



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108701650 A

(43)申请公布日 2018.10.23

(21)申请号 201680080297.4

(22)申请日 2016.12.23

(30)优先权数据

62/272,876 2015.12.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.07.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/068519 2016.12.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/117051 EN 2017.07.06

(71)申请人 鲁道夫科技公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 W·菲茨杰拉德

(74)专利代理机构 深圳市百瑞专利商标事务所  
(普通合伙) 44240

代理人 金辉

(51)Int.Cl.

H01L 21/78(2006.01)

H01L 21/76(2006.01)

H01L 21/02(2006.01)

H01L 21/764(2006.01)

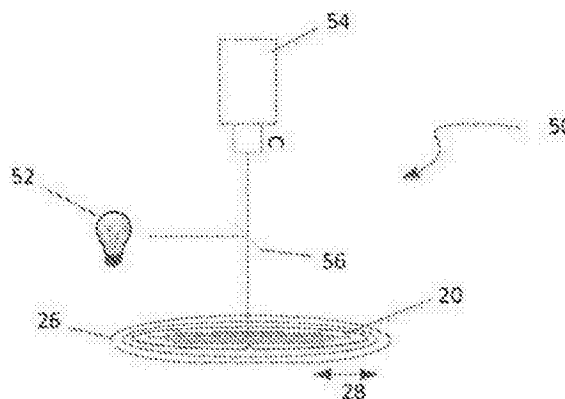
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

晶圆切割过程控制

(57)摘要

描述了一种用于监视和控制基底切割过程的方法。对设备边缘进行成像和识别仪进行分析。注意到设备边缘的差异并用于修改切割过程并监视异常行为的切割过程的操作。



1. 一种改进的切割过程,其包括:

将至少一部分连续基底分离成至少第一IC设备和第二IC设备,第一IC设备和第二IC设备具有相邻的边缘;

捕获第一IC设备和第二IC设备的每个相邻边缘的至少一个图像;

建立第一IC设备和第二IC设备的每个相邻边缘的轮廓;

覆盖相邻边缘的轮廓;

如果有的话,从相邻边缘的重叠轮廓中识别相邻边缘的差异部分;以及,

修改分离步骤和/或进行分离步骤的装置,以降低分离步骤将导致至少另一第一IC设备和第二IC设备的随后形成的相邻边缘的差异部分的可能性。

2. 根据权利要求1所述的改进的切割过程,其中在识别步骤中还包括确定相邻边缘的轮廓之间的间隙是否是芯片和分层之一。

3. 根据权利要求2所述的改进的切割过程,其中通过识别相邻边缘的轮廓之间的间隙来确定芯片。

4. 根据权利要求2所述的改进的切割过程,其中通过识别相邻边缘的轮廓之间的重叠来确定分层。

5. 一种表征切割过程的方法,其包括:

识别已经与基底分离的第一IC设备的外围边缘的预定部分的轮廓;

识别已经与基底分离的第二IC设备的外围边缘的预定部分的轮廓,第二IC设备的外围边缘的预定部分与第一IC设备外围边缘的预定部分相邻;以及,

比较第一IC设备和第二IC设备的外围边缘的预定部分的轮廓,以识别轮廓之间的间隙以及识别轮廓之间的重叠之一,如果有的话。

6. 根据权利要求5所述的表征切割过程的方法,进一步包括:

确定第一IC设备和第二IC设备的外围边缘的预定部分的每个轮廓的粗糙度;

确定第一IC设备和第二IC设备的外围边缘的预定部分的任一轮廓的粗糙度是否超过定义可接受质量水平的预定阈值;以及,

识别第一IC设备和第二IC设备的外围边缘的预定部分的任一轮廓的粗糙度是否相差超过预定阈值,该预定阈值限定了可接受的质量水平。

7. 根据权利要求5所述的表征切割过程的方法,进一步包括:

确定第一IC设备和第二IC设备的外围边缘的预定部分的每个轮廓的最佳拟合线;以及,

确定最适合第一IC设备和第二IC设备的外围边缘的预定部分的每个轮廓的线是否彼此不平行超过预定阈值,该阈值限定了可接受的质量水平。

8. 根据权利要求7所述的表征切割过程的方法,其中所述最佳拟合线选自线性和曲线。

9. 根据权利要求5所述的表征切割过程的方法,进一步包括:

识别第一IC设备和第二IC设备中的至少一个图案化区域的边界;以及,

确定边界与相应IC设备的外围边缘的预定部分的轮廓之间的相对距离和取向。

## 晶圆切割过程控制

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及电子和集成电路设备的制造。

### 背景技术

[0002] 电子设备和特别是集成电路设备的制造以大量的方式进行,其中多个这样的设备在单个基底上同时形成。各种尺寸、形状以及成分的基底是常见的。形成基底的材料的例子可以包括但不限于硅、蓝宝石、砷化镓、玻璃、塑料、环氧树脂,以及由任何前述任一物质或类似物形成的各种组合物、复合结构或化合物半导体。

[0003] 一旦完成基底上设备的制造,这些设备必须从基底分离。将电子或IC设备相互分离称为切割。这通常是通过将基底粘附到支撑体或支持件实现的,使得当设备相互分离时,其位置仍然是已知的。支撑体可以包括膜或带框架以及与将要分离成多个单个设备的基底相同或不同类型的辅助基底。通过本领域技术人员已知的许多方法,包括但不限于锯切和划线,来完成分离。在锯切操作中,薄金刚石锯在设备之间穿过基底以将其相互分离。该锯子用于切割基底,而不是安装基底的支撑体。类似地,划线操作可以使用机械或激光划线工具在待分离的设备之间的基底上产生划线。然而,在划线操作中,划线的基底沿着划线断开以分离各个设备。在这两种操作中,现在分离的设备保持粘附在支撑体上,使得其可以用于随后的制造或包装操作。

[0004] 为了适当地控制切割操作,需要根据过去的设置和布置来表征当前结果。然后,该表征可用于修改正在进行的过程,以预测适于切割过程的设置和/或识别正在进行的切割过程的正或负的紧急特征。表征切割操作的一种常用方式涉及机器视觉技术的应用。然而,这些方法通常需要应用复杂的图像处理技术来提取对切割操作的表征有用的信息。因此,需要从基底和单一设备的图像中提取信息的简化技术。

### 发明内容

[0005] 在本发明的一个实施例中,基于对由检查系统捕获的单个IC设备的图像中发现的特征的评估来监视并且至少部分地控制切割过程。在这些图像中,可以识别设备的外围边缘,并且这些边缘的片段可以与相邻设备的边缘的片段进行比较,来识别这些边缘片段的差异部分。感兴趣的差异可以包括但不限于粗糙度、芯片、分层和未对准。该相同技术可用于确定IC设备的分离的边缘是否适当地定位并与IC设备的中心部分的边缘对准。可以相应地修改如进给速率、温度、压力以及对准等切割过程变量。

### 附图说明

[0006] 图1是用于捕获基底图像的通用视觉系统的示意图。

[0007] 图2示出了其上形成有多个的设备的基底的一部分,这些设备固定到支撑体上并已经相互分离。

[0008] 图3是单一设备的常见几何形状,包括差异部分。

- [0009] 图4A和4B是识别单一设备的差异部分的一种方法的示意图。
- [0010] 图5是根据本发明的一种方法的流程图。
- [0011] 图6A-6C是可以量化以辅助控制切割过程的设备边缘的特征的示意图。
- [0012] 图7是相对于其边缘的设备的示意图。

### 具体实施方式

[0013] 在本发明的以下详细描述中,形成其一部分的附图以参考,并且通过图示的方式示出了可以实施本发明的特定实施例。在附图中,在几个视图中,相似的数字描述基本相似的部件。足够详细地描述这些实施例,以使得本领域技术人员能够实施本发明。在不脱离本发明的范围的情况下,可以利用其他实施例并进行结构、逻辑和电气的改变。因此,以下详细描述不应视为具有限制意义,并且本发明的范围仅由所附的权利要求及其等同描述限定。

[0014] 图1示出了用于捕获基底20图像的通用机器视觉系统50。系统50包括照明光源52,其在这种情况下以明场照明方案布置;以及成像器54,最常用的是数码相机,包括位于视觉系统50的成像平面的电荷耦合设备(CCD)或互补的金属氧化物半导体(CMOS)型图像传感器。分束器56将光源52耦合到系统50的垂直入射光路中,使得来自光源52的光入射到基底20上,然后从基底20返回到成像器54,其将从基底20返回的光形成图像。本领域技术人员已知类型的光学元件(未示出)与光源52和成像器54相关联,以确保来自源52的照明、物体(基底20)和成像器54的传感器相互共轭以产生适当聚焦和曝光的图像。这种光学元件可包括透镜、物镜、滤光器(波长和强度)、偏振滤光器、空间滤光器、光束整形器、反光镜(有源或无源)等。

[0015] 本领域技术人员将理解,虽然示出并描述了垂直入射系统50,但也可以考虑额外的或替代的成像系统。例如,可以提供替代的或可选的照明光源(未示出)以将光引导到基底20上,以促成通常称为暗场成像的方案。可以提供任何合适数量的明场或暗场照明光源52。成像器54可以提供有多于一个的图像传感器以利用各种照明方案的优点。进一步地,光源52可以相对于基底20以一个或多个入射角和/或方位角布置。

[0016] 根据光源52和成像器54的传感器的布置,所得到的图像可以编码成控制切割过程中感兴趣的基底20的各种特征。由成像器54输出的图像通常是基于像素的,由像素值的阵列组成,当呈现为图像时,忠实呈现感兴趣的基底20的特征。数字图像的像素映射到基底20的对应位置,并且每个像素的数值表示通过反射、折射、散射或发射从基底20的该位置返回的光。像素值通常涉及由成像器54感测的基础光强度,但也可以涉及与基底在各种波长、偏振状态、入射角和/或方位角或散射强度的特征相关的数据。

[0017] 从系统50获得的图像提供给适用于分析获得的图像的控制器(未示出)。该控制器可以在本地或者远程操作模式下操作的任何有用配置的本地或联网的计算机或处理器。

[0018] 图1中所示的基底20表示为安装在支撑体26上的硅晶圆22,在这种情况下是具有圆环的膜框架,其具有膜或带覆盖的中心孔,晶圆22粘附到该膜或带。基底20相对于系统50移动(箭头28),以允许在其完整的或单一的状态下捕获基底20的全部或部分图像。基板的运动有本领域技术人员已知类型的平台或操作台(未示出)提供。虽然箭头28表示线性运动,但也可以考虑曲线运动,如由基底20的旋转引起的曲线运动。通常通过将基底沿着通过

成像器54的boustrophedon路径或螺旋路径运动进行整个基底的扫描。也可以进行分段或抽样成像。

[0019] 图2示出了已经单个化的基底20的一部分。各个IC设备30大致有序地定位成矩形阵列,尽管也可能将这种设备30布置成不同的几何图案。通常,设备30的特征在于中心区域32,其包括一些电路或其他的结构,例如微机电结构(MEMS)。每个设备具有外围边缘34,其围绕中心区域32,并与其间隔预定量,以确保中心区域32的电路或结构不会被切割过程损坏。如上所述,通过在设备30的行和列之间运行锯片或划线(激光的或机械的)来实现切割。设备30的矩形阵列通常看起来像城市的地图,其中具有与设备30相对应的块以及设备之间的看起来像城市街道的间隔,由于这样的事实,因此该间隔通常被称为“街道”。为简洁起见,本文将仅描述通过锯切的切割,但应当理解通过其他方法的切割是非常相似的并且是包含在本说明书中的。

[0020] 在设备30的行和列之间的“街道”36中,锯片(未示出)在设备30之间通过。街道36被认为是废弃区域,因为它们将在切割期间将被销毁。在制造含有设备的基底20期间,可以在街道36中形成各种过程控制和测试结构,但是它们通常被切割过程破坏。在图3中,更清楚地看见街道36和限定它的外围边缘34。在该图中,还能够辨别单个设备30的外围边缘34的单个边缘片段38。多个片段38共同形成设备30的外围边缘34。片段38可以是外围边缘34的任何任意部分,其与来自相邻设备30的相应片段38一起,限定或描绘街道36中的锯切。在一个实施例中,边缘片段38沿着名义上的直线的设备30的整个侧面,即矩形或方形设备30的一侧延伸。

[0021] 在图3中,片段38示出为本质上通常是线性的。在大多数情况下,切割是线性过程而片段38也名义上是线性的。然而,由于多种原因,街道36中的锯切口可能偏离直线路径,相应地,边缘34的片段38以夸张的曲线方式示出。

[0022] 图4A和4B示出了在切割过程中可能发生的两种类型的差异。在图4中,邻近片段38'和38''是重叠的,以在视觉上放大各个片段之间的任何差异。可以看出,片段38'具有偏离片段38''的边缘部分。片段38'和38''不沿其长度上的任何点相交。在片段38被覆盖并且没有片段相交形成间隙40的情况下,可以假设其中形成间隙40的片段38'的一部分具有芯片或者遗漏一些材料。

[0023] 在图4B中,片段38'和38''再次重叠,以在视觉上放大它们之间的任何差异。在该示例中,片段38''具有朝向片段38'延伸并穿过片段38'的间隙42。在如片段38''的片段具有朝向其相应片段38'延伸并相交的间隙42的情况下,可以假设边缘38''的一部分具有所谓的分层。在这种情况下,边缘片段38''的一部分已经丢失一些材料或在其中已经具有裂缝形式,使得设备30在其外围边缘处存在缺陷,该缺陷不会从顶部到底部完全贯穿基底20地延伸。

[0024] 可以预期,每个设备30及其外围边缘34的存在和外置是由系统50获得的图像确定的。连接到系统50的控制器分析捕获的图像并识别每个设备30的外围边缘34的位置。取决于分辨率,成像系统50及其数值孔径,由成像器54捕获的视场可以包括多个设备30、单个设备30或一个或多个设备30的一部分。由于本发明涉及对设备30的外围边缘34的相邻片段38的评估,因此不包括对如何解析图像以允许分析的详尽回顾。可以这样说,本领域技术人员公知的是对多个感兴趣区域的图像进行抽样以获得可比较片段38的图像。类似地,本领域公知是从离散图像中选择部分以比较,或者连接多个图像以获得具有可能从其导出的关于

设备30或片段38的更多视觉信息的图像。

[0025] 在一个实施例中,片段38'和38"由系统50成像。片段38'和38"可使用类似于美国专利No.5696835的名为“Apparatus and method for aligning and measuring misregistration”的技术,以在捕获的图像内识别片段38'和38"。该参考文献通过引用整体并入本文。可以确定每个片段的最佳拟合线,然后用于“覆盖”片段38'和38"。在一个实施例中,这可以通过生成将片段38'和38"的位置和取向与彼此相关联的变换来完成。在另一个实施例中,将片段38'和38"彼此重叠以生成合成图像(如本文所用,术语“图像”可以表示实际数字图像以及像素信息阵列)。在所有情况下,保持片段38'和38"的取向以保留与切割过程质量相关的信息。

[0026] “覆盖”片段不是必须直接完成的事情。简单地知道形成片段的像素的位置,或者识别最佳拟合线的公式,或者已经识别的图像基元的基础数据应该允许人们执行随后的识别步骤。“覆盖”是简单地涉及在轮廓之间形成已知关系的步骤,其允许随后的差异识别步骤的发生。这可以是简单的变换或从两个单独的图像形成新的图像或者图像基元的直接关系。

[0027] 一旦创建了变换或合成图像,就可以测量片段38'和38"之间的距离。这可以以分段方式完成,其中针对每个垂直位置测量片段之间的横向距离。图6A示出了片段38'和38"的名义上完美的布置。在该图中,片段是直且平行的,这是片段的理想布置。图6A可以表示基底20或片段38'和38"的实际外围边缘34。片段38'和38"之间的距离是感兴趣的,因为这可与用于切割基底20的锯切的宽度直接相关。该距离还可以涉及支撑体的膜的张力。支撑体的膜中不适当的张力可能导致切割的设备30被远离或朝向彼此地拉开,使得单个设备30之间的距离太小、太大或者不均匀,如图6B所示。

[0028] 图6C示意性示出了形成包括片段38'和38"的复合的或叠加的图像的实施例。在该图中,片段38'由直的虚线表示,而片段38"由曲线的实线表示。图6C也可以表示已经针对曲线片段38"计算的最佳拟合线(虚线)。

[0029] 首先考虑图6C中所示的合成图像表示,可以看出在合成图像的上部,片段38'和38"基本上共线。注意,通过使用直线来表示片段38',突出显示两个片段之间的变化;片段38通常不是完美地笔直的,且更加通常地在某种程度上是曲线的,特别是在非常小的尺度上。片段38'和38"的下部具有显著的变化,这表明切割过程存在问题。在选定的垂直位置处测量片段38'和38"之间的横向/水平距离突出了在产生这些边缘34的切割过程中固有的问题。在片段的上部,片段之间的距离相对较小,且优选地,相对接近零。在片段38'和38"的下部,该距离变化更大且可以非常大。事实上,可以清楚地看到间隙40和42。如果相对于任意选定的片段38进行测量,则可以容易地确定间隙40、42是否可能是芯片或者分层。

[0030] 也可以通过确定所选定的垂直位置处(注意,这些位置可以在每个像素行处或在选定位置的较小子集)这些线之间的横向距离,或者使用这些数值或者其绝对值来确定边缘34相对于彼此或者相对于最佳拟合线的可变性,来计算片段38'和38"之间的或者最佳拟合线(虚线)和片段(实线)之间的标准差。选定分辨率或比例下的高可变性可以提供切割过程质量的良好指示。实际上,超过标准差的测量距离或设定为表示某种水平的切割质量的阈值可用于确定与标称轮廓的偏离是否不一致。

[0031] 图7示出了本发明的另一方面。设备30具有中心区域32,其中可以存在各种类型的

有源电路或MEMS结构。优选地,设备30的外围边缘34将是平行的,且优选地与中心区域34的外围边缘35均匀地间隔开。以与上面关于评估片段38所描述的方式大致相同的方式,可以识别中心区域的外围边缘35的片段,并将其与设备30的外围边缘的片段38相比较。因为中心区域32通常是使用光刻技术形成的,因此其外围边缘35通常相当是线性的。在任何情况下,中心区域32的外围边缘35的形状将具有已知的标称形状。在设备34的边缘和中心区域35之间测量距离 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 和 $\theta$ ,且其可以指示在切割过程中是否存在未对准。进一步地,在基底20上的设备30的阵列的 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 和 $\theta$ 的数值变化,可以指示设备30自身的未对准或者在执行切割时设备中的渐进的对准误差。这些误差可能在较早的时间指示问题,例如不适当的形成复合基底(重构的晶圆,例如嵌入环氧树脂中或安装在载体基底上的芯片,或者可能是,基底20的晶体结构与其上形成的设备30未对准。

[0032] 图5示出了执行本发明的过程的一个实施例。在步骤80中,系统50用于捕获支撑体或基底上的设备30的图像。在步骤82中,由耦合到系统50的处理器分析捕获的图像以识别边缘34,以及需要时,识别边缘35。如上所述,可以提取边缘34和35的片段用于比较。在步骤84中,覆盖或比较提取的边缘34和/或35的片段,以识别差异并量化切割过程的质量。然后使用图5中所示的过程的输出来改进切割过程,由此设备30从基底20分离且潜在地识别基底30,其基于它们在切割过程得到的边缘存在的差异而具有可疑的实用性或质量。

[0033] 在一个实施例中,可表示芯片或分层的间隙40、42的存在可以指示切割过程有问题。在片段38中的大的变化或标准差同样可以指示这种问题。在外围边缘34和35之间的距离或角度取向的变化可以指示切割过程中的未对准。这些数据可以反馈到切割过程以改进对准、进给速率、刀具维护、膜应用技巧等。

[0034] 结论

[0035] 虽然本文已经说明和描述了本发明的特定实施例,但所属领域的技术人员将了解,经计算以实现相同目的的任何布置可以替代所展示的特定实施例。对于本领域普通技术人员来说,本发明的许多改进是显而易见的。因此,本申请旨在涵盖本发明的任何改编或变化。显而易见的是,本发明仅受所附权利要求及其等同描述的限制。

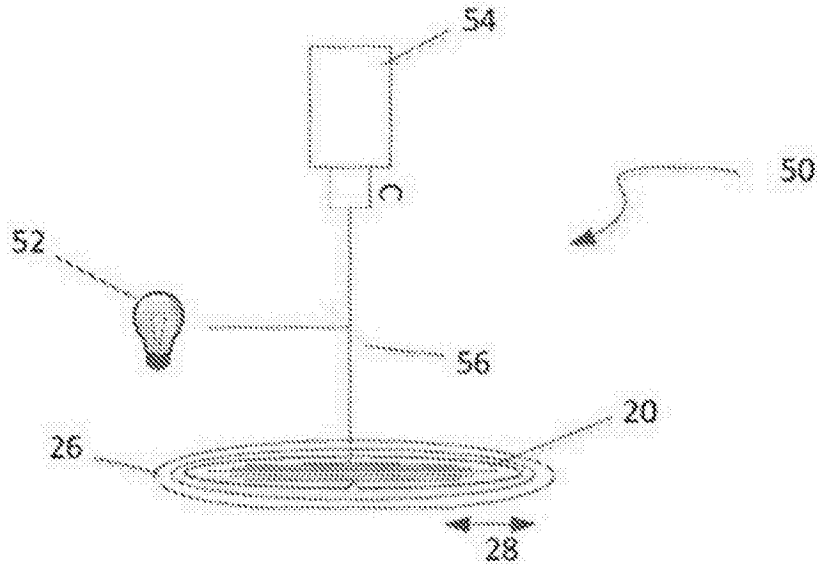


图1

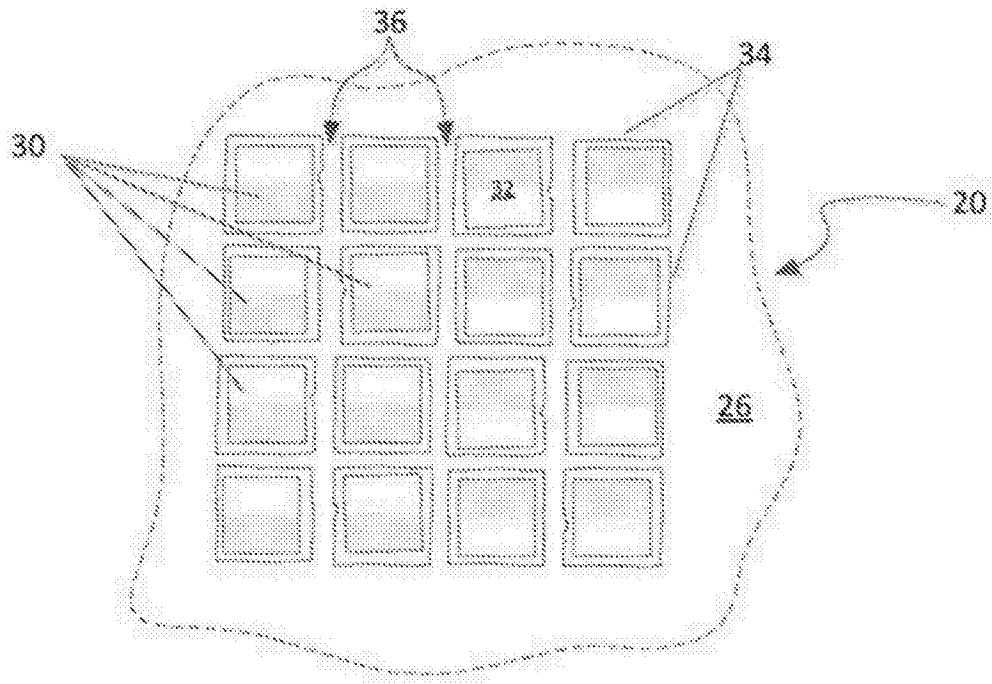


图2



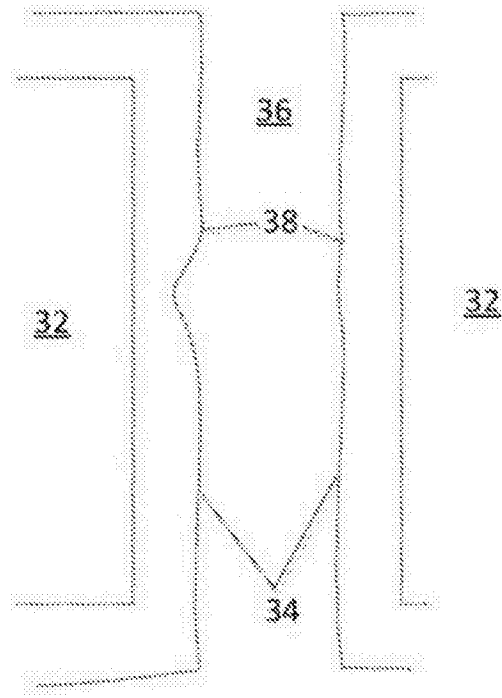


图3

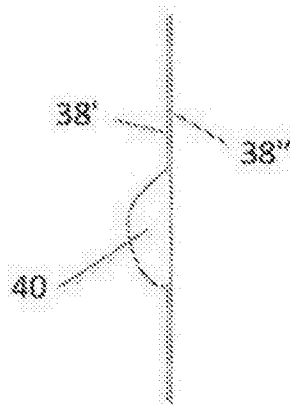


图4A

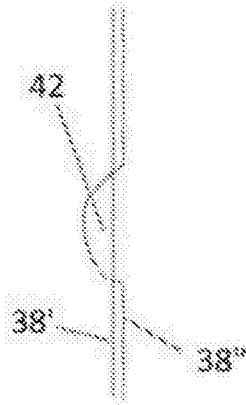


图4B

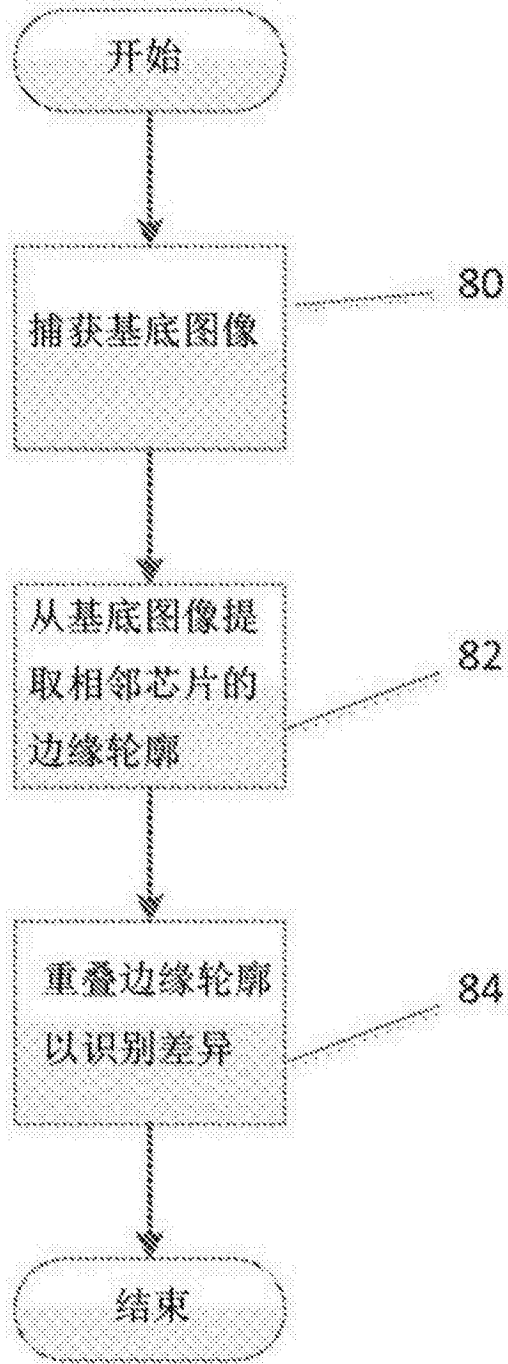


图5

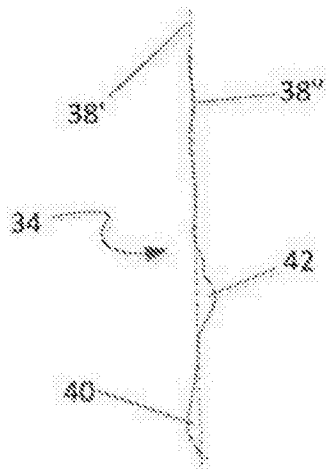
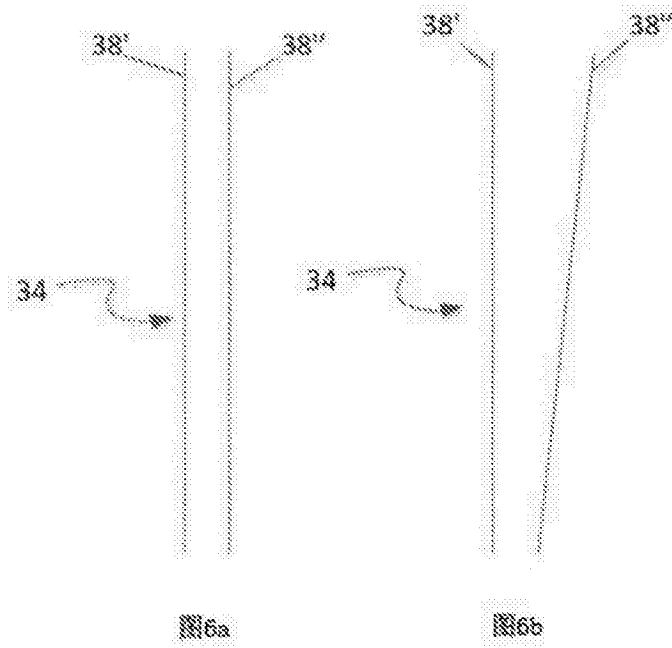


图6c

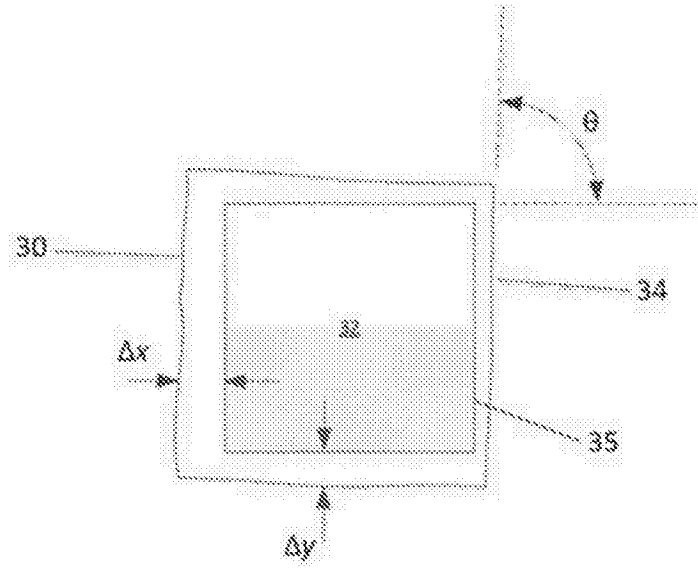


图7