XeHg等等。本公开的系统100应被解译为扩展到适合于光维持等离子体产生的任何体系结构,并应被进一步解译为扩展到适合于维持等离子体灯内的等离子体的任何类型的气体。

[0062] 系统100的等离子体灯101的透射元件104(例如等离子体灯泡的壁、等离子体单元的壁、窗口等等)可由所属领域中已知的对由等离子体106产生的辐射至少部分地透明的任

何材料形成。在一个实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由所属领域中已知的对由等离子体106产生的VUV辐射至少部分地透明的任何材料形成。在一个实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由所属领域中已知的对由等离子体106产生的DUV辐射至少部分地透明的任何材料形成。在另一实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由所属领域中已知的对由等离子体106产生的EUV光至少部分地透明的任何材料形成。在另一实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由所属领域中已知的对由等离子体106产生的UV光至少部分地透明的任何材料形成。在另一实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由所属领域中已知的对由等离子体106产生的可见光至少部分地透明的任何材料形成。

[0063] 在另一实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由所属领域中已知的对来自照明源111的泵浦照明109(例如IR辐射)至少部分地透明形成。在另一实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由所属领域中已知的对以下两项至少部分地透明的任何材料形成:来自照明源111(例如IR源)的辐射109、和由容置于等离子体灯101的透明部分102的体积内的等离子体106发射的宽带辐射110(例如VUV辐射、DUV辐射、EUV辐射、UV辐射和/或可见光辐射)。在一些实施例中,等离子体灯101的透射元件104可由低OH或高OH含量熔融硅石玻璃材料形成。举例来说,等离子体灯101的透射元件104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101的透射元件104可包含但不限于氟化钙(CaF_2)、氟化镁(MgF_2)、氟化锂(LiF_2)、结晶石英或蓝宝石。在本文中应注意,例如但不限于 CaF_2 、 MgF_2 、结晶石英和蓝宝石等材料提供对短波长辐射(例如 $\lambda < 190\text{nm}$)的透明度。适合于实施于本公开的等离子体单元101的透明部分102中的各种玻璃详细论述于A.Schreiber等人的“用于VUV放电灯的石英玻璃的辐射电阻(Radiation Resistance of Quartz Glass for VUV Discharge Lamps)”(J.Phys.D: Appl.Phys.38(2005),3242-3250)中,其以全文引用的方式并入本文中。

[0064] 等离子体灯101的透射元件104(例如灯泡的壁、等离子体单元的壁等等)可采用所属领域中已知的任何形状。在等离子体灯101是等离子体单元的状况下,透射元件104可具有圆柱形形状。在另一实施例中,虽然未展示,但是透射元件104可具有球形或椭球形形状。在另一实施例中,虽然未展示,但是透射元件104可具有复合形状。举例来说,透射元件104的形状可由两个或更多个形状的组合组成。举例来说,透射元件104的形状可由经布置以容置等离子体106的球形或椭球形中心部分和在球形或椭球形中心部分上方和/或下方延伸的一或多个圆柱形部分组成,由此一或多个圆柱形部分耦合到一或多个凸缘。在透射元件104是圆柱形的状况下,如图1E中所展示,透射元件104的一或多个开口可定位于透射元件104圆柱形透射元件104的末端部分处。在这点上,透射元件104呈空心圆柱体的形式,由此通道从第一开口(顶部开口)延伸到第二开口(底部开口)。在另一实施例中,透射元件104的每个开口处的凸缘连同透射元件104的透明/半透明壁用以在透射元件104的通道内容置气体体积108。在本文中认识到,此布置可延伸到多种透射元件形状,如贯穿本公开所描述。

[0065] 在等离子体灯101是等离子体灯泡的场景中,等离子体灯泡的透射元件104也可采用所属领域中已知的任何形状。在一个实施例中,等离子体灯泡可具有圆柱形形状。在另一实施例中,等离子体灯泡可具有球形或椭球形形状。在另一实施例中,等离子体灯泡可具有复合形状。举例来说,等离子体灯泡的形状可由两个或更多个形状的组合组成。举例来说,等离子体灯泡的形状可由经布置以容置等离子体106的球形或椭球形中心部分和在球形或

椭球形中心部分上方和/或下方延伸的一或多个圆柱形部分组成。

[0066] 在另一实施例中,本公开的一或多个吸收层102可形成于等离子体灯101的透射元件104的一或多个弯曲表面上。举例来说,在等离子体灯泡或等离子体单元的状况下,一或多个吸收层102可形成于内表面和/或外表面上,内表面和/或外表面都可以在在本文中描述形状的等离子体灯泡的状况下是弯曲的。

[0067] 在另一实施例中,系统包含一或多个灯光学件。举例来说,如图1D中所展示,一或多个灯光学件可包含但不限于收集器元件105(例如椭球形反射镜、抛物线形反射镜或球形反射镜),收集器元件105用于将照明109从照明源111导向和/或聚焦到容置于等离子体灯101内的气体体积108中以点燃和/或维持等离子体106。另外,收集器元件105还可收集由所产生等离子体106发射的宽带辐射110并将宽带辐射110导向到一或多个额外光学元件(例如滤光片123、均质器125等等)。

[0068] 举例来说,收集器元件105可收集由等离子体106发射的VUV宽带辐射、DUV辐射、EUV辐射、UV辐射和/或可见光辐射中的至少一个,并将宽带照明110导向到一或多个下游光学元件。在这点上,等离子体灯101可将VUV辐射、DUV辐射、EUV辐射、UV辐射和/或可见光辐射传递给所属领域中已知的任何光学特征化系统,例如但不限于检测工具或计量工具。在本文中应注意,系统100的等离子体灯101可发射多种频谱范围内的有用辐射,包含但不限于VUV辐射、DUV辐射、EUV辐射、UV辐射和/或可见光辐射。

[0069] 在替代和/或额外实施例中,一或多个灯光学件可包含一组照明光学件,所述组照明光学件用于将照明109从照明源111导向和/或聚焦到容置于等离子体灯101内的气体体积中以点燃和/或维持等离子体106。举例来说,所述组照明光学件可包含一组反射器元件(例如反射镜),所述组反射器元件经配置以将来自照明源111的输出导向到等离子体灯101内的气体体积以点燃和/或维持等离子体106。另外,一或多个灯光学件可包含但不限于一组收集元件(例如反射镜),所述组收集元件用于收集由等离子体106发射的宽带辐射110并将宽带辐射110导向到一或多个额外光学元件。在2016年6月20日提交的第15/187,590号美国专利申请中大体上描述了在等离子体源中使用单独的照明和收集光学件,所述美国专利申请以全文引用的方式并入本文中。

[0070] 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,所述组额外光学件可包含经配置以收集从等离子体106发出的宽带光的收集光学件。举例来说,系统100可包含经布置以将照明从反射器元件105导向到下游光学件的双色镜121(例如低温冷光镜),下游光学件例如但不限于均质器125。

[0071] 在另一实施例中,所述组光学件可包含沿着系统100的照明路径或收集路径放置的一或多个透镜(例如透镜117)。可利用一或多个透镜以将照明从照明源111聚焦到等离子体单元101内的气体体积108中。替代地,可利用一或多个额外透镜以将从等离子体106发出的宽带光聚焦到选定目标(未展示)上。

[0072] 在另一实施例中,所述组光学件可包含转向镜119。在一个实施例中,转向镜119可经布置以从照明源111接收泵浦照明107,并通过反射器元件105将所述照明导向到容置于等离子体灯101内的气体体积108。在另一实施例中,反射器元件105经布置以从反射镜119接收照明,并将所述照明聚焦到收集元件105(例如椭圆形反射器元件)的焦点,等离子体灯101定位于收集元件105中。

[0073] 在另一实施例中,所述组光学件可包含一或多个滤光片123,滤光片123沿着照明路径或收集路径放置以便在光进入等离子体灯101之前过滤照明或在光从等离子体106发射之后过滤照明。在本文中应注意,如上文所描述和图1D中所说明的系统100的所述组光学件仅仅是为了说明而提供,且不应被解译为限制本公开的范围。预期可在本公开的范围内利用数个等效或额外光学配置。

[0074] 在另一实施例中,系统100的照明源111可包含一或多个激光器。照明源111可包含所属领域中已知的任何激光系统。举例来说,照明源111可包含所属领域中已知的能够在电磁光谱的红外光、可见光和/或紫外光部分中发射辐射的任何激光系统。在一个实施例中,照明源111可包含经配置以发射连续波(continuous wave,CW)激光辐射的激光系统。举例来说,照明源111可包含一或多个CW红外激光源。举例来说,在等离子体灯泡101内的气体是或包含氩气的场景中,照明源111可包含经配置以按1069nm发射辐射的CW激光器(例如光纤激光器或圆盘Yb激光器)。应注意,此波长拟合到氩中的1068nm吸收线,并因而特别适用于泵浦氩气。在本文中应注意,对CW激光器的以上描述不具限制性,且可在本发明的情形下实施所属领域中已知的任何激光器。

[0075] 在另一实施例中,照明源111可包含经配置以向等离子体106提供已调制激光的一或多个已激光器。在另一实施例中,照明源111可包含经配置以向等离子体提供脉冲激光的一或多个脉冲激光器。

[0076] 在另一实施例中,照明源111可包含一或多个二极管激光器。举例来说,照明源111可包含按某一波长发射辐射的一或多个二极管激光器,所述波长与容置于等离子体灯泡101内的气体物种的任何一或多个吸收线一致。在广义上,可选择照明源111的二极管激光器以用于实施,使得二极管激光器的波长被调谐成任何等离子体的任何吸收线(例如离子过渡线)或所属领域中已知的等离子体产生气体的任何吸收线(例如高度激发的中立过渡线)因而,对给定二极管激光器(或二极管激光器的集合)的选择将取决于容置于系统100的等离子体灯泡101内的气体的类型。

[0077] 在另一实施例中,照明源111可包含离子激光器。举例来说,照明源111可包含所属领域中已知的任何惰性气体离子激光器。举例来说,在氩类等离子体的状况下,用以泵浦离子的照明源111可包含Ar+激光器。

[0078] 在另一实施例中,照明源111可包含一或多个经频率转换的激光系统。举例来说,照明源111可包含Nd:YAG或Nd:YLF激光器。

[0079] 在另一实施例中,照明源111可包含一或多个非激光源。在广义上,照明源111可包含所属领域中已知的任何非激光源。举例来说,照明源111可包含所属领域中已知的能够在电磁光谱的红外光、可见光和/或紫外光部分中离散或持续地发射辐射的任何非激光系统。

[0080] 在另一实施例中,照明源111可包含两个或更多个光源。在一个实施例中,照明源111可包含一或多个激光器。举例来说,照明源111(或照明源)可包含多个二极管激光器。作为另一实例,照明源111可包含多个CW激光器或脉冲激光器。在另一实施例中,两个或更多个激光器中的每一个可发射被调谐成系统100的等离子体灯101内的气体或等离子体的不同吸收线的激光辐射。

[0081] 本文中描述的主题有时说明其它组件内含有的不同组件或与其它组件连接的不同组件。应理解,此类所描绘架构仅仅是示范性的,并实际上可实施实现相同功能性的许多

其它架构。从概念意义上说，实现相同功能性的组件的任何布置实际上是“相关联”的，使得能实现期望功能性。因此，本文中经组合以实现特定功能的任何两个组件都可以被视为彼此“相关联”，使得期望功能得以实现，而不管架构或中间组件如何。同样地，如此相关联的任何两个组件还可被视为彼此“连接”或“耦合”，以实现期望功能性，且能够如此相关联的任何两个组件可被视为“可”彼此“耦合”以实现期望功能性。可耦合的具体实例包含但不限于可物理上交互和/或正物理上交互的组件。

[0082] 据相信，通过前述描述将理解本公开和许多其随附的优点，且将显而易见的是，在不脱离所公开主题的情况下或在不牺牲所有其材料优点的情况下，可以对组件的形式、构造和布置进行各种变化。所描述形式仅是说明性的，且以下权利要求书意图涵盖并包含此类变化。此外，应理解，本发明由所附权利要求书界定。

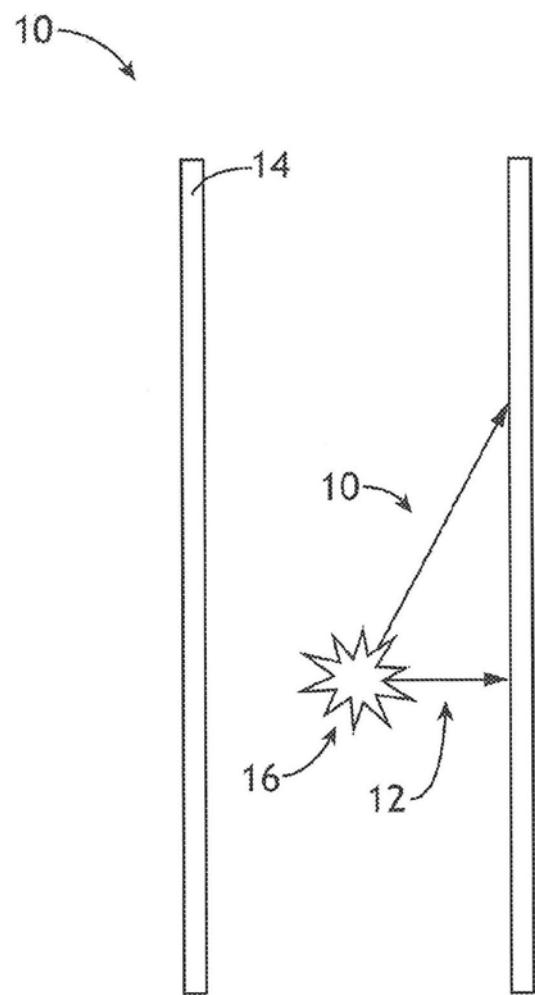


图1A

20

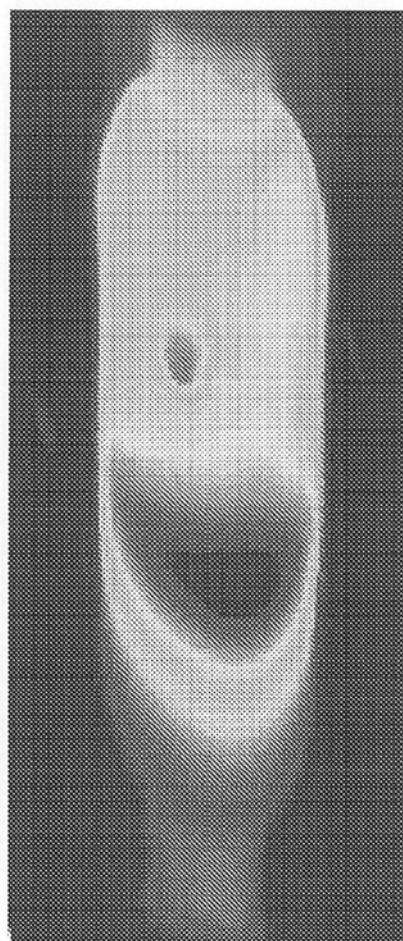


图1B

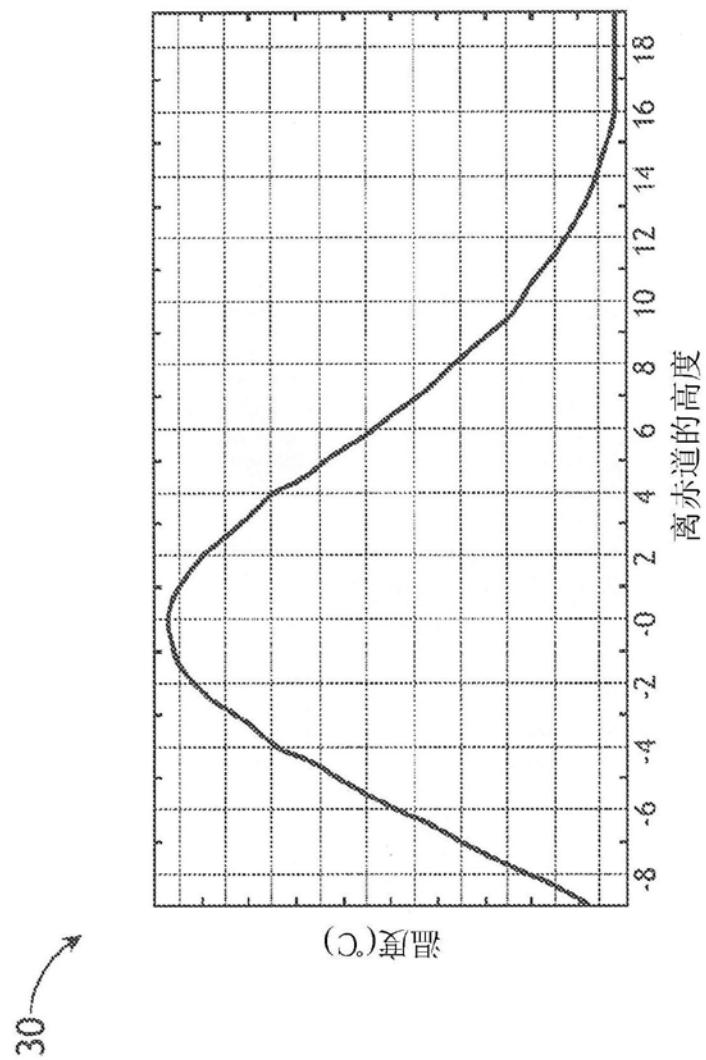


图1C

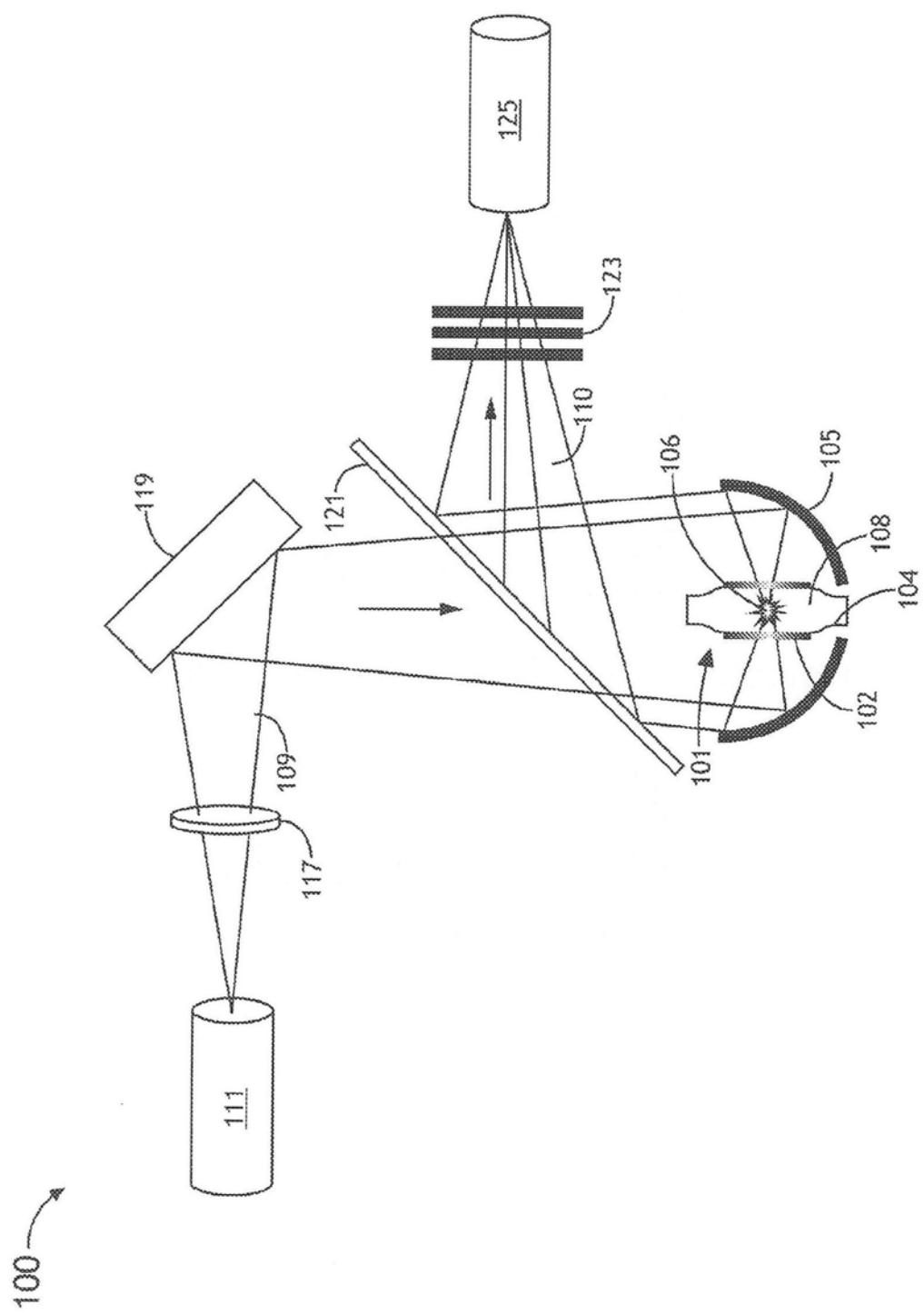


图1D

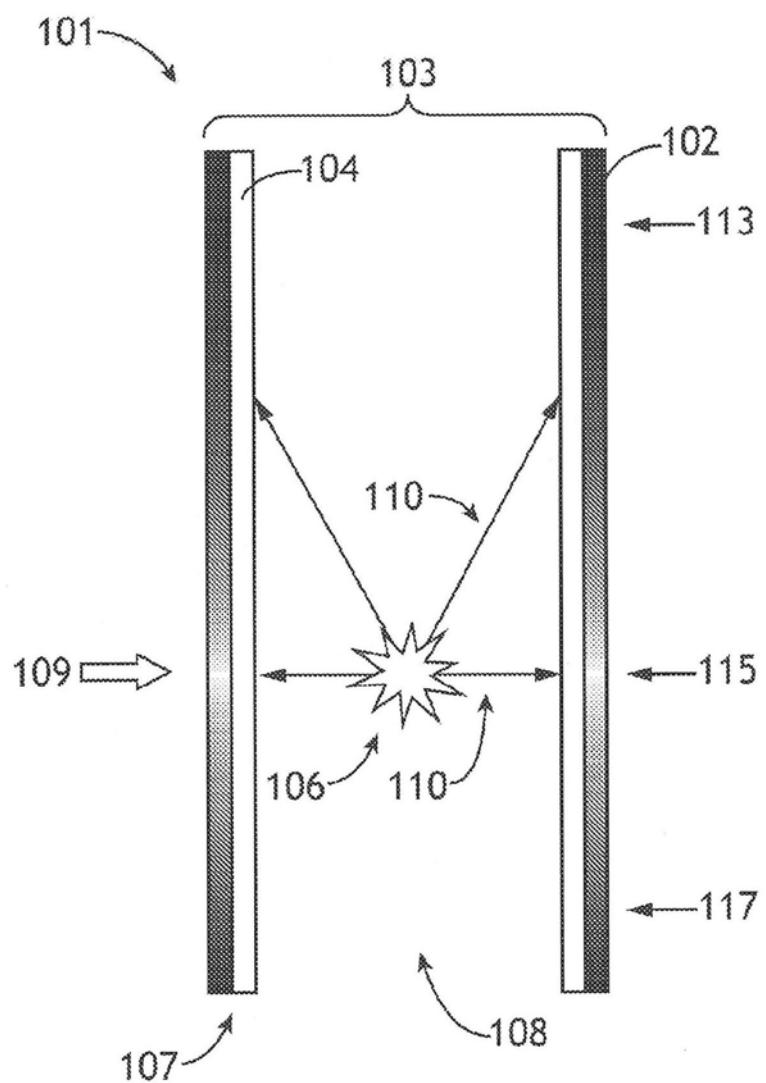


图1E

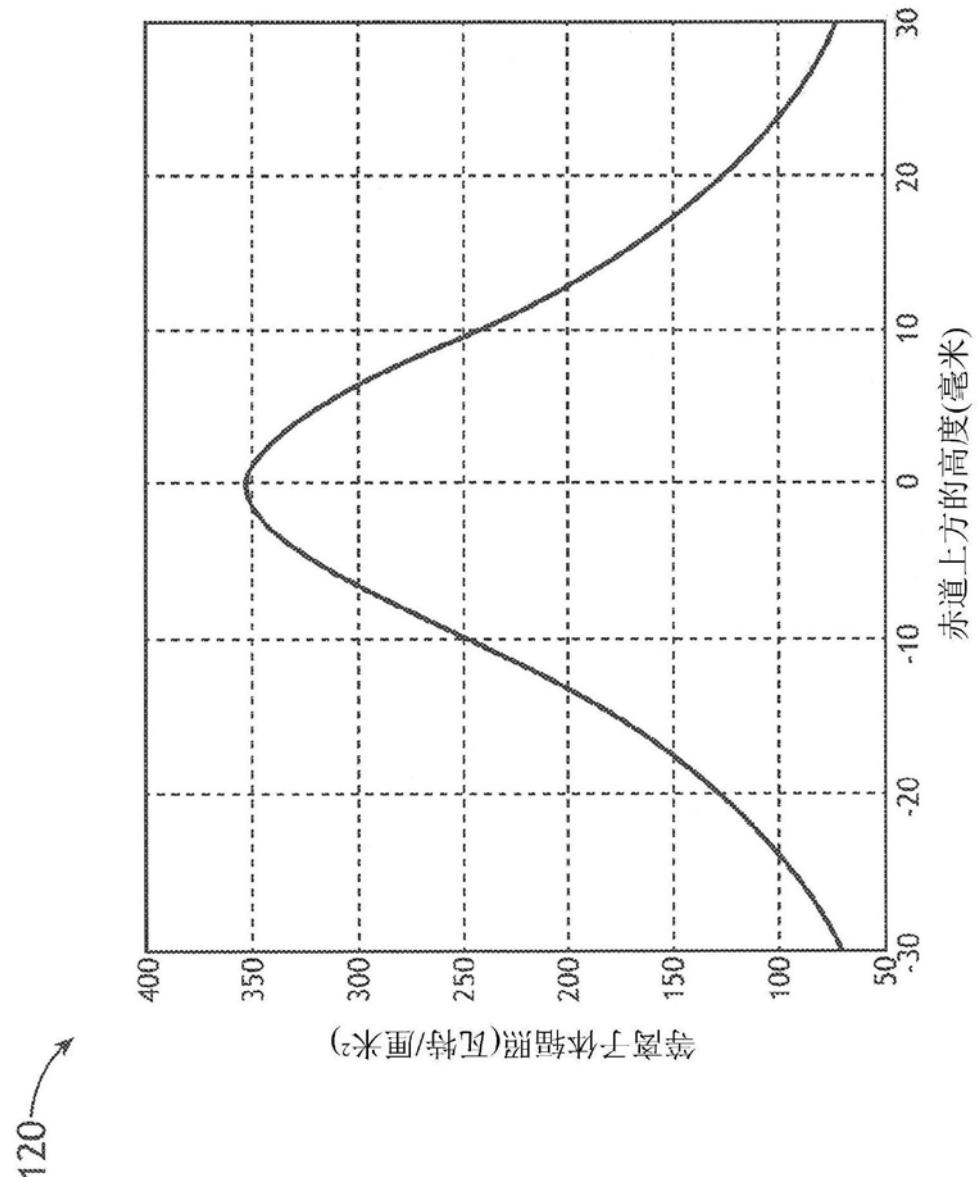


图1F

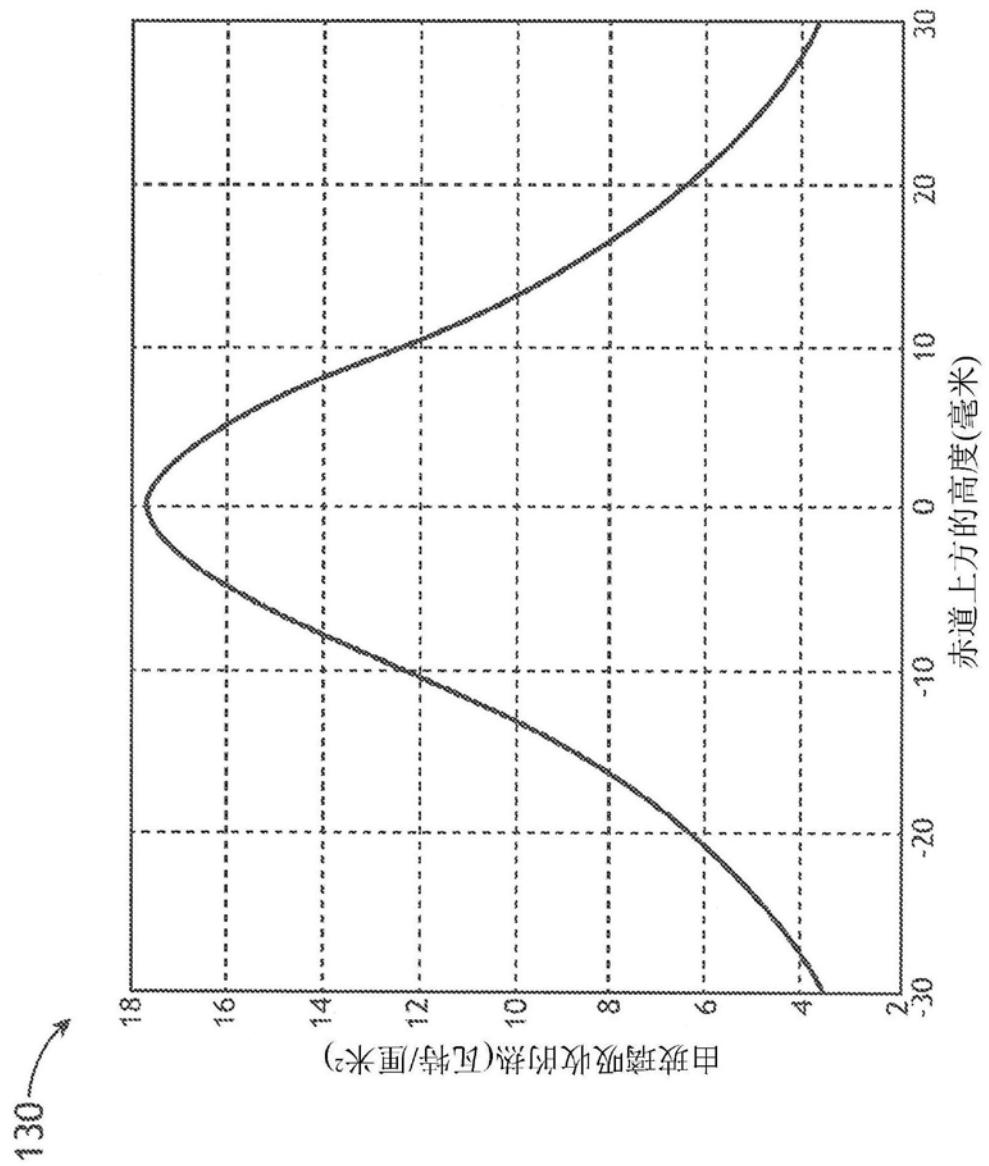


图1G

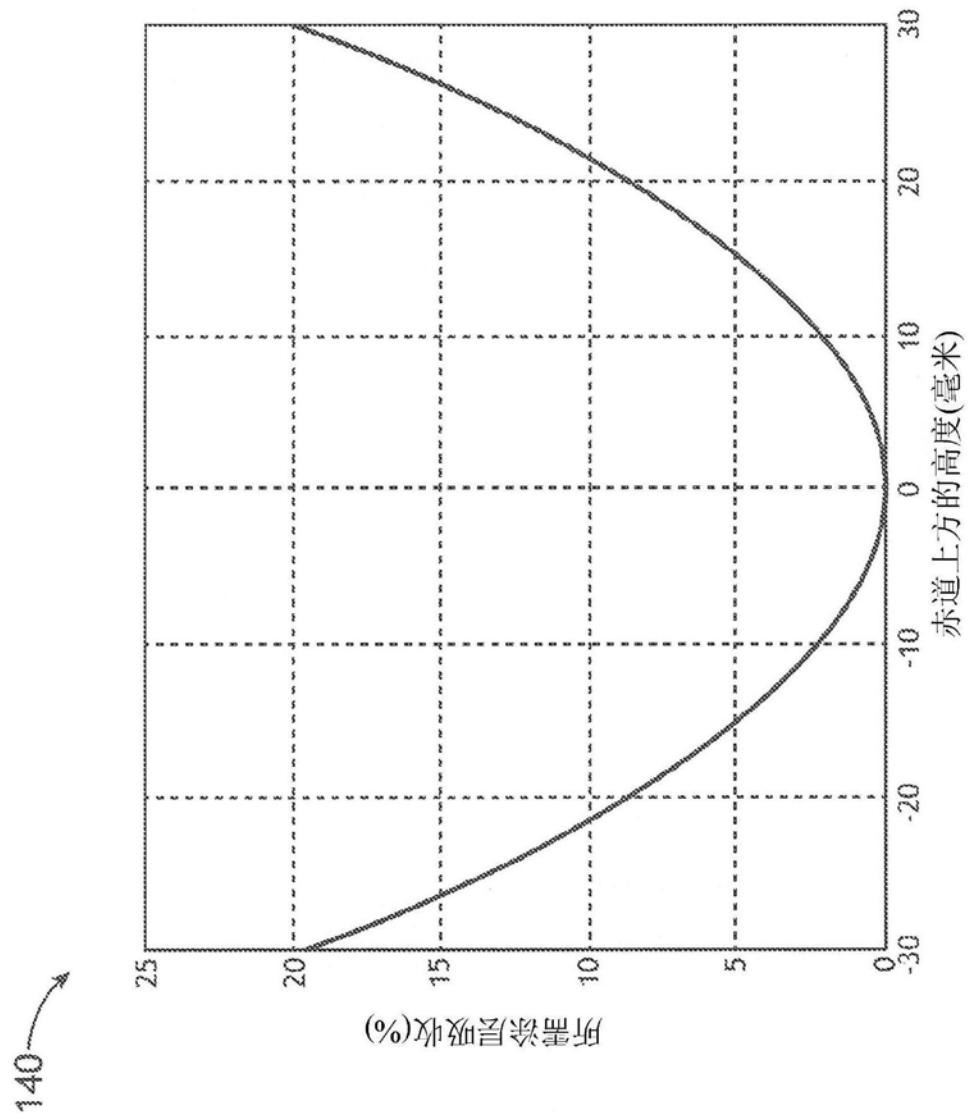


图1H

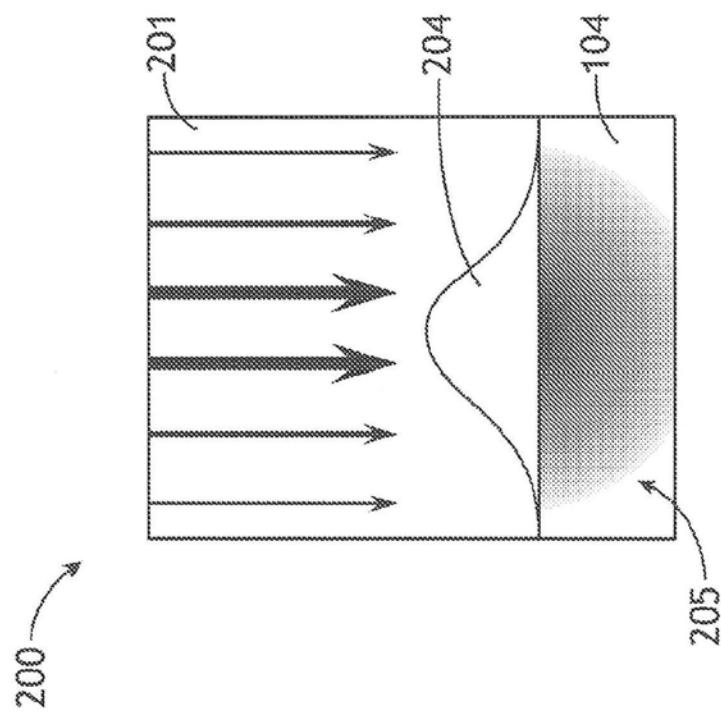


图2A

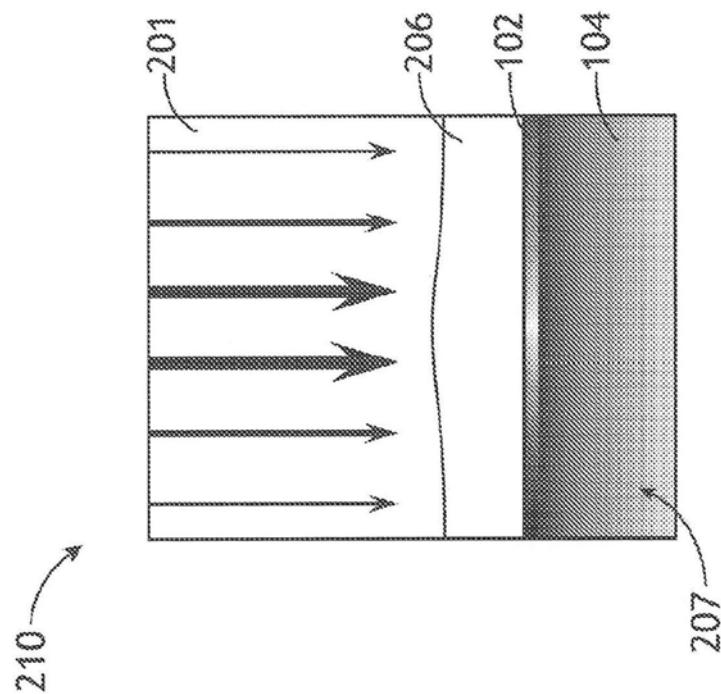


图2B

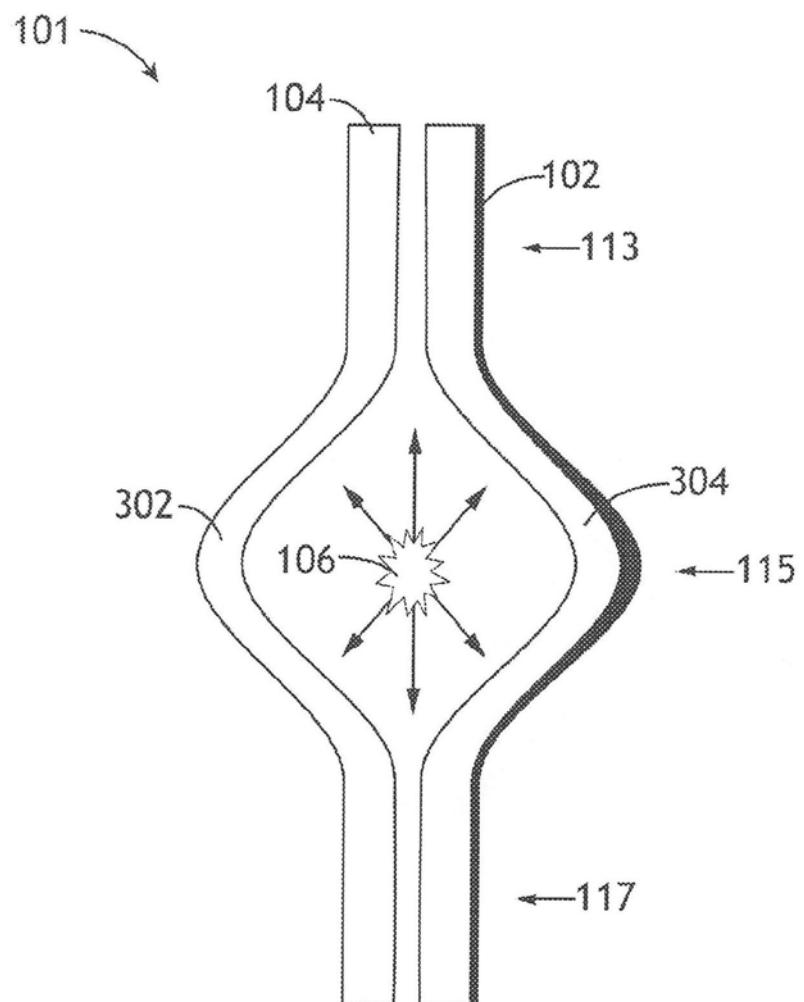


图3A

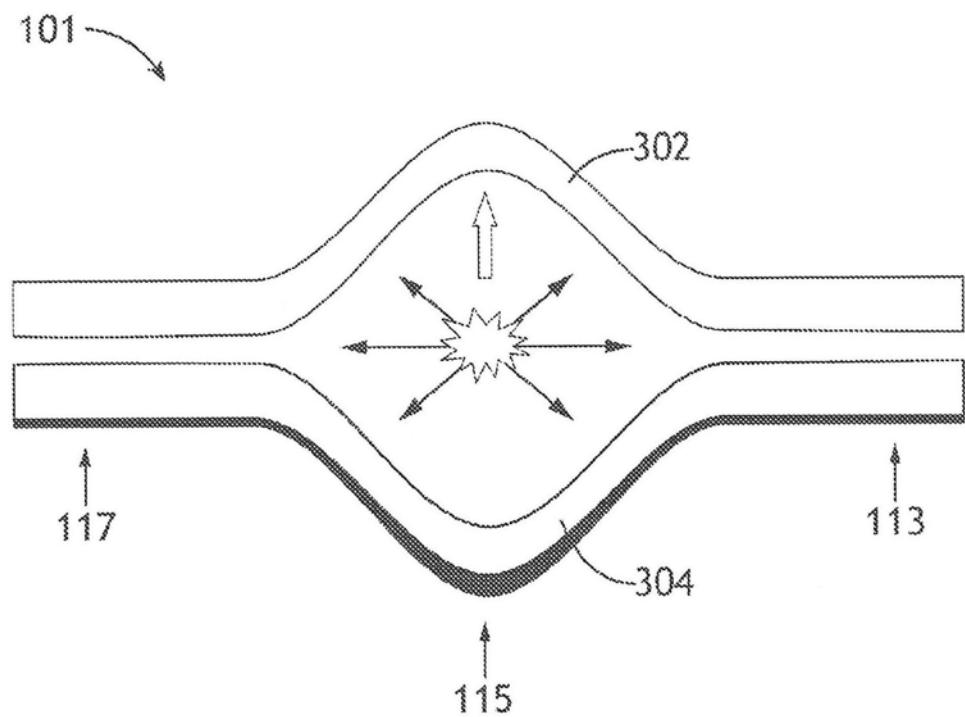


图3B

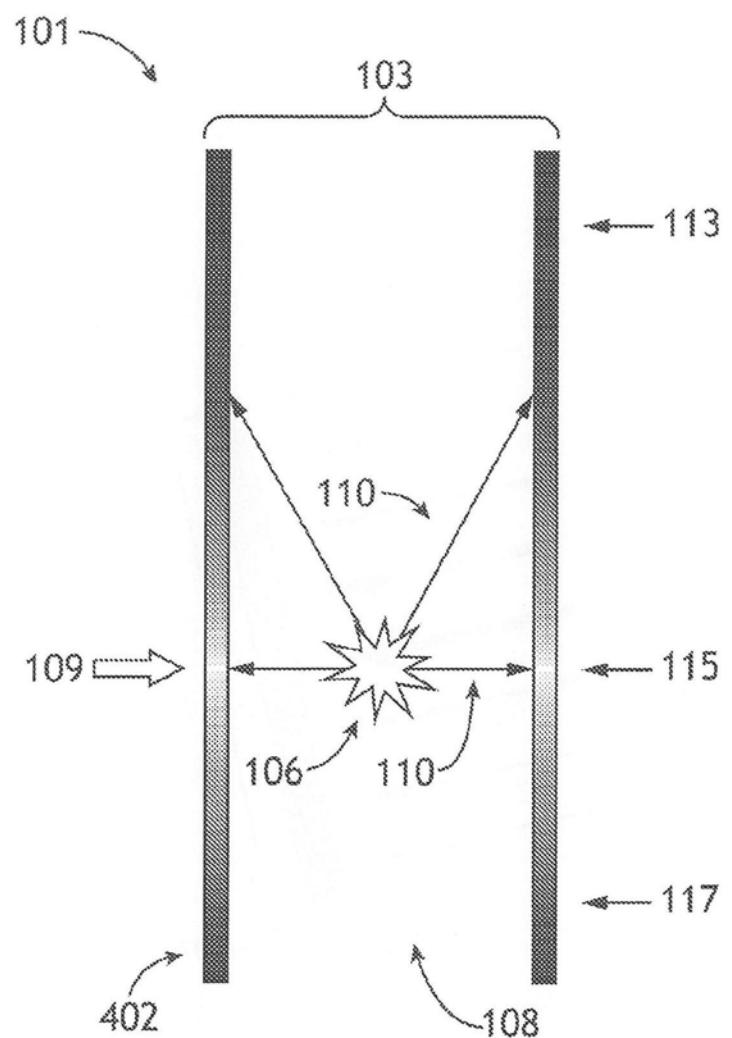


图4

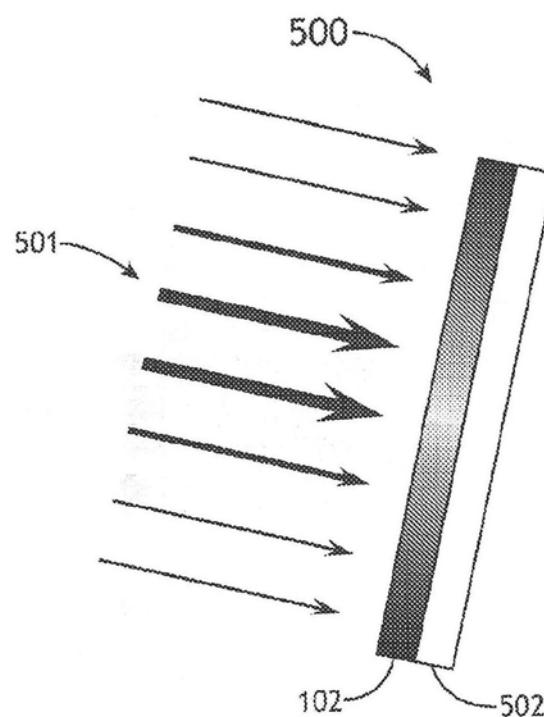


图5A

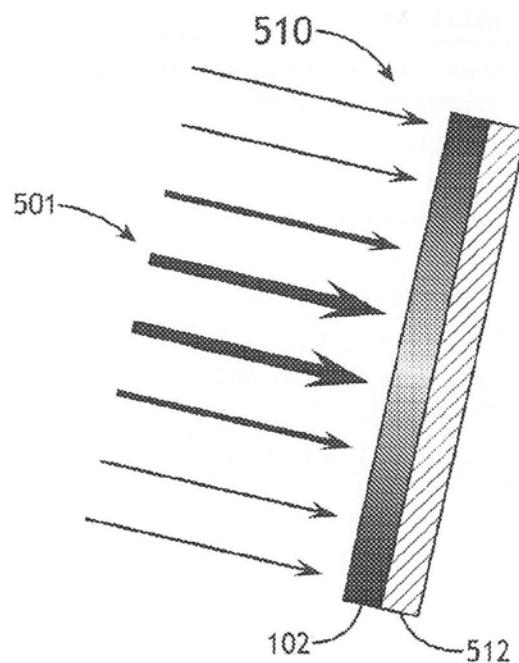


图5B