



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107234343 B

(45)授权公告日 2018.09.14

(21)申请号 201710574488.2

(22)申请日 2017.07.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107234343 A

(43)申请公布日 2017.10.10

(73)专利权人 中国科学院微电子研究所
地址 100029 北京市朝阳区北土城西路3号

(72)发明人 张紫辰 侯煜 刘嵩

(74)专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限公司 11228
代理人 关宇辰

(51)Int.Cl.
B23K 26/364(2014.01)

(56)对比文件

- CN 104174994 A, 2014.12.03,
- CN 201020601 Y, 2008.02.13,
- CN 101861228 A, 2010.10.13,
- CN 100479969 C, 2009.04.22,
- CN 1872482 A, 2006.12.06,
- CN 1645563 A, 2005.07.27,
- JP 2005118832 A, 2005.05.12,

审查员 刘晓楠

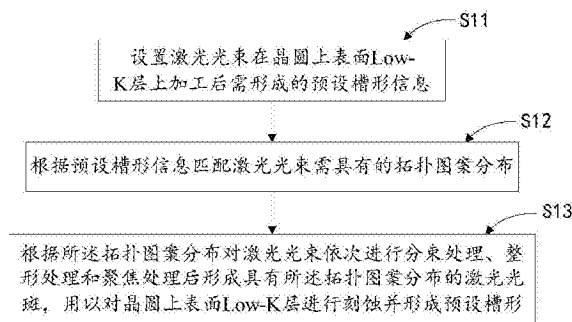
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

一种激光加工晶圆的方法及装置

(57)摘要

本发明提供一种激光加工晶圆的方法及装置,所述方法包括:设置激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的预设槽形信息;根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布;根据所述拓扑图案分布对激光光束依次进行分束处理、整形处理和聚焦处理后形成具有所述拓扑图案分布的激光光斑,用以对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀并形成预设槽形。本发明能够根据后续的加工工艺需求确定激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的槽形并形成预设槽形信息,然后通过设置元件设置上述预设槽形信息,并由所述预设槽形信息经控制器匹配到最佳的拓扑图案分布,进而使得在晶圆上表面Low-K层刻蚀形成的凹槽更加均匀,热影响区更小且均一性更高。



1. 一种激光加工晶圆的方法,其特征在于,包括:
设置激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的预设槽形信息;
根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布;
根据所述拓扑图案分布对激光光束依次进行分束处理、整形处理和聚焦处理后形成具有所述拓扑图案分布的激光光斑,用以对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀并形成预设槽形。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述预设槽形信息包括槽形结构、槽形的宽度和槽形的深度中一种或者任意组合。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布,包括:
获取槽形结构并根据槽形结构确定所述激光光斑的形状分布;
获取槽形的宽度并根据槽形的宽度确定激光光斑的大小分布;
根据所述激光光斑的形状分布、大小分布确定拓扑图案分布。
4. 根据权利要求1-3任一所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
获取所述槽形的深度和拓扑图案分布;
根据所述槽形的深度和拓扑图案分布确定所述激光光束的强度和焦点位置。
5. 根据权利要求1-3任一所述的方法,其特征在于,当对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀后,还包括:
检测对晶圆上表面Low-K层刻蚀所形成的槽形并获取实时槽形信息;
获取所述拓扑图案分布并作为第一拓扑图案分布;
根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数;
根据所述调整参数对激光光束的拓扑图案分布进行调整形成第二拓扑图案分布,并将具有第二图案分布的激光光束对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀。
6. 一种激光加工晶圆的装置,其特征在于,包括:
设置元件,用于设置激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的预设槽形信息;
控制器,用于根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布;
相控型硅基液晶,用于根据所述拓扑图案分布对激光光束依次进行分束处理和整形处理并形成具有所述拓扑图案分布的激光光斑;
聚焦元件阵列,用于将所述激光光斑发射至晶圆上表面Low-K层并对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀并形成预设槽形。
7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述控制器包括:
第一计算单元,用于获取槽形结构并根据槽形结构确定所述激光光斑的形状分布;
第二计算单元,用于获取槽形的宽度并根据槽形的宽度确定激光光斑的大小分布;
第一确定单元,用于根据所述激光光斑的形状分布、大小分布确定拓扑图案分布。
8. 根据权利要求6或7所述的装置,其特征在于,所述控制器还包括:
第一获取单元,用于获取所述槽形的深度和拓扑图案分布;
第二确定单元,用于根据所述槽形的深度和拓扑图案分布确定所述激光光束的强度和焦点位置。
9. 根据权利要求6或7所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:
检测组件,用于检测对晶圆上表面Low-K层刻蚀所形成的槽形并获取实时槽形信息;

第二获取单元,设置于控制器内并用于获取所述拓扑图案分布并作为第一拓扑图案分布;

第三确定单元,设置于控制器内并用于根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述检测组件包括:

分束晶体,用于将激光光束分束形成第一激光光子光束和第二激光光子光束,并分别将第一激光光子光束发射至所述相控型硅基液晶,第二激光光子光束发射至透镜组件;

监测光源,用于对晶圆上表面Low-K层经刻蚀后所形成的槽形进行监测;

CCD装置,用于获取实时槽形信息并进行成像;

透镜组件,用于将第二激光光子光束聚焦发射至CCD装置。

一种激光加工晶圆的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,尤其涉及一种激光加工晶圆的方法及装置。

背景技术

[0002] 近年来,随着半导体器件特征尺寸的不断减小以及芯片集成度的不断提高,金属互连线之间、多层布线之间的寄生电容以及金属导线的电阻急剧增大,导致了RC延迟、功耗增加等一系列问题,限制了高速电子元器件的发展。当器件特征尺寸小于90nm后,晶圆必须使用低介电常数材料来代替传统的SiO₂层(K=3.9~4.2),常用的Low-K材料有道康宁公司的FOx及多孔SiLK材料、应用材料公司的黑金刚石系列低K薄膜材料、Novellus System的CORAL、英特尔的CDO以及NEC公司的FCN+有机层等等。

[0003] Low-K材料的使用也带来了一些问题。不论是机械强度还是粘附性,Low-K材料都远远不如SiO₂,这对划片工艺提出了挑战。最为常见的问题是,在划片过程中由于较低的机械强度及粘附力,使得Low-K材料粘连在划片刀上,这不仅降低了划片的效率,同时也带来了绝缘层从金属层表面被剥离以及产生碎屑并扩散到其它功能区域等严重影响良率的后果。激光加工具有非接触、精度高、适用材料范围广、加工路径灵活可控等优点,是用来对晶圆划片以及解决上述问题的有力方案。据了解,苹果公司已经强制要求供应商提供的晶圆必须采用激光切割Low-K材料的工艺(即:Laser Grooving工艺),这使得封测厂对此类工艺技术及设备的需求大为提升。严格地说,激光束不是“切割”Low-K材料,而是依靠激光能量产生的高温融化金属层及层间介质层,这样的激光切割产生机械应力很小,因而不会发生分层或剥离等问题。另外,滨松光子学株式会社还发明了“隐形切割”的技术,这种技术是利用对晶圆具有透射性波长的激光聚焦在晶圆内部形成改质层,再借助外力使晶圆沿着改质层裂开为单独的芯片。利用隐形切割技术,可以避免在划片过程中产生碎屑对芯片功能区造成污染,但是当晶圆上面覆盖有隔离层或其它功能层时,这将会影响激光的透过,从而影响改质层的形成。因此,在使用隐形切割时,也应首先使用激光去除晶圆上表面Low-K层等材料。

[0004] 但是无法根据后续加工工艺的需求,定制化在晶圆上表面Low-K层上所形成的槽形结构,进而影响后续加工工艺的加工需求的问题。

发明内容

[0005] 本发明提供的激光加工晶圆的方法及装置及用户设备,能够根据后续的加工工艺需求确定激光光束需在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成槽形信息并形成预设槽形信息,然后通过设置元件设置上述预设槽形信息,并由所述预设槽形信息经控制器匹配到最佳的拓扑图案分布,进而使得在晶圆上表面Low-K层刻蚀形成的凹槽更加均匀,热影响区更小且均一性更高,进而提高在晶圆上表面的激光加工效果。

[0006] 第一方面,本发明提供一种激光加工晶圆的方法,包括:

[0007] 设置激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的预设槽形信息;

- [0008] 根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布；
- [0009] 根据所述拓扑图案分布对激光光束依次进行分束处理、整形处理和聚焦处理后形成具有所述拓扑图案分布的激光光斑，用以对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀并形成预设槽形。
- [0010] 可选地，所述预设槽形信息包括槽形结构、槽形的宽度和槽形的深度中一种或者任意组合。
- [0011] 可选地，所述根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布，包括：
- [0012] 获取槽形结构并根据槽形结构确定所述激光光斑的形状分布；
- [0013] 获取槽形的宽度并根据槽形的宽度确定激光光斑的大小分布；
- [0014] 根据所述激光光斑的形状分布、大小分布确定拓扑图案分布。
- [0015] 可选地，所述方法还包括：
- [0016] 获取所述槽形的深度和拓扑图案分布；
- [0017] 根据所述槽形的深度和拓扑图案分布确定所述激光光束的强度和焦点位置。
- [0018] 可选地，当对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀后，还包括：
- [0019] 检测对晶圆上表面Low-K层刻蚀所形成的槽形并获取实时槽形信息；
- [0020] 获取所述拓扑图案分布并作为第一拓扑图案分布；
- [0021] 根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数；
- [0022] 根据所述调整参数对激光光束的拓扑图案分布进行调整形成第二拓扑图案分布，并将具有第二图案分布的激光光束对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀。
- [0023] 第二方面，本发明提供一种激光加工晶圆的装置，包括：
- [0024] 设置元件，用于设置激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的预设槽形信息；
- [0025] 控制器，用于根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布；
- [0026] 相控型硅基液晶，用于根据所述拓扑图案分布对激光光束依次进行分束处理和整形处理并形成具有所述拓扑图案分布的激光光斑；
- [0027] 聚焦元件阵列，用于将所述激光光斑发射至晶圆上表面Low-K层并对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀并形成预设槽形。
- [0028] 可选地，所述控制器包括：
- [0029] 第一计算单元，用于获取槽形结构并根据槽形结构确定所述激光光斑的形状分布；
- [0030] 第二计算单元，用于获取槽形的宽度并根据槽形的宽度确定激光光斑的大小分布；
- [0031] 第一确定单元，用于根据所述激光光斑的形状分布、大小分布确定拓扑图案分布。
- [0032] 可选地，所述控制器还包括：
- [0033] 第一获取单元，用于获取所述槽形的深度和拓扑图案分布；
- [0034] 第二确定单元，用于根据所述槽形的深度和拓扑图案分布确定所述激光光束的强度和焦点位置。
- [0035] 可选地，所述装置还包括：
- [0036] 检测组件，用于检测对晶圆上表面Low-K层刻蚀所形成的槽形并获取实时槽形信

息；

[0037] 第二获取单元,设置于控制器内并用于获取所述拓扑图案分布并作为第一拓扑图案分布；

[0038] 第三确定单元,设置于控制器内并用于根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数。

[0039] 可选地,所述检测组件包括:

[0040] 分束晶体,用于将激光光束分束形成第一激光光子光束和第二激光光子光束,并分别将第一激光光子光束发射至所述相控型硅基液晶,第二激光光子光束发射至透镜组件;

[0041] 监测光源,用于对晶圆上表面Low-K层经刻蚀后所形成的槽形进行监测;

[0042] CCD装置,用于获取实时槽形信息并进行成像;

[0043] 透镜组件,用于将第二激光光子光束聚焦发射至CCD装置。

[0044] 本发明实施例提供的激光加工晶圆的方法及装置解决了无法根据后续加工工艺的需求,定制化在晶圆上表面Low-K层上所形成的槽形结构的问题,本实施例所述方法主要是操作者先通过后续的加工工艺需求确定激光光束需在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的槽形并形成预设槽形信息,然后通过设置元件设置上述预设槽形信息,并由所述预设槽形信息经控制器匹配到最佳的拓扑图案分布,进而通过保证用于划片的激光光束分布的均匀性,使得在晶圆上表面Low-K层刻蚀形成的凹槽更加均匀,热影响区更小且均一性更高,进而提高在晶圆上表面的激光加工效果。

附图说明

[0045] 图1为本发明一实施例激光加工晶圆的方法的流程图;

[0046] 图2为本发明另一实施例激光加工晶圆的方法的流程图;

[0047] 图3为本发明一实施例拓扑图案分布示意图;

[0048] 图4为本发明另一实施例拓扑图案分布示意图;

[0049] 图5为本发明另一实施例拓扑图案分布示意图;

[0050] 图6为本发明另一实施例拓扑图案分布示意图;

[0051] 图7为本发明另一实施例拓扑图案分布示意图;

[0052] 图8为本发明另一实施例拓扑图案分布示意图;

[0053] 图9为本发明另一实施例拓扑图案分布示意图;

[0054] 图10为本发明一实施例激光加工晶圆的装置的结构示意图;

[0055] 图11为本发明另一实施例激光加工晶圆的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0056] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0057] 本发明实施例提供一种激光加工晶圆的方法,如图1所示,所述方法包括:

[0058] S11、设置激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的预设槽形信息;

[0059] S12、根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布；

[0060] S13、根据所述拓扑图案分布对激光光束依次进行分束处理、整形处理和聚焦处理后形成具有所述拓扑图案分布的激光光斑，用以对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀并形成预设槽形。

[0061] 本发明实施例提供的激光加工晶圆的方法解决了无法根据后续加工工艺的需求，定制化在晶圆上表面Low-K层上所形成的槽形结构的问题，本实施例所述方法主要是操作者先通过后续的加工工艺需求确定激光光束需在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的槽形并形成预设槽形信息，然后通过设置元件设置上述预设槽形信息，并由所述预设槽形信息经控制器匹配到最佳的拓扑图案分布，例如，当后续加工工艺所述槽形结构整体近视为“L”型时，采用如图3所述的拓扑图案分布进行激光加工；进而通过保证用于划片的激光光束分布的均匀性，使得在晶圆上表面Low-K层刻蚀形成的凹槽更加均匀，热影响区更小且均匀性更高，进而提高在晶圆上表面的激光加工效果。

[0062] 同时，所述方法根据预设槽形信息将激光光束匹配到最佳的拓扑图案分布后，还需根据所述拓扑图案分布对激光器发射的激光光束进行分束处理后形成多束激光光子光束，然后对分束后的激光光子光束分别进行整形处理、聚焦处理，进而形成具有该拓扑图案分布的激光光斑，最后通过改变该激光光斑与晶圆上表面Low-K层之间的相对位置实现对晶圆上表面Low-K层进行激光加工效果并在晶圆上表面Low-K层上形成凹槽，进而在避免Low-K层在加工过程中的剥落前提下，达到高效去除晶圆上表面Low-K层效果，并提高所述凹槽的平整度和分离晶圆的均匀性，进而提高晶圆的性能。

[0063] 可选地，如图2所示，所述预设槽形信息包括槽形结构、槽形的宽度和槽形的深度中一种或者任意组合。

[0064] 可选地，所述根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布，包括：

[0065] 获取槽形结构并根据槽形结构确定所述激光光斑的形状分布；

[0066] 获取槽形的宽度并根据槽形的宽度确定激光光斑的大小分布；

[0067] 根据所述激光光斑的形状分布、大小分布确定拓扑图案分布。

[0068] 具体的，本实施例中所述获取槽形的宽度并根据槽形的宽度确定激光光斑的大小分布，包括：

[0069] 获取槽形的宽度；

[0070] 接收激光光斑的形状分布和对应的热影响区信息；

[0071] 根据槽形的宽度、激光光斑的形状分布和对应的热影响区信息通过算法计算得出激光光斑的大小分布。

[0072] 其中，在该算法中所述热影响区信息作为公式中的一系数，进一步的确保由具有所述激光光斑的大小分布的激光光束加工所形成的槽形结构更加精确。

[0073] 同时，所述方法中预设槽形信息与所述拓扑图案分布相对应，其对应关系储存在控制器内。例如，如图3所示，为了在晶圆上表面Low-K层刻蚀出的槽形结构为两“U”型凹槽分别分布在切割道两侧，其中，激光光束被一分为二并分别作用于预定切割道的边缘位置和中心位置将半导体衬底上的Low-K材料去除，并保留它们之间的区域，随后可以通过机械处理方法或激光处理方法移除剩余的Low-K材料。使用该槽形结构可以移除边缘的Low-K材料并且限定移除对象区域，当在随后的处理中移除Low-K材料时，可以防止移除对象区域之

外的区域中的Low-K材料被移除,边缘被精确和清晰地处理,在提高加工效率的同时改进了制造特性,还能有效的避免Low-K层在加工过程中的剥落。因此,本实施例中可采用如图三左侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如A-A剖面图所示的槽形结构,其中,该拓扑团分布由分别分布在切割道两侧的两个椭圆形激光光斑组成,其中所用聚焦元件阵列为圆形平顶光斑整形元件,聚焦元件阵列为平凸柱面镜阵列组成。通过聚焦元件阵列可以将作用在预定切割线两端的两束平行光整形成为线条形状,该形状较之圆形光斑,其刻蚀区域增大。从而增加了加工效率。通过对透镜的位置的调节,可以实现对线性形状相对于预定切割道垂直方向的宽度进行改变,从而获得不同槽宽的加工效果。进而有利于下一步通过机械处理方法或激光处理方法移除剩余的Low-K材料。通过这种方法移除边缘的Low-K材料并且限定移除对象区域,当在随后的处理中移除Low-K材料时,可以防止移除对象区域之外的区域中的Low-K材料被移除。或者采用图三右侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如A-A剖面图所示的槽形结构,其中,该拓扑团分布由分别分布在切割道两侧的两个圆形激光光斑组成,通过分束元件或相控型硅基液晶将一束入射激光光束分为两束激光光子光束,再经过聚焦元件阵列将两束激光光子光束分别作用于划片跑道两侧。

[0074] 如图4和图5所示,为了在晶圆上表面Low-K层上刻蚀出的槽形结构为两侧分别是“L”型凹槽,中间为“U”型凹槽,则需要将激光光束一分为三并分别作用于预定切割道的边缘位置和中心位置将半导体衬底上的Low-K层去除,并保留它们之间的区域,随后可以通过机械处理方法或激光处理方法移除剩余的Low-K材料。该槽形结构可以移除边缘的Low-K材料并且限定移除对象区域,同时一束较小形状的光斑可以在保证预定切割道边缘Low-K材料去除的情况下,对中间一部分区域实现一定的刻蚀效果。因此有可能在随后的刀片开槽处理中极大的减小剩余Low-K材料对刀片的阻力,并且位于最中心的0级衍射光刻蚀的沟道能有效的将束缚住刀片的运动轨迹,从而提高刀片运行精度。位于预定切割道边缘的两道方形平顶激光光子光束可以实现切割道边缘的精确和清晰处理,在提高加工效率的同时改进了制造特性,还能有效的避免Low-K层在加工过程中的剥落。因此,如图4左侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如B-B剖面图所示的槽形结构。本实施例可将作用在中间激光光子光束使用的整形元件为圆形平顶光斑整形元件,并配合平凸柱面镜实现对激光光斑的线性化处理;作用在预定切割道两边的激光光子光束所用整形元件为正方形平顶整形元件,并配合凸透镜可以在预定切割道的两边实现方形的激光加工效果。中间椭圆形的平顶光斑可以在实现对Low-K材料进行去除的同时,最大限度的提高工作效率。根据光斑长度以及平凸柱面镜焦距即可确定线形平顶光斑的宽度,从而实现对预定切割道边缘被精确和清晰地处理,在提高加工效率的同时改进了制造特性,还能有效的避免Low-K在加工过程中的剥落。

[0075] 当移除即使在移除边缘的Low-K材料之后仍保留的Low-K材料时,由于从Low-K材料施加到刀片的物理阻力,不可能确保刀片的预定移动速度。因此,在本发明的另一实施例中,在使用两个分割的子激光对预定切割道T边缘两边的Low-K材料去除后,同时引入衍射分光的0级激光。三束子激光的能量强度接近一致,因此可以在保证预定切割道边缘Low-K材料去除的情况下,对中间一部分区域实现等同于边缘刻蚀的效果。因此有可能在随后的刀片开槽处理中极大的减小剩余Low-K材料对刀片的阻力,并且位于最中心的0级衍射光刻

蚀的沟道能有效的将束缚住刀片的运动轨迹,从而提高刀片运行精度。

[0076] 或者,如图4右侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如B-B剖面图所示的槽形结构。本实施例中作用于中间的激光光子光束使用的整形元件为圆形平顶光斑整形元件,并配合平凸透镜实现对激光光斑的聚焦处理。

[0077] 进一步地,如图5所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如C-C剖面图所示的槽形结构。当两侧的“L”型凹槽大于中间为“U”型凹槽时,所述方法可采用中间激光光子光束的光斑尺寸小于切割道两边的激光光子光束的光斑尺寸大小。三束激光光子光束的光斑均用三个平凸透镜组成的聚焦元件组实现在晶圆上的聚焦。根据光斑长度以及平凸透镜焦距即可确定线形平顶光斑的宽度,从而实现预定切割道边缘被精确和清晰地处理,在提高加工效率的同时改进了制造特性,还能有效的避免Low-K在加工过程中的剥落。较小的中间光束在有效的保证了对切割道两边进行高效清除的同时,还可以对中间一部分区域实现等一定的刻蚀效果。因此有可能在随后的刀片开槽处理中极大的减小剩余Low-K材料对刀片的阻力,并且位于最中心的射光刻蚀的沟道能有效的将束缚住刀片的运动轨迹,从而提高刀片运行精度。

[0078] 如图6所示,激光光束为了在晶圆上表面Low-K层刻蚀出的槽形结构为整体近似“L”型凹槽,且当移除即使在移除边缘的Low-K材料之后仍保留的Low-K材料时,由于从Low-K材料施加到刀片的物理阻力,不可能确保刀片的预定移动速度。因此,本实施例中在使用两个分割的激光光子光束对预定切割道边缘两边的Low-K材料去除后,同时引入衍射分光的0级激光。三束激光光子光束的能量强度接近一致,因此可以在保证预定切割道边缘Low-K材料去除的情况下,对中间一部分区域实现等同于边缘刻蚀的效果。最终获得一个近似于全部刻蚀的“L”型槽形结构。由于槽顶与槽底相差较小,当随后通过机械处理方法或激光处理方法移除剩余的Low-K材料时,良好的应力释放能有效的避免刀片对芯片晶体内部产生的应力损伤,提高产品可靠性。因此,如图6左上侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如D-D剖面图所示的槽形结构。本实施例中采用的整形元件阵列为定制化的3*3方形整形元件,并配合凸透镜可以实现3*3的阵列方形平顶光斑加工效果。方形的平顶光斑可以有效的控制边缘精度,因此相较于圆形光斑,可以获得更加有效的加工精度,并且不损伤到晶圆有效区域。方形的边缘还能更好的控制热效应的扩散,将加工槽控制在预定切割道以内。方形的阵列加工效果可以更好的覆盖大范围的加工区域,即增加的加工效率。不同的方形子光斑中间的无能量区域也能一定的缓解热效应的影响。通过这种多光束重叠的方式后,可以保证光斑簇顶部能量分布相对均匀,因此可以有效地减小热效应产生的Low-K材料烧蚀现象。由于多光束的重叠,使得划片的光束能量分布更为均匀,槽底部更为平坦,热影响区均一性较高,相应的崩边、微孔、披锋现象也可随之减小。

[0079] 同时,由于晶圆上表面Low-K层的厚度不均,因此仅采用如图6左上侧的拓扑图案分布进行激光加工,无法达到预期近似于“L”型的槽形结构,因此根据晶圆上表面Low-K层的厚度分布,进而调整所述拓扑图案分布。例如,当切割道中部比两侧厚时,则采用如图6右上侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如D-D剖面图所示的槽形结构。其中,整形元件阵列采用定制化的“工”型方形整形元件,并配合凸透镜可以实现“工”型阵列方形平顶光斑加工效果。为有效的控制阵列光斑热影响区域的扩散,将激光定制化的分束成“工”型阵列光斑组合。使得预定切割道边缘的加工热效应更多的向加工

槽中间扩散,即保留了加工效率,又有效的控制了产品损坏情况。在切割道的中间区域保留了一束子光斑的加工效果,可以对中间一部分区域实现等一定的刻蚀效果。因此有可能在随后的刀片开槽处理中极大的减小剩余Low-K材料对刀片的阻力,并且位于最中心的射光刻蚀的沟道能有效的将束缚住刀片的运动轨迹,从而提高刀片运行精度。最后一道激光光子光束的组合,还能有效的对前面的刻蚀槽形进行修缮,将槽底的残留物进行去除。

[0080] 当切割道中部比两侧薄时,则采用如图6中下侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如D-D剖面图所示的槽形结构。其中,整形元件阵列时定制化的“H”型方形整形元件,并配合凸透镜可以实现“H”型阵列方形平顶光斑加工效果。由于激光器对Low-K材料产生较大的热影响效果,可能导致材料的热胀冷缩效应使得加工精度降低,并且热效应的扩散也有可能损坏晶圆的有效区域,从而降低产品合格率。将激光定制化的分束成“H”型阵列光斑组合。使得预定切割道边缘的加工热效应更多的向加工槽中间扩散,即保留了加工效率,又有效的控制了产品损坏情况。并且,在切割道的中间区域保留了一束子光斑的加工效果,可以对中间一部分区域实现等一定的刻蚀效果。因此有可能在随后的刀片开槽处理中极大的减小剩余Low-K材料对刀片的阻力,并且位于最中心的射光刻蚀的沟道能有效的将束缚住刀片的运动轨迹,从而提高刀片运行精度。

[0081] 因此,所述方法还包括:

[0082] 获取晶圆上表面Low-K层的厚度信息;

[0083] 根据厚度信息和预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布。

[0084] 如图7所示,为了在晶圆上表面Low-K层上刻蚀出的槽形结构为三列均匀的“U”型凹槽,因此,如图7上侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如E-E剖面图所示的槽形结构。本实施例采用的三束激光光斑均用三个平凸透镜组成的聚焦元件阵列实现在晶圆上的聚焦。并且,还根据光斑长度以及平凸透镜焦距即可确定线形平顶光斑的宽度,从而实现预定切割道边缘被精确和清晰地处理。

[0085] 同时,为了在晶圆上表面Low-K层刻蚀出的槽形结构为整体近似“L”型凹槽;因此,本实施例还可通过使用包含整个切割道的母激光光束对整个预定切割道内的Low-K材料进行去除,然后使用两道小型的激光光子光束对切割道两边剩余的材料进行切割。不仅能获得接近于“L”型的槽形结构,当随后通过机械处理方法或激光处理方法移除剩余的Low-K材料时,良好的应力释放能有效的避免刀片对芯片晶体内部产生的应力损伤,挺高产品可靠性。而且后续的两道小型高斯光束还能清理掉第一道母光束切割后重新凝聚在槽内两边的剩余物质,从而实现高效的槽形获得结果。

[0086] 或者,如图8上侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如F-F剖面图所示的槽形结构。其中,采用激光光束被分为两束子激光。其中前一束激光光子光束能量远远大于后面的激光光子光束。前一束激光光子光束用于激光开槽,而后一束激光光子光束占有总激光的20-30%,被用来去除槽底的碎屑,优化槽形结构。这样的分束效果可以在最大限度的保证加工效率的同时,对槽形实现进一步的改善,从而避免后续的机械切割时,可能出现的剩余Low-K材料被粘附于刀片上,并飞溅到晶圆的有效区域,影响了产品良率。

[0087] 又或者,如图9所示上侧所示的拓扑图案分布,经具有该拓扑图案分布的激光光束加工后形成如G-G剖面图所示的槽形结构。其中,激光光子光束所用整形元件为正方形平顶整

形元件,并配合平凸透镜可以在预定切割道的两边实现方形的激光加工效果。比较与圆形光斑,可以获得更加有效的加工精度,并且不损伤到晶圆有效区域。方形的边缘还能更好的控制热效应的扩散,将加工槽控制在预定切割道以内。而后面的圆形平顶光斑则同样是为了去除激光加工后,残留在槽底的Low-K材料,进一步优化槽形结构。

[0088] 可选地,所述方法还包括:

[0089] 获取所述槽形的深度和拓扑图案分布;

[0090] 根据所述槽形的深度和拓扑图案分布确定所述激光光束的强度和焦点位置。

[0091] 具体的,由于激光加工过程中存在着热影响区,因此,为了能够更好优化槽形结构,进一步的根据所述槽形的深度和拓扑图案分布确定所述激光光束的强度和焦点位置。

[0092] 可选地,当对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀后,还包括:

[0093] 检测对晶圆上表面Low-K层刻蚀所形成的槽形并获取实时槽形信息;

[0094] 获取所述拓扑图案分布并作为第一拓扑图案分布;

[0095] 根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数;

[0096] 根据所述调整参数对激光光束的拓扑图案分布进行调整形成第二拓扑图案分布,并将具有第二图案分布的激光光束对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀。

[0097] 例如,当第一拓扑图案分布与第二拓扑图案分布仅仅调整激光光斑的形状,可只需控制相控型硅基液晶对激光光束进行调制并形成第二拓扑图案分布;当第一拓扑图案分布与第二拓扑图案分布之间激光光斑以及激光光子光束阵列均需调整,则通过控制相控型硅基液晶和聚焦元件阵列7对激光光束进行调制。

[0098] 本发明实施例还提供一种激光加工晶圆的装置,如图10所示,所述装置包括:

[0099] 设置元件,用于设置激光光束在晶圆上表面Low-K层上加工后需形成的预设槽形信息;

[0100] 控制器15,用于根据预设槽形信息匹配激光光束需具有的拓扑图案分布;

[0101] 相控型硅基液晶6,用于根据所述拓扑图案分布对激光光束依次进行分束处理和整形处理并形成具有所述拓扑图案分布的激光光斑;

[0102] 聚焦元件阵列7,用于将所述激光光斑发射至晶圆上表面Low-K层并对晶圆上表面Low-K层进行刻蚀并形成预设槽形。

[0103] 本发明实施例提供的激光加工晶圆的装置,通过设置元件设置上述预设槽形信息,并由所述预设槽形信息经控制器匹配到最佳的拓扑图案分布,还需根据所述拓扑图案分布对激光器1发射的激光光束经相控型硅基液晶6进行分束处理后形成多束激光光子光束、然后对分束后的激光光子光束分别进行整形处理;最后由聚焦元件阵列7对激光光子光束进行聚焦处理,进而形成具有该拓扑图案分布的激光光斑,最后通过改变该激光光斑与晶圆上表面Low-K层之间的相对位置实现对晶圆上表面Low-K层进行激光加工效果并在晶圆上表面Low-K层上形成凹槽,进而通过保证用于划片的激光光束分布的均匀性,使得在晶圆上表面Low-K层刻蚀形成的凹槽更加均匀,热影响区更小且均一性更高,进而提高在晶圆上表面的激光加工效果。

[0104] 可选地,所述控制器包括:

[0105] 第一计算单元,用于获取槽形结构并根据槽形结构确定所述激光光斑的形状分布;

- [0106] 第二计算单元,用于获取槽形的宽度并根据槽形的宽度确定激光光斑的大小分布;
- [0107] 第一确定单元,用于根据所述激光光斑的形状分布、大小分布确定拓扑图案分布。
- [0108] 可选地,所述控制器还包括:
- [0109] 第一获取单元,用于获取所述槽形的深度和拓扑图案分布;
- [0110] 第二确定单元,用于根据所述槽形的深度和拓扑图案分布确定所述激光光束的强度和焦点位置。
- [0111] 可选地,所述装置还包括:
- [0112] 检测组件,用于检测对晶圆上表面Low-K层刻蚀所形成的槽形并获取实时槽形信息;
- [0113] 第一获取单元,设置于控制器内并用于获取所述拓扑图案分布并作为第一拓扑图案分布;
- [0114] 第三确定单元,设置于控制器内并用于根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数。
- [0115] 可选地,所述检测组件包括:
- [0116] 分束晶体,用于将激光光束分束形成第一激光光子光束和第二激光光子光束,并分别将第一激光光子光束发射至所述相控型硅基液晶,第二激光光子光束发射至透镜组件;
- [0117] 监测光源,用于对晶圆上表面Low-K层经刻蚀后所形成的槽形进行监测;
- [0118] CCD装置,用于获取实时槽形信息并进行成像;
- [0119] 透镜组件,用于将第二激光光子光束聚焦发射至CCD装置。
- [0120] 综上所述,如图3所示,本实施例所述装置包括光纤准直器2、起偏器3、扩束准直元件4对激光器1发出的激光光束进行前期处理形成平行光束,然后由分束晶体5将激光光束分为至少两激光光子光束,第一激光光子光束经过相控型硅基液晶6微调后射入聚焦元件阵列7、光阑8进而对晶圆上表面Low-K层进行加工;第二激光光子光束依次射入第四分束晶体18、透镜组件19、CCD装置20或成像装置20实现对槽形的实时检测并获取实时槽形信息,并根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数,并经相控型硅基液晶进行调整。同时还通过监测光源17射入分束晶体18实现对槽形的监测并避免激光灌输对CCD装置的影响。
- [0121] 或者,如图11所示,本发明实施例提供的装置还可包括光纤准直器2、起偏器3、扩束准直元件4对激光器1发出的激光光束进行前期处理形成平行光束,然后由分束晶体21将平行光束分为检测光束和加工光束,并将所述检测光束发射至晶圆上表面Low-K层,然后反射至厚度检测单元22;将所述加工光束发射至分束晶体5并将加工光束分为至少两子光束,第一子光束经过相控型硅基液晶6微调后射入聚焦元件阵列7、光阑8进而对晶圆上表面Low-K层进行加工;第二子光束射入分束晶体11并分为第三子光束和第四子光束,并将第三子光束射入透镜组件12、CCD装置13进行光强分布、焦点位置的检测;通过监测光源17射入分束晶体18实现对槽形的监测并避免激光灌输对CCD装置的影响,并将第四子光束依次射入分束晶体18、透镜组件19、CCD装置20或成像装置20实现对激光光斑的成像功能,进而实现对槽形的实时检测并获取实时槽形信息,并根据实时槽形信息和第一拓扑图案分布确定拓扑图案分布的调整参数,并经相控型硅基液晶进行调整。

[0122] 本实施例的装置,可以用于执行上述方法实施例的技术方案,其实现原理和技术效果类似,此处不再赘述。

[0123] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

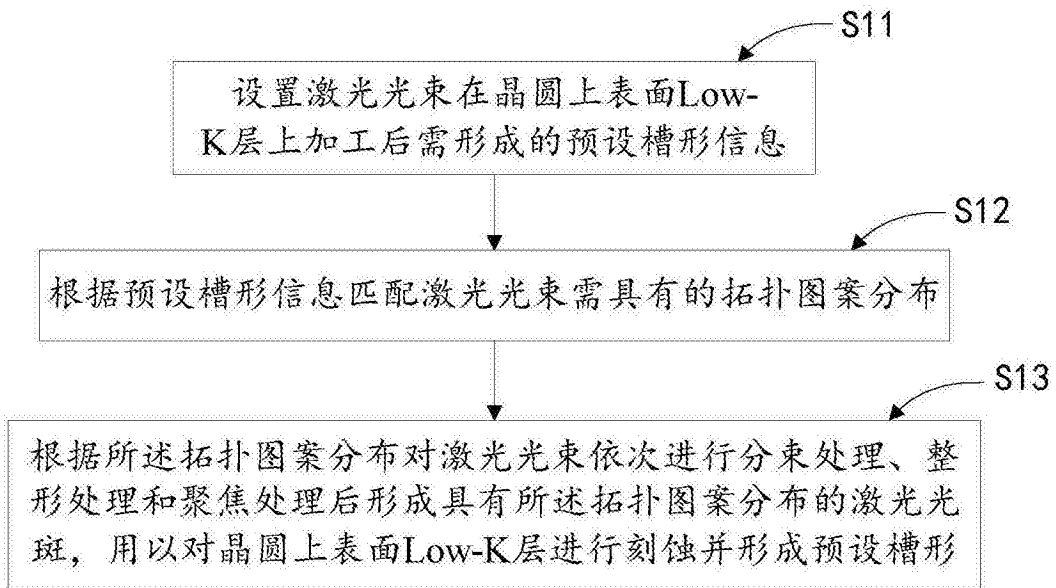
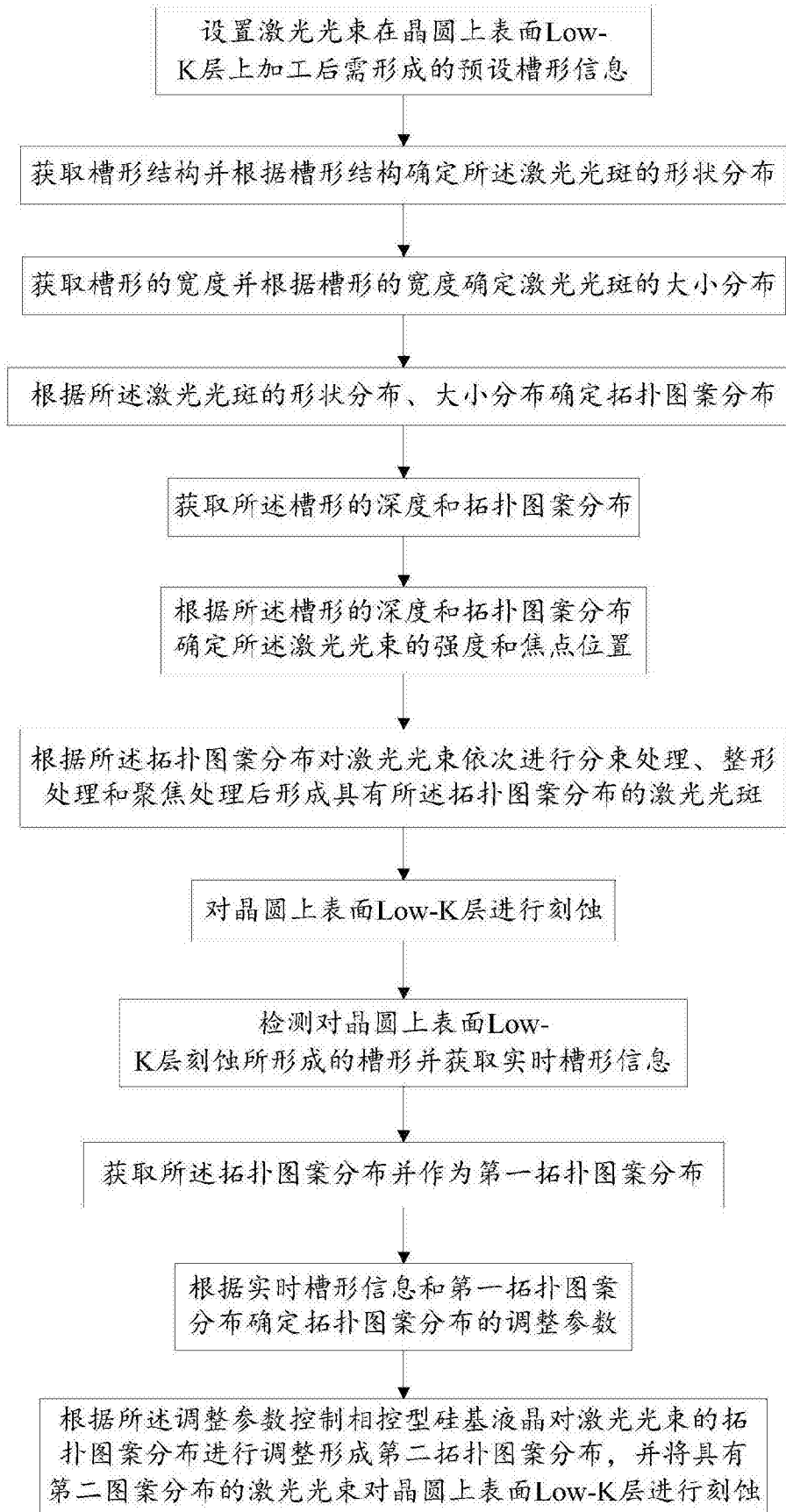


图1



s

图2

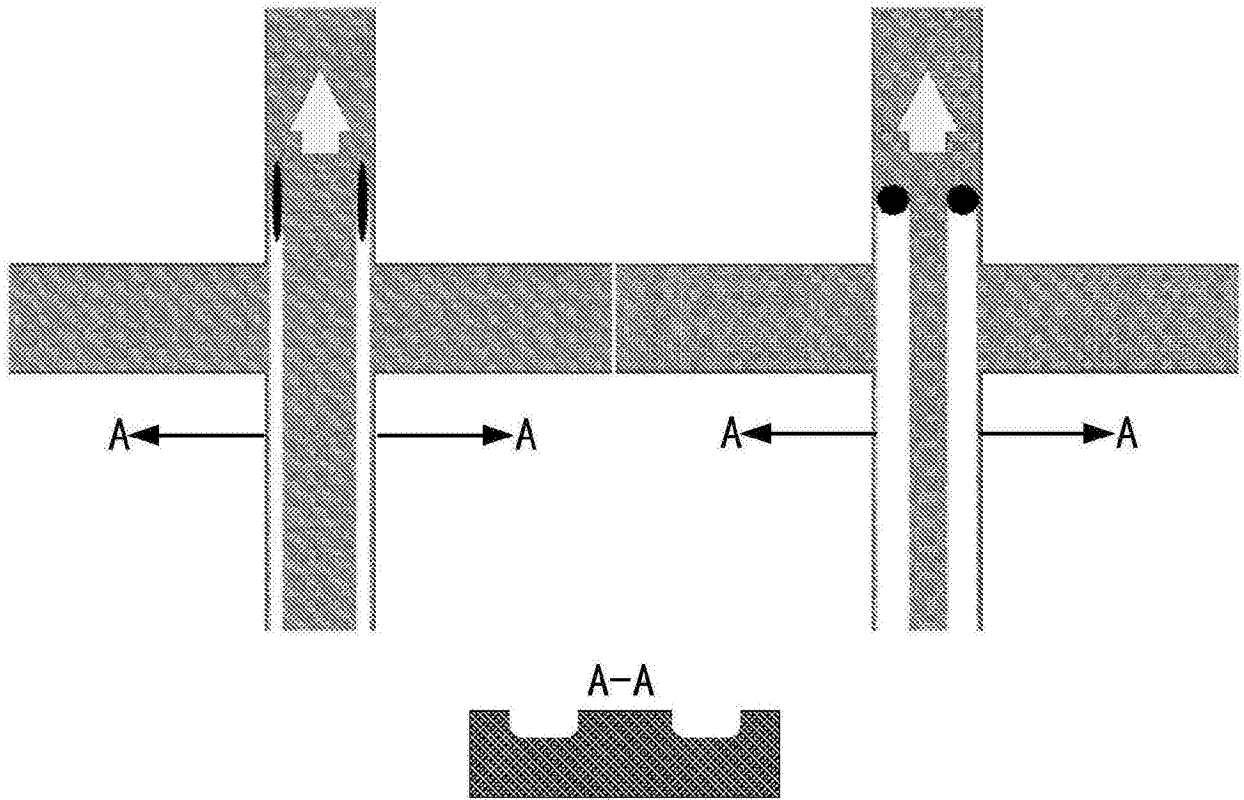


图3

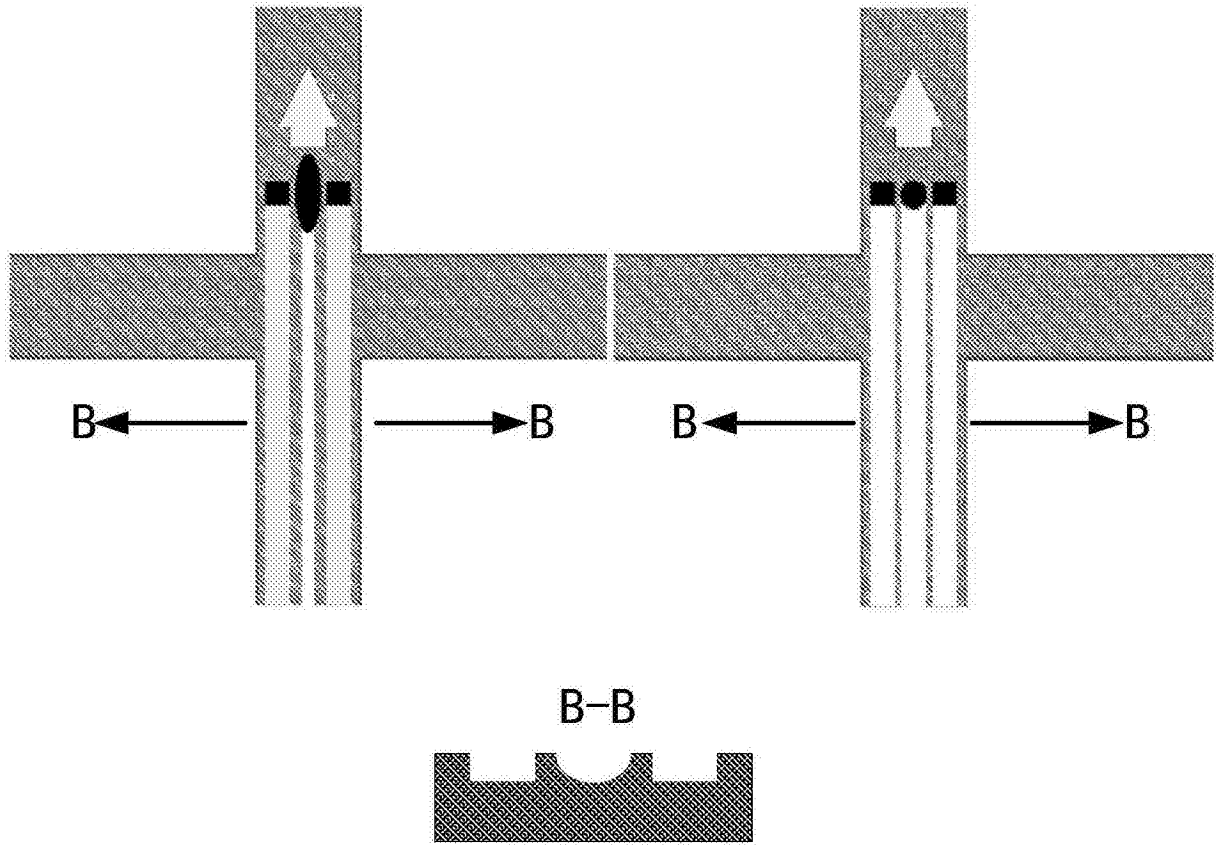


图4

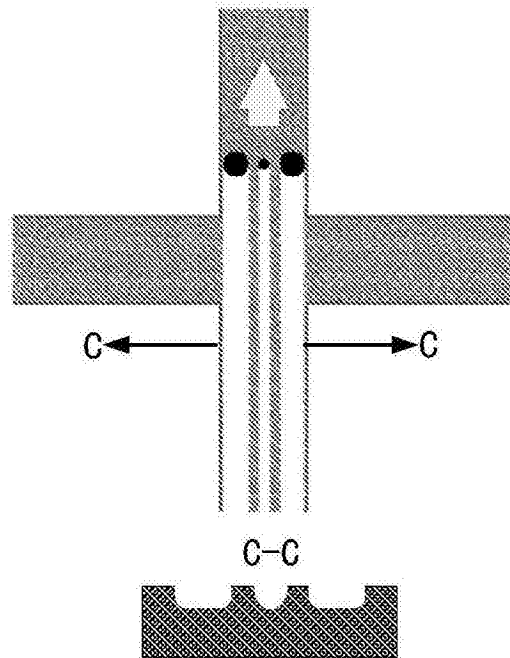


图5

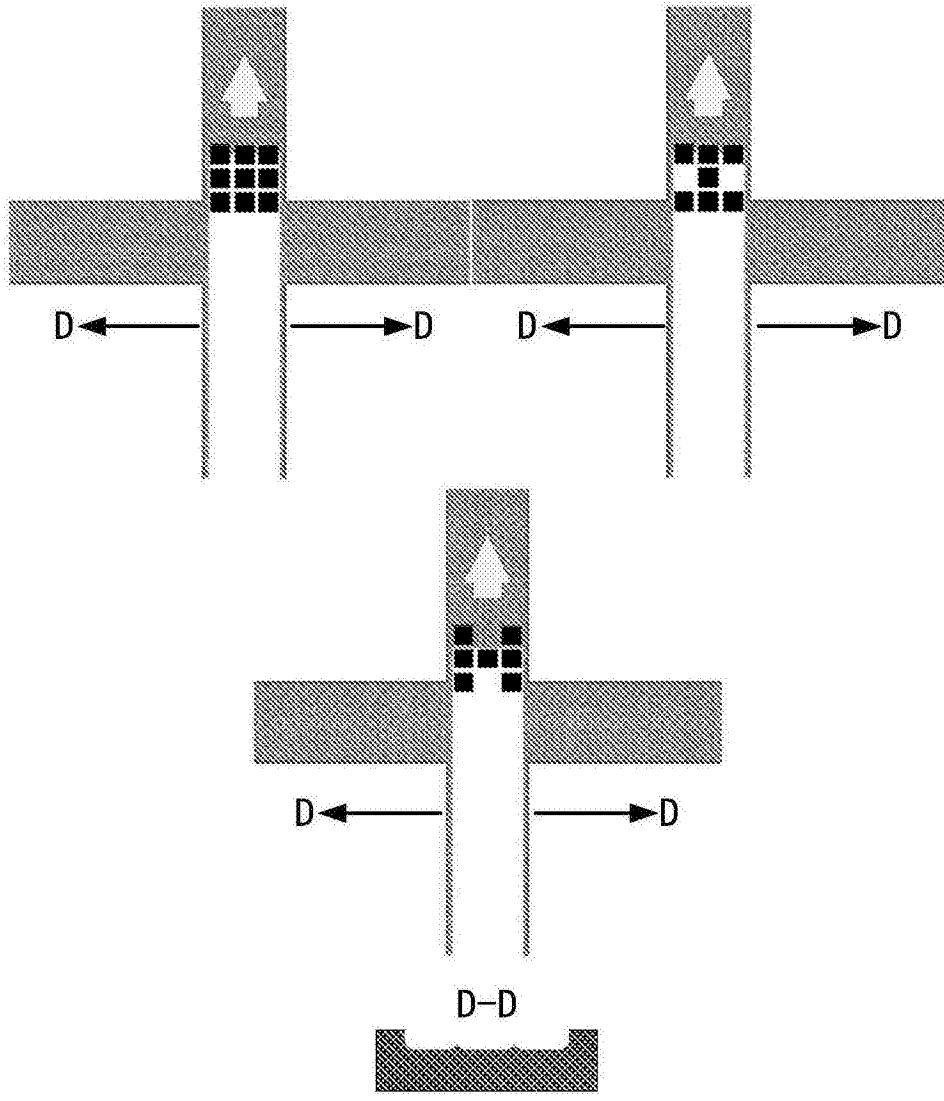


图6

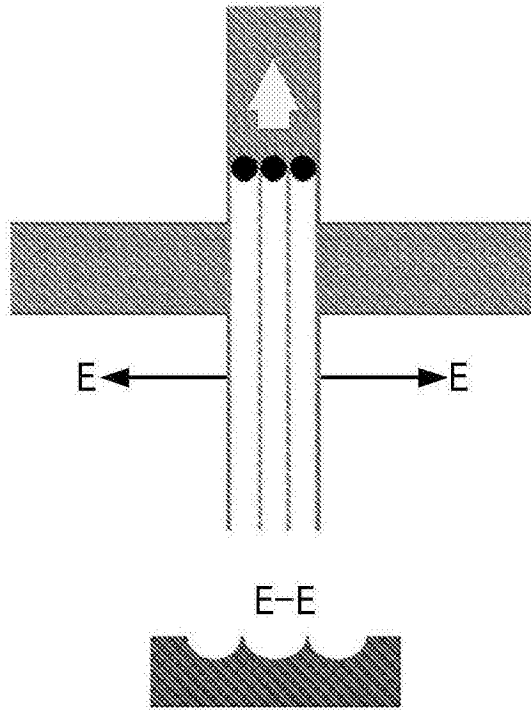


图7

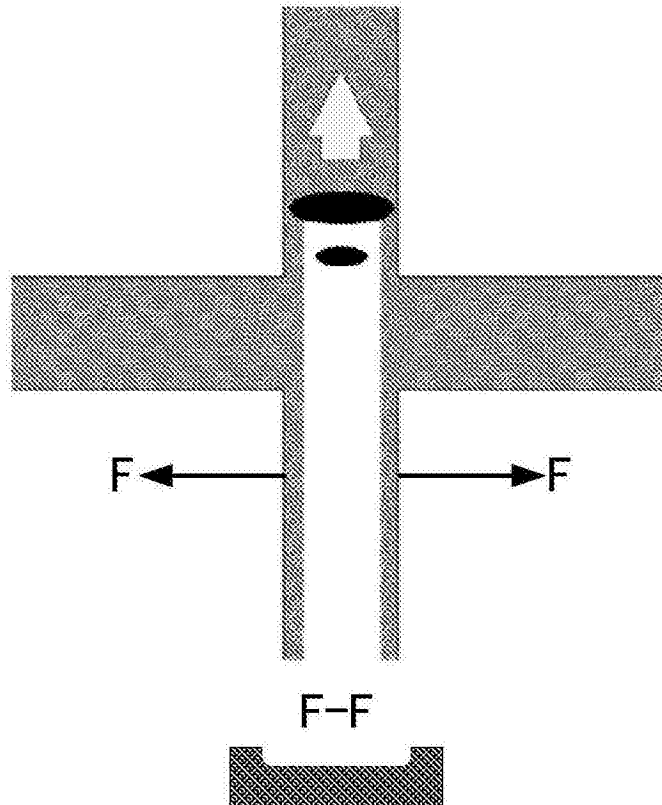


图8

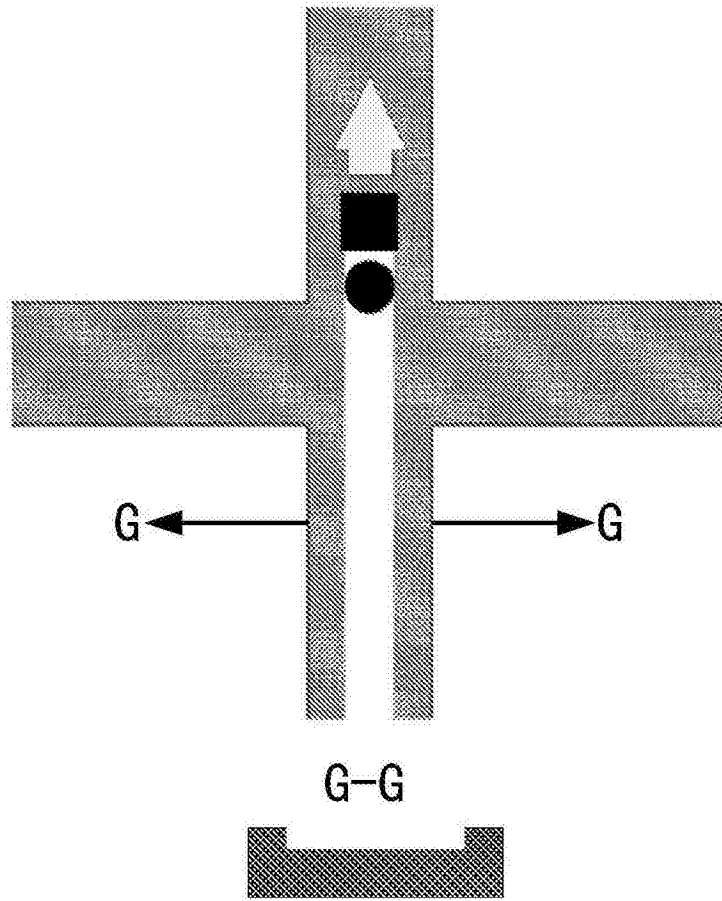


图9

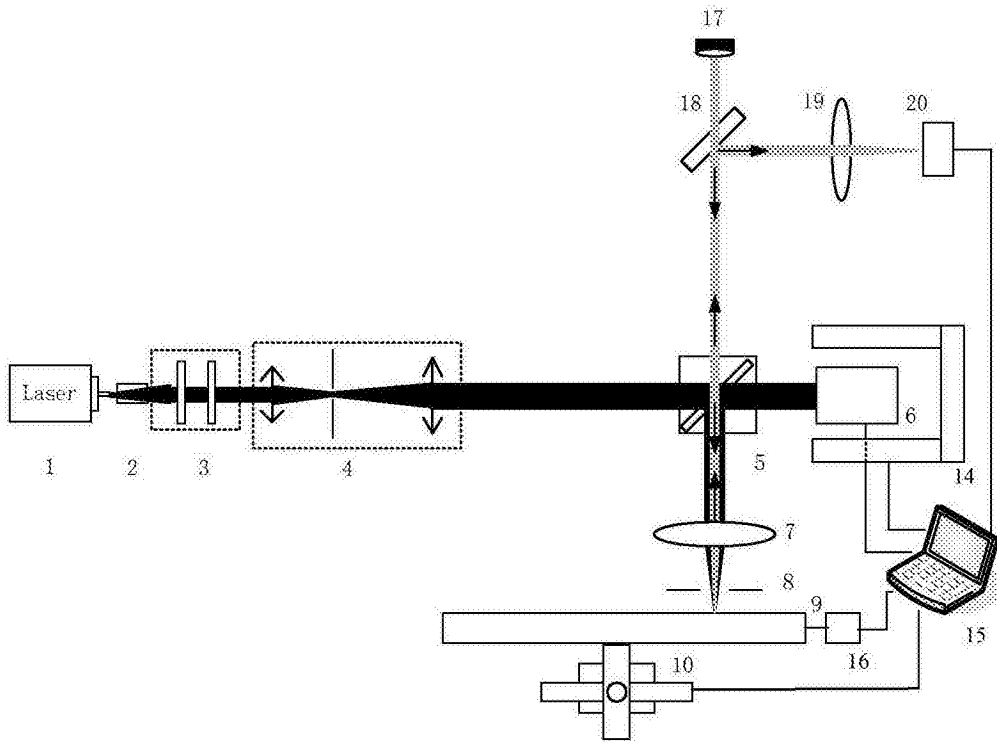


图10

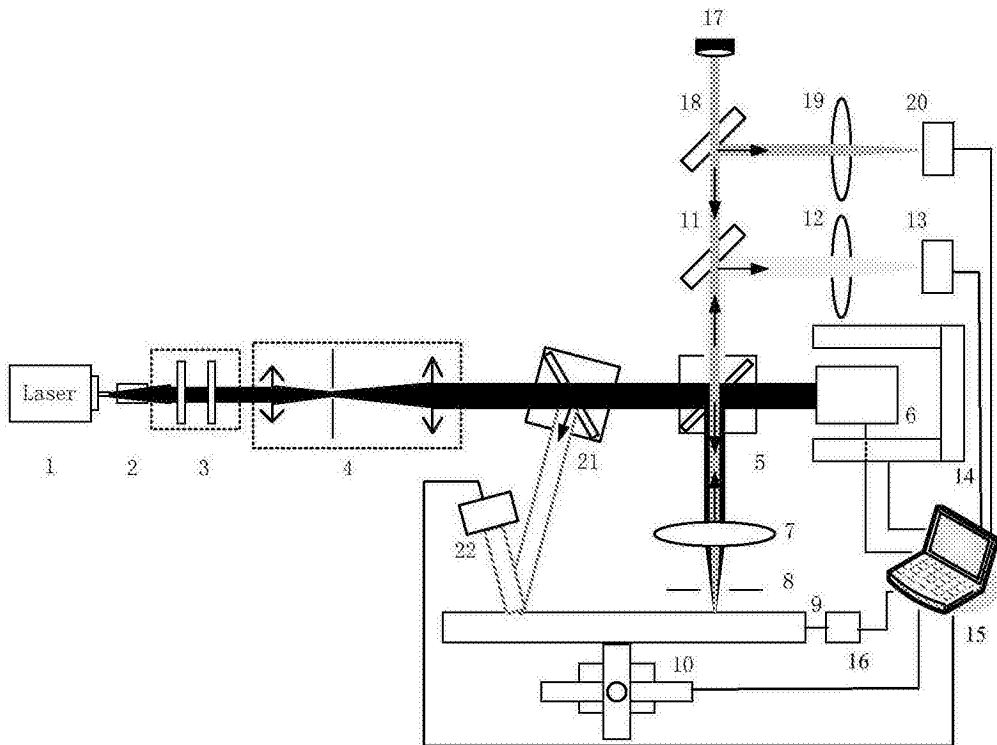


图11