



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102458697 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201080026545. X

(22) 申请日 2010. 05. 28

(30) 优先权数据

12/485, 733 2009. 06. 16 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 12. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/036754 2010. 05. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/147752 EN 2010. 12. 23

(73) 专利权人 朗姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 马克·卡瓦古奇 大卫·穆伊

马克·威尔考克森

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 李献忠

(51) Int. Cl.

B08B 3/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6776171 B2, 2004. 08. 17,

US 2004/0206452 A1, 2004. 10. 21,

US 2007/0151583 A1, 2007. 07. 05,

US 2006/0174920 A1, 2006. 08. 10,

US 6642142 B2, 2003. 11. 04,

US 2008/0135069 A1, 2008. 06. 12,

US 7204890 B2, 2007. 04. 17,

CN 2838037 Y, 2006. 11. 15,

审查员 叶映芳

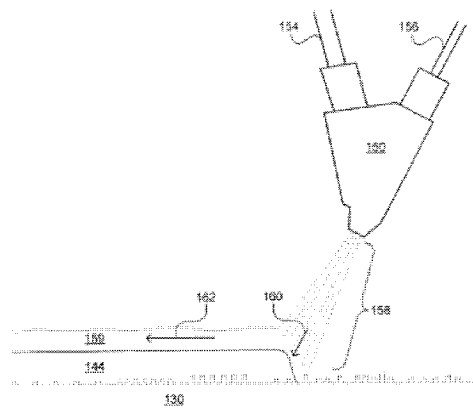
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

清除颗粒污染物的方法

(57) 摘要

用于从固体表面清除颗粒污染物的装置和方法,包括在固体表面提供粘弹性物质层。所述粘弹性物质以薄膜的形式涂敷并且呈现出明显的液态样特性。所述粘弹性物质和所述颗粒污染物至少部分粘结。高速液体施加于所述粘弹性物质,以便粘弹性物质呈现出固态样特性。于是,所述粘弹性物质以及所述颗粒污染物从固体表面被清除,因而,清除了固体表面的颗粒污染物。



1. 一种用于从半导体晶片表面清除颗粒污染物的方法，该方法包含：

支撑所述半导体晶片；

向所述半导体晶片表面涂敷粘弹性物质，所述粘弹性物质呈现出液态样特性，并且与沉积在所述半导体晶片表面的颗粒污染物至少部分粘结；

通过把液体混入载体气体而将所述液体的速度加到高速，所述载体气体的容积流率要显著大于所述液体的容积流率；

把已加速的所述液体施加到所涂敷的所述粘弹性物质；

其中，在所述高速液体的作用下，所涂敷的所述粘弹性物质呈现出固态样特性；

其中，在所述高速液体的作用下，所涂敷的所述粘弹性物质从所述半导体晶片表面清除。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述高速在每秒 1 到 1000 米的范围。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述粘弹性物质包括聚合体化合物。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述载体气体包括氮气或者其它惰性气体。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述液体包括去离子水。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述涂敷粘弹性物质进一步包括，

通过把粘弹性物质混合到载体气体而将粘弹性物质加速到高速，所述载体气体的容积流率要显著大于所述粘弹性物质的容积流率。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，进一步包括，

通过控制所述粘弹性物质的分子量分布来避免所述半导体晶片的损害。

8. 一种用于从半导体晶片表面清除颗粒污染物的系统，该系统包含：

可旋转的支撑机构，其用于固定所述半导体晶片；

用于向所述半导体晶片表面涂敷粘弹性物质的涂敷器，所述粘弹性物质呈现出液态样特性，并且与沉积在所述半导体晶片表面的颗粒污染物至少部分粘结；

用于把液体高速施加到所涂敷的所述粘弹性物质的喷雾器，所述喷雾器利用载体气体把所述液体加速到高速，所述载体气体的容积流率要显著大于所述液体的容积流率；和

其中，在所述液体高速作用下，所涂敷的所述粘弹性物质呈现出固态样特性；

其中，在所述高速液体的作用下，所涂敷的所述粘弹性物质从所述半导体晶片表面清除。

9. 根据权利要求 8 所述的系统，其中，所述高速在每秒 1 到 1000 米的范围。

10. 根据权利要求 8 所述的系统，其中，所述粘弹性物质包括聚合体化合物。

11. 根据权利要求 10 所述的系统，其中，所述载体气体是氮气或者其它惰性气体。

12. 根据权利要求 11 所述的系统，其中，所述液体是去离子水。

13. 根据权利要求 8 所述的系统，其中，所述可旋转的支撑机构设置成当涂敷所述粘弹性物质时低速旋转，及当高速施加所述液体时高速旋转。

14. 根据权利要求 13 所述的系统，其中，所述低速在每分钟 1 到 100 转的范围，及所述高速在每分钟 10 到 1000 转的范围。

15. 根据权利要求 8 所述的系统，其中，所述喷雾器设置成从接近所述半导体晶片中心的位置向接近所述半导体晶片边缘的位置移动。

16. 根据权利要求 8 所述的系统，其中，所述涂敷器进一步包括，

用于高速涂敷粘弹性物质的喷雾器,所述喷雾器利用载体气体把所述粘弹性物质加速到高速,所述载体气体的容积流率要显著大于所述粘弹性物质的容积流率。

17. 一种用于从半导体晶片表面清除颗粒污染物的系统,该系统包含:

用于固定所述半导体晶片的载体,所述载体设置成以线性方式运动;

用于向所述半导体晶片表面涂敷粘弹性物质的涂敷器,所述粘弹性物质呈现出液态样特性,并且与沉积在所述半导体晶片表面的颗粒污染物至少部分粘结,所述涂敷器包括线性排列的涂敷器喷嘴,该线性排列的涂敷器喷嘴设置成跨越等于或者大于所述半导体晶片直径的宽度同时地涂敷粘弹性物质;

用于把液体高速施加到所涂敷的所述粘弹性物质的喷雾器,该喷雾器利用载体气体把所述液体加速到高速,所述载体气体的容积流率要显著大于所述液体的容积流率,所述喷雾器包括线性排列的喷雾器喷嘴,该线性排列的喷雾器喷嘴设置成跨越等于或者大于所述半导体晶片直径的宽度同时地施加所述液体;和

其中,在所述液体高速作用下,所涂敷的所述粘弹性物质呈现出固态样特性;

其中,在所述高速液体的作用下,所涂敷的所述粘弹性物质从所述半导体晶片表面清除。

18. 根据权利要求 17 所述的系统,其中,所述高速在每秒 0.1 到 10 米的范围。

19. 根据权利要求 17 所述的系统,其中,所述粘弹性物质包括聚合体化合物。

20. 根据权利要求 19 所述的系统,其中,所述载体气体是氮气。

21. 根据权利要求 20 所述的系统,其中,所述液体是去离子水。

22. 根据权利要求 17 所述的系统,其中,该线性排列的涂敷器喷嘴进一步包括多个喷雾器,

所述多个喷雾器的每一个喷雾器用于高速涂敷粘弹性物质,每一个所述喷雾器利用载体气体把所述粘弹性物质加速到高速,所述载体气体的容积流率要显著大于所述粘弹性物质的容积流率。

清除颗粒污染物的方法

背景技术

[0001] 在诸如集成电路、存储单元及其类似的半导体设备的制作中，需要在半导体晶片（“晶片”）进行一系列的生产操作来定义特征。晶片（或者基底）包括以多层结构形式定义在硅基底上的集成电路设备。带有发散区的晶体管器件在基底层形成。在随后的层上，相互连接的金属线图案化并且与晶体管器件电连接，以定义所需的集成电路装置。并且，图案化的导电层与其它导电层之间通过电绝缘物质相互绝缘。

[0002] 在一系列的生产过程中，晶片表面会暴露在各种各样的污染物中。实质上在生产过程中出现的任何物质都是潜在的污染源。例如，污染源可包括工艺气体、化学品、沉积物、和液体等。各种污染物可能以颗粒形式沉积在晶片表面。如果颗粒污染物未能被清除的话，位于污染区附近的设备将可能会失效。因此，以一种近乎彻底同时又不损害限定在晶片上特征的方式，从晶片表面清除污染物是有必要的。然而，污染颗粒的尺寸通常近似于制作在晶片上的特征的关键尺寸。清除这些小颗粒同时又对晶片上的特征不产生负面影响是非常困难的。

[0003] 传统的晶片清洁方法主要依靠机械力从晶片表面清除颗粒污染物。随着特征尺寸日益变小并且变得更脆，使用机械力增加了晶片表面特征损坏几率。例如，当受到足够大机械力的冲击，具有高深宽比的特征容易翻倒或者破裂。减小特征尺寸的同时颗粒污染物的尺寸也减小，使得清洗问题进一步复杂化。颗粒污染物足够小的话，会到达晶片表面很难触及到的地方，例如在高深宽比特征四周的沟槽中。这样，有效地并非损害性地清除污染物对现代半导体制造工业来说是一个长期的挑战，需要通过晶片清洗技术的不断发展来解决。需要注意的是，在平板显示器生产中同样也遇到了上述集成电路生产中的问题。

[0004] 综上所述，对于能有效清除污染物又不损害图案化晶片上特征的图案化晶片清洗方法和设备的需求是存在的。

发明内容

[0005] 广义上讲，本发明通过提供一种清洗装置满足上述需求，其中，高速流体被施加在例如半导体基底这样的固体表面的粘弹性物质层。值得注意的是，本发明可以通过多种途径实施，包括方法、设备或者系统。下文描述本发明的一些创造性实施例。

[0006] 一个实施例提供了用于从诸如半导体基底这样的固体表面清洗掉颗粒污染物的方法。所述方法包括涂敷粘弹性物质以在固体表面形成涂层。该粘弹性物质在涂敷过程中呈现液态样特性，并且至少部分粘结到沉积在固体表面的颗粒污染物。诸如去离子液这样的液体高速施加到该粘弹性物质层。冲击粘弹性物质层的高速液体使得粘弹性物质表现出固态样特性，并且使粘弹性物质从固体表面清除。当粘弹性物质从固体表面清除时，粘结在粘弹性污染物上的颗粒也同时被清除。

[0007] 另一个实施例提供了一种用于从基底固体表面清除颗粒的颗粒清除装置。该颗粒清除装置包括可旋转的支撑机构，以接收、固定以及在碗形容器内旋转基底。粘弹性物质涂敷器装置涂敷一层粘弹性清洁物质，以使得在固体表面形成粘弹性物质薄层。还包括喷雾

机构,以向固体表面粘弹性物质提供高速液体喷射流,当粘弹性物质在液体喷射流的作用下呈现固态样特性时清除粘弹性物质。基底旋转时产生的离心力促使液体流走之物以及粘弹性物质和颗粒污染物从固体表面离开。经过处理的固体表面基本洁净同时保留形成在基底上的特征。

[0008] 另一个实施例提供一种用于清洗固体表面颗粒污染物的颗粒清除装置。该颗粒清除装置包括用于固定待清洁固体表面的载体装置、分配阵列、喷雾器阵列和冲洗阵列。该载体装置设置成用于沿轴向接收、固定和传输固体表面。该分配阵列设置成将粘弹性物质以涂层的形式供给固体表面。该喷雾器阵列设置成向固体表面粘弹性物质层供给高速液体喷射流。向粘弹性物质施以液体喷射流会引起粘弹性物质呈现出固态样特性,从而有利于其从固体表面清除。冲洗阵列设置成提供液态化学物质作为冲洗弯液面 (rinse meniscus),并且从固体表面清除液态化学物质以及任何粘弹性物质。

[0009] 通过利用粘弹性物质的固态样特性,粘弹性物质可以被轻易地剥离使得固体表面非常洁净。该方法可以彻底清除粘弹性物质,从而减少清洗过程中遗留的污染物数量。本发明实施例,当在固体表面涂敷粘弹性物质时,利用粘弹性物质的液态样特性,以及当从固体表面清除时,利用其固态样特性。液态样特性提供了能进入小空间的能力,而固态样特性使得粘弹性物质及粘附在其内的污染物颗粒可轻易地、彻底地从固体表面清除,这使其成为用于清洗固体表面的非常简单、有效和高效的技术。另外,由于粘弹性物质可通过其固态样特性充分清除,解决了与液态化学物质有关的清除不完全或效率低下的问题,例如遗留污染物或污点,这使得其成为一种更有效的清洗技术。

[0010] 通过结合附图及以举例方式阐述本发明原理的下述具体说明,本发明的其他方面及优点将变得更清晰。

附图说明

[0011] 结合附图,通过下面的具体描述使得本发明易于理解。为了便于描述,相似的附图标记表示相似的结构部件。

[0012] 图 1 显示了根据本发明一个实施例的用于从半导体晶片表面清除颗粒污染物的系统。

[0013] 图 2 是根据本发明一个实施例的喷雾器的侧视图。

[0014] 图 3A 和 3B 显示了根据本发明一个实施例的用于从半导体晶片表面清除颗粒污染物的系统。

[0015] 图 4 显示了根据本发明一个实施例的涂敷有粘弹性物质的半导体基底表面的横断面视图。

[0016] 图 5 显示了根据本发明一个实施例的向粘弹性物质涂层施加液体的喷雾器。

[0017] 图 6 显示了根据本发明一个实施例的说明颗粒清除效率与能量关系的曲线图。

[0018] 图 7A 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的顶视图。

[0019] 图 7B 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的顶视图。

[0020] 图 7C 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的顶视

图。

[0021] 图 8 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的顶视图。

[0022] 图 9A 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的透视图。

[0023] 图 9B 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的顶视图。

[0024] 图 10A 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的横断面视图。

[0025] 图 10B 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的横断面视图。

[0026] 图 11A 和 11B 显示了根据本发明一个实施例的涂敷器和喷雾器阵列的透视图。

[0027] 图 11C 显示了根据本发明一个实施例的喷雾器阵列的横断面视图。

具体实施方式

[0028] 现在描述从固体表面有效清除颗粒污染物的一些实施例。然而,显而易见,对于本领域技术人员来说,本发明即使没有这些具体细节的部分或全部也可以实施。在其他情况下,为了不使本发明变得不必要的晦涩,公知的操作过程并没有详细描述。

[0029] 本发明实施例提供了一种用于清洗固体表面的颗粒清除设备,该设备清洗时使用粘弹性物质及提供喷雾器以向该粘弹性物质高速施加液体。该粘弹性物质经过选择,以便其化学结构能与拟从固体表面清除之颗粒污染物至少部分粘结或者相互作用。该粘弹性物质以液态形式施与到固体表面;然而,高速液体施加作用力的时间要短于该粘弹性物质本身固有的特征松弛时间,以便达到该粘弹性物质的固态样特性。因此,当该粘弹性物质仍具有固态样特性时,迅速从固体表面移除该粘弹性物质及颗粒,以获得非常洁净的固体表面。粘弹性物质的固态样特性使得颗粒污染物的清除变得容易和彻底。

[0030] 本发明实施例提供了一种通过引入并利用粘弹性物质的固态样特性从固体表面清除颗粒的有效和高效的装置,所述固体表面例如是半导体硅基底、平板显示器、太阳能或者成像传感器应用表面。对粘弹性物质的弹性或者固态样特性的利用使得清除物质而不损伤特征变得简单,因此,增加了形成在诸如半导体基底固体表面的电子设备(例如半导体设备)的产量。该实施例利用了粘弹性物质的液态样特性和固态样特性。液态样特性使得粘弹性物质分配更加简单,并能到达基底上很难到达的区域,该区域可能含有颗粒污染物,因此,可确保固体表面非常洁净。固态样特性使该物质的移除变得简单,从而使得固体表面非常洁净。本领域众所周知,基底上的许多污染物是在制作及清洗过程中使用的化学物所遗留的。然而,通过利用粘弹性清洗物质的固态样特性,该实施例可确保粘弹性物质清除干净,因而,极大地减少了清洗过程中遗留的污染物的量,包含例如粘弹性物质本身。这样,本实施例提供了一种有效的、高效率的清洗方法。

[0031] 值得注意的是,在粘弹性物质分配过程中、粘弹性物质分配过程和冲洗过程之间、冲洗过程中或者前述过程的结合中,可迅速施加外部力量(例如,通过喷雾器)。本实施例颗粒移除的构思实现粘弹性物质的弹性或者固态样特性,当所述力量作用时间少于该物质本身固有的特征松弛时间,所述特性出现。该力量足够快速,以便防止该物质松弛,因而,

防止出现液态样特性。相反,该力量促进粘弹性物质的弹性或者固态样特性。当粘弹性物质弹性特性占主导地位时,从该粘弹性物质传送到固体表面颗粒污染物的力量要大于粘性样特性占主导地位的情形。结果是,有效克服颗粒-表面粘附 (particle-to-surface adhesion) 及成功把颗粒从固体表面分离所需力量更小。一旦颗粒-表面粘附 (particle-to-surface adhesion) 被克服,冲洗过程可把粘弹性物质及颗粒从固体表面清除。可理解的是,粘弹性物质分配后至冲洗过程结束之前,颗粒清除可在任何时间内发生。

[0032] 粘弹性物质经过选择,这样与粘弹性物质相关的化学结构使得其与颗粒污染物至少部分粘结或者相互作用。在一些实施例中,粘弹性物质可以是长链聚合物。当一个快速的力量施加到粘弹性物质,该粘弹性物质化合物,例如聚合物长链中的聚合物,进行重构以形成具有固态样特性的结构,以致于该物质可以轻易地从固体表面剥离。粘弹性物质不限于长链聚合物,还可包括悬浮液、蠕虫状胶束、表面活性剂、电磁流变液、以及其他粘弹性固体,例如橡胶、凝胶和胶粘剂,以及前述物质的结合物。

[0033] 基于上述施加快速力量以获得粘弹性清洁物质固态样特性的一般性理解,本发明不同的实施例将参考各种附图进行详细描述。

[0034] 图 1 显示了根据本发明一个实施例的用于从半导体晶片表面清除颗粒污染物的系统。碗 10 限定了一个用于容纳晶片 30 的腔室 12。晶片 30 由支撑装置 20 可靠地固定。支撑装置 20 包括延伸入腔室 12 的轴 22,以及多个自轴 22 延伸的臂 24。轴的旋转采用本领域公知的装置来实施,例如电马达 (未显示)。多个臂包括 3 个或者更多,其数量足以固定晶片。垫子 26 连接于臂 24 的端部,并提供与晶片 30 边缘接触的夹持面。在一个实施例中,垫子 26 包括静态轴 (static rollers)。在另一个实施例中,只要垫子 26 确实地夹持住晶片 30,垫子 26 可以包括不同的形状及材质。喷雾器 50 被设置为向晶片提供高速的液体。喷雾器 50 连接于臂 40,臂 40 设置成可使喷雾器 50 在整个晶片 30 表面移动。在一个实施例中,臂 50 设置成把喷雾器从接近晶片中心的位置移动到接近晶片边缘的位置。当喷雾器向晶片 30 表面施加液体,晶片的旋转使得液体向晶片边缘流,并且最终从晶片流下进入到碗 10 内。然后,该液体可通过管道处置或者回收。在本发明的一个实施例中,喷雾器 50 成角度设置,以便液体喷射流以近似垂直的角度喷射到晶片 30 表面。在本发明另一个实施例中,以多种角度设置喷雾器 50,以便液体喷射流以各种入射角喷射到晶片 30 表面。在一个实施例中,定位入射角的方向,以便使得液体喷射流成角度朝向晶片 30 边缘,由此帮助从晶片 30 上清除液体。

[0035] 图 2 是根据本发明一个实施例所示的喷雾器 50 的侧视图。喷雾器 50 包括用于接收载体气体的载体气体输入口 52,以及用于接收液体的液体输入口 54。液体和载体气体相结合,并且通过喷雾器喷嘴 56 喷射出去,形成液体喷射流 58。载体气体的容积流率要显著大于液体的容积流率,以便通过将液体引入到载体气体中的方法把相对较少的液体加速到高速。在喷雾器中把液体和气体相结合的特定装置是本领域所公知的。载体气体可以是任何适合的气体,优选诸如氮气之类的惰性气体;液体可以是任何适合清洗的液体,例如去离子水。因此,喷雾器 50,出于清洗目的,产生高速液体喷射流 58。由于喷雾器 50 和晶片 30 表面之间的距离 D 增加时,液体喷射流 58 更加分散。这正是所希望的,因为同时由液体喷射流 58 覆盖的区域更大,由此增加效率。然而,更大分散面同时也导致了击打到表面的液体密度下降,以及由此引起的单位面积清洗能量降低。另外,距离 D 的增加引起液体喷射流

58 的速度降低,其原因是空气减速。然而,在某种程度上,为了避免引起晶片 30 表面结构的破坏,速度下降可能是希望的。基于这些考虑,这些因素都经过微调以使液体喷射流 58 达到最佳清洗特性,包括下列非穷尽性的因素名单:喷嘴类型、喷嘴尺寸、载体气体流速、液体流速、喷雾器离晶片的距离、液体喷射流相对于晶片的入射角度。在本发明的一个实施例中,喷雾器 50 经过调整,以便液体喷射流 58 的速度达到大约 10m/s-100m/s 的范围。在本发明的另一个实施例中,液体喷射流 58 的速度可大于 100m/s 或者小于 10m/s。在本发明一个实施例中,液体流速大约为 300mL/分钟或者更少;在本发明另一个实施例中,液体流速可大于大约 300mL/分钟。在本发明一个实施例中,载体气体速度大约为 50SLM 或者更少;在本发明另一个实施例中,载体气体速度可大于约 50SLM。

[0036] 图 3A 和 3B 显示了根据本发明一个实施的用于工半导体晶片表面清除颗粒污染物的系统。碗 110 包括多个环形法兰 112、114 和 116,其限定了各种操作位置。第一操作位置由环形法兰 112 和 114 所限定,以及第二操作位置由环形法兰 114 和 116 所限定。晶片 130 由支撑装置 120 可靠地固定。支撑装置 120 设置成可上下移动,以便把晶片 130 放置在各种操作位置,以及设置成以各种速度旋转晶片 130。在图 3A 中,定位支撑装置 120 以便把晶片 130 放在位于环形法兰 112 和 114 之间的第一操作位置。分配头 140 与臂 142 相联接。当晶片 130 被支撑装置 120 旋转时,分配头 140 把粘弹性物质分配到晶片 130 上。在本发明一个实施例中,粘弹性物质包括聚合体物质。在本发明一个实施例中,支撑装置 120 以大约 10rpm 的转速旋转;在另一个实施例中,支撑装置 120 以高于 10rpm 或者低于 10rpm 的转速旋转。在本发明一个实施例中,粘弹性物质在晶片 130 中心分配,并且离心力使得粘弹性物质向晶片 130 边缘散开。在本发明另一个实施例中,臂 142 设置成,当粘弹性物质被分配到晶片 130 时,在整个晶片表面移动分配头 140。这样,粘弹性物质在晶片 130 上形成涂层。粘弹性物质与晶片表面的污染物颗粒至少部分地结合。多余的粘弹性物质从晶片 130 边缘流下,进入到环形法兰 112 和 114 之间的空间。该多余的物质通过导管 113 从碗中清除,该导管可连接到本领域公知的泵装置。多余的粘弹性物质可被回收进一步使用,或者丢弃。粘弹性物质层被分配到晶片 130 表面后,支撑装置 120 被移动到第二操作位置,如图 13B 所示,位于环形法兰 114 和 116 之间。在该位置上,当晶片 130 被支撑装置 120 旋转时,与臂 152 联接的喷雾器 150 向晶片 130 表面施加液体喷射流。在本发明一个实施例中,支撑装置 120 以约 500rpm 的转速旋转。在本发明另一个实施例中,支撑装置 120 以小于 500rpm 或者大于 500rpm 的转速旋转。液体喷射流作用于粘弹性物质涂层,因而,粘弹性物质与粘附于其上的污染物颗粒被一起移除。离心力使得被移除的粘弹性物质随着来自液体喷射流的液体流向晶片 130 的边缘,最终落入环形法兰 114 和 116 之间的空间,并通过导管 115 收集起来用于处置。当粘弹性物质从晶片 130 移除时,喷雾器被移动,以便于继续把液体喷射流引导向粘弹性物质。在本发明一个实施例中,臂 152 设置成用于把喷雾器 150 从接近晶片中心位置移动到晶片 130 边缘附近位置。

[0037] 图 4 显示了根据本发明一个实施例的涂敷有粘弹性物质层 144 的晶片 130 的横断面视图。各种显示在晶片 130 表面的特征并未按比例绘制,而是仅仅用于示例说明目的。半导体基底可包括各种物理特征是本领域所公知的。可能有些区域 131,其中特征的密度相对较低,或者有些区域 132,其中特征的密度相对较高。一些区域可能包括具有高深宽比的特征 133。一些特征可能被图案化,或者可能有随机分布的特征 134。这些特征的存在在晶片

130 表面形成轮廓线,这使得易于积留污染物颗粒。另外,浓密地分布的特征和 / 或具有高深宽比的特征可致使位于这些特征之间的污染物颗粒很难被接触到,更不要说清除了。然而,粘弹性清洗物质能够渗透到这些特征之间,并且和那里的颗粒污染物至少部分相结合。在正常的情况下,从这些很难触及的地方清除颗粒污染物所需的清洗能量是非常大的,以致于该所需的能量在操作中会潜在地损坏某些特征。不过,由于粘弹性物质具有和污染物颗粒相结合的能力,清除颗粒所需的清洗能量仅仅是用于清除粘弹性物质所需的能量。以及因为当具有足够速度的力量施加到粘弹性物质,粘弹性物质呈现出固态特性,绝大部分粘弹性物质可用相对较小的能量级从晶片表面清除,因而,防止了对晶片表面上特征的损坏。

[0038] 图 5 显示了向晶片 130 上的粘弹性物质涂层 144 上施加液体喷射流 158。喷雾器 50 设置成通过载体气体输入口 154 接收载体气体以及通过液体输入口 156 接收液体。在本发明一个实施例中,载体气体是氮气,并且液体是去离子水。载体气体流速显著大于液体流速,这样载体气体把液体加速到高速。合成液体喷射流 158 被导向粘弹性层朝着中心的边缘,这样直接作用于粘弹性物质。液体喷射流对粘弹性层的冲击在粘弹性层上产生了直接的力量,如箭头 160 所示。该力量的施加引起粘弹性物质呈现出固态样特性,使得当使用相对较低的能量可以清除绝大部分粘弹性层。因此,即使液体喷射流 158 可直接冲击晶片 130 表面上的特征,尤其是当局部的粘弹性物质已被清除,能量级和暴露时间都限制在使表面上的特征损伤最小化的程度。另外,由于晶片 130 旋转,离心力把流走之物 159 推向晶片 130 边缘,该流走之物包括液体和从晶片 130 剥离下来的部分粘弹性物质。这些离心力致使流走之物 130 产生一个沿箭头 162 的切向力,其作用于粘弹性物质 144 顶部。再者,在本发明一个实施例中,喷雾器 150 可设置成以一定入射角将喷射流 158 导向晶片 130 边缘。在该实施例中,液体喷射流 158 提供了一个额外的切向力,其有助于把流走之物 159 推向晶片 130 边缘。

[0039] 在本发明一些实施例中已经认可粘弹性物质在喷雾器 150 喷出的液体中是可溶混的。因此,当流走之物 159 产生并流经粘弹性物质 144 上方时,两者可能混合,这种混合的发生可有效地降低该混合发生处的粘弹性层的厚度。这种效果在晶片 130 边缘变得更加明显,由于这些区域累积了从晶片 130 内部区域出来的流走之物。(假定喷雾器 150 的操作方式是从晶片 130 中心向边缘喷射液体喷射流 158。)造成的结果是粘弹性层 144 是非均一性的,这给喷雾器 150 参数的优化带来麻烦。理想的情况是,操作喷雾器 150 使得其以均匀的方式把液体喷射流 158 喷射到粘弹性层 144,在单位面积内以足够的速度和足够长的时间施加液体喷射流 158,以清除粘弹性层。然而,表面特征潜在损害最小化和所需时间最小化以提高操作效率,同样也是所希望的。如果因为粘弹性物质和液体或者其它物的可溶混性,粘弹性层 144 表现出非均一性,那么粘弹性层 144 不同的区域需要不同的液体流速和 / 或暴露给液体喷射流 158 的时间。为了避免粘弹性层 144 不均一所产生的这些问题,需要在短时间内用喷雾器对整个晶片 130 施加液体喷射流 158,从而减少流走之物和粘弹性层发生混合的时间。在本发明另一个实施例中,喷雾器以从外到内方式喷,首先把液体喷射流喷在晶片边缘,然后逐渐向内移向中心。同时,晶片旋转产生的离心力持续地把流走之物推向晶片边缘。这样,流走之物就不会影响到尚未接受液体喷射流的那部分粘弹性层。

[0040] 图 6 是描述颗粒清除效率 (PRE) 与能量关系的曲线图。曲线 170 说明单纯喷雾器

的 PRE 和能量比。在非常低的能量级,没有足够能量清除大部分的污染物颗粒。当能量级提高,PRE 也增加,直到非常高的能量级水平,PRE 开始接近最大值(彻底地清除所有的污染物颗粒)。然而,如表示能量与损害水平函数关系的曲线 174 所示,这些高能量级伴随着表面特征损坏水平增加。曲线 172 表示与施加到晶片表面的粘弹性物质层相关联地操作喷雾器时的 PRE 和能量比。与单纯的喷雾器相比,使用粘弹性物质使同等的能量级达到更高的 PRE。更具体地考虑一个例子,能量级 176 代表了损害的阈值,当能量水平高于能量级 176 时,对晶片表面特征的损害将会发生。因此,如果希望避免晶片损害,那么该能量级 176 代表了允许操作的最高能量级。在该能量级,喷雾器与粘弹性清洗物质联用时的 PRE 要高于单纯使用喷雾器时的。这样,通过喷雾器和粘弹性物质联用,有可能达到更洁净的晶片表面,同时使不希望的表面特征损害最小化,因此,增加单位晶片的芯片产量。

[0041] 图 7A 为根据参考附图 3B 所讨论的本发明一个实施例所示的从晶片 130 清除颗粒污染物系统的顶视图。当晶片 130 转动时,喷雾器 150 向晶片 130 上粘弹性层 182 的边缘施加液体喷射流。当粘弹性层和粘结在粘弹性物质上的颗粒污染物一起被清除时,形成清洁区域 180。臂 152 设置成用于把喷雾器 150 从接近晶片 130 中心的位置移动到接近晶片 130 边缘的位置。假定晶片 130 的转速恒定,晶片上某个点的线速度随着其与中心之距离的增加而递增。因而,为了确保朝粘弹性层 182 施加足够的液体喷射流,在本发明一个实施例中,臂 152 设置成把喷雾器 150 从接近晶片 130 中心的位置移动到接近边缘的位置,喷雾器 150 的移动速度变小,以便使自晶片 130 起不同辐部的粘弹性层充分暴露在液体喷射流下。

[0042] 图 7B 显示了根据本发明一个实施例从晶片 190 清除颗粒污染物系统的顶视图。如图所示,晶片 190 有粘弹性清洗物质涂层,从而形成粘弹性层 196。当晶片 190 旋转时,喷雾器阵列 192 同时跨越晶片 190 半径向粘弹性物质施加高速液体。在本发明的一个实施例中,喷雾器阵列 192 包括多个喷雾器喷嘴,喷雾器喷嘴的覆盖范围是重叠的,以使得跨越晶片 190 半径同时施加液体喷射流。当粘弹性物质从晶片 190 清除掉后,形成清洁区域 194。在本发明一个实施例中,只需要旋转晶片 192 一周就可以把粘弹性层 196 从晶片 192 清除。在本发明另一个实施例中,需要晶片 190 旋转多次。

[0043] 图 7C 显示了根据本发明一个实施例的从晶片 200 清除颗粒污染物系统的顶视图。如图所示,晶片 200 涂敷有粘弹性清洗物质,从而形成一个粘弹性层 206。当晶片 200 旋转时,喷雾器阵列 202 跨越晶片 200 直径同时地高速向粘弹性物质施加液体。在本发明的一个实施例中,喷雾器阵列 202 包括多个喷雾器喷嘴,喷雾器喷嘴的覆盖范围是重叠的,以便使得跨越晶片 200 直径同时施加液体喷射流。当粘弹性物质从晶片 200 清除掉后,形成清洁区域 204。在本发明一个实施例中,只需要旋转晶片 200 一次就可以把粘弹性层 206 从晶片 200 清除。在本发明另一个实施例中,需要晶片 200 旋转多次。

[0044] 图 8 显示了根据本发明一个实施例的从固体表面清除颗粒污染物系统的顶视图。诸如晶片 300 的固体表面由载体 310 支撑。载体 310 设置成沿轨道 320 线性方向移动。轨道 320 可包括用于载体 310 线性运动的运送装置或者其它装置,这是本领域所公知的。当载体 310 沿轨道 320 运动时,多个如附图标记 330、340 和 350 所示的操作阵列作用于晶片 300。更具体地说,分配阵列 330 包括线性排列的分配头,用于把粘弹性清洗物质分配到晶片 300 表面上。分配阵列 330 同时提供宽度至少为晶片 300 直径的覆盖区。在分配过程中,粘弹性物质表现出液态样特性。当晶片 300 从分配阵列 330 移动经过时,形成区域 332,在

此处晶片 300 被涂敷上一层粘弹性物质。粘弹性物质与晶片 300 表面的污染物颗粒至少部分相粘结。喷雾器阵列 340 包括线性排列的喷雾器,其能同时跨越至少为晶片 300 直径的宽度施以高速液体喷射流。该高速液体喷射流冲击该粘弹性物质层,使其呈现出固态样特性,以使得粘弹性物质从晶片 300 表面清除掉。当粘弹性物质被清除掉,粘结在粘弹性物质的颗粒污染物也从晶片 300 表面清除掉。当晶片 300 移动经过喷雾器阵列 340 时,形成一个区域 342,该区域含有被清除的粘弹性物质和与其粘结的颗粒污染物,以及来自于液体喷射流的流走之物。冲洗阵列 350 包括线性排列的冲洗和真空装置,用于跨越至少晶片 300 直径宽度,同时冲洗并移除区域 342 的粘弹性物质和液体流走之物。

[0045] 图 9A 显示了根据参考附图 8 所描述的本发明一个实施例的操作单元 360 的透视图。操作单元 360 包括装载台 362,此处晶片 300 装载到载体 310 上。载体 310 沿轨道 320 移动,这样从操作阵列 330、340 和 350 下面通过。正如上文更详细的描述,分配阵列 330 把粘弹性物质层涂敷到晶片 300;喷雾器阵列 340 向粘弹性层施以高速液体喷射流;并且冲洗阵列 350 冲洗并真空吸引晶片上粘弹性物质和液体流走之物。当载体 310 和晶片 300 完全通过各种操作阵列后,晶片从操作单元 360 的卸载台 364 卸下。

[0046] 图 9B 显示了本发明一个实施例中含有额外操作阵列 355、356 和 357 之操作单元 360 的顶视图。这些额外的操作阵列可执行额外的操作,例如化学应用、冲洗过程等。操作阵列 355、356 和 357 可作为一道工序,或者与操作阵列 330、340 和 350 执行的清洗步骤协同作为选择性的步骤。

[0047] 图 10A 显示了操作阵列 330、340 和 350 的横断面视图。根据本发明的实施例,当晶片 300 移动经过操作阵列 330、340 和 350 时,进行各种操作。分配阵列 330 包括线性排列的分配头 331,以把粘弹性清洗物质分配到晶片 300。分配头 331 可包含本领域公知的各种类型的分配器。线性排列的分配头的例子在美国专利申请 No. 12/165,577 有披露,该披露通过引用并入本文。在晶片 300 上分配粘弹性物质产生区域 332,在此处晶片 300 涂敷一粘弹性层。粘弹性物质呈现出液态样特性,并且和晶片 300 表面的颗粒污染物至少部分相粘结。随着晶片 300 的移动,粘弹性材料暴露给来自喷雾器阵列 340 的高速液体喷射流。喷雾器阵列 340 包括线性排列的喷雾器 341A。喷雾器 341A 利用载体气体(例如氮气)把液体(例如去离子水)加速到高速。载体气体的容积流率要显著大于液体的容积流率。液体喷射流作用于粘弹性层的力量使得粘弹性物质呈现出固态样特性,把它从晶片 300 清除。由此而产生的区域 342 包括被移除的粘弹性物质以及来自液体喷射流的流走之物。随着晶片 300 的移动,该区域暴露于冲洗阵列 350。该冲洗阵列 350 利用由冲洗液的施加和同时邻近的真空抽吸所形成的冲洗弯液面 354。冲洗液通过线性排列的冲洗液分配头 351 分配到晶片 300 上。同时,真空吸力通过线性排列的前方真空头 352 和线性排列的后方真空头 353 产生。相对阵列 358A-C 提供了与操作阵列 330、340 和 350 相反的力量,从而,当晶片 300 移动通过各种操作平台时,有助于支撑和稳定晶片 300。如图示,相对阵列 358A-C 与冲洗阵列 350 相似。本发明可替换的实施例中,相对阵列 358A-C 可含有其他类型的操作阵列,包括分配阵列和喷雾器阵列,以便在晶片 300 的另一侧提供相似的清洗步骤。

[0048] 图 10B 显示了根据本发明与附图 10A 讨论的实施例类似的替代实施例中操作阵列 330、340 和 350 的横断面视图。然而,如图所示,喷雾器阵列 340 包括线性排列的喷雾器 341B,其设置成将液体喷射流以一定入射角导向粘弹性物质层。

[0049] 图 11A 和 11B 显示了与相对阵列 358A 和 358B 协同的分配阵列 330 和喷雾器阵列 340 的透视图。分配阵列 330 通过输入管 335 接收粘弹性清洗物质,并且利用成排的含有分配头喷嘴 333 的分配头把粘弹性物质分配到晶片表面。喷雾器阵列 340 通过输入管 345 接受载体气体,并且通过输入管 346 接受液体。喷雾器阵列 340 包括线性排列的喷雾器,其包括喷雾器喷嘴 343。该线性排列的喷雾器将载体气体和液体结合在一起,并产生从喷嘴 343 喷射出去的液体喷射流。

[0050] 图 11C 显示了根据本发明一个实施例的喷雾器阵列 340 的前横断面视图。载体气体通过输入管 345 被接收,并且液体通过输入管 346 被接收。载体气体用于把液体加速到高速,由此产生的液体喷射流从喷嘴 343 喷射出去。每一个喷嘴与相邻的喷嘴具有稍微重复的区域,因此,确保足够的液体喷射流覆盖率。

[0051] 在本发明另一个实施例中,为清洗目的,喷雾器(例如如图 2 所示的喷雾器 50)被用于向晶片表面施加粘弹性物质。喷雾器的使用能把粘弹性物质加速到一个相对高的速度,这样为产生于喷雾器的成雾状散开的粘弹性物质提供动能的来源。成雾状散开的粘弹性物质的动量提供了一定水平的清洗能量,该清洗能量的水平通过固有的颗粒清除效率而被提高,其缘于涉及粘弹性物质的使粘弹性物质与表面颗粒至少部分相粘结或者相互作用的化学结构。粘弹性物质携带的动量也能够直接提供足够的能量,以克服颗粒和基底之间的粘结力从而清除颗粒。

[0052] 由于直接向晶片表面高速施加物质可能会损害某些类型的表面结构,理想的是,降低喷雾器喷射粘弹性物质的速度。因而,在各种实施例中,粘弹性物质的速度需要加以调整,以避免对表面结构的损害。一个实施例中,粘弹性物质大约以 10-50m/s 的速度范围从喷雾器中喷射出去。在另一个实施例中,速度范围大约为 1-200m/s。尽管速度可以被降低(例如与单独使用 DI 水获得同样颗粒清除效率所需的速度相比),粘弹性物质与颗粒部分粘结和/或相互作用,仍然提高了颗粒清除效率,因此补偿了提供给粘弹性物质的降低的动量。

[0053] 另外,考虑到由于聚合体携带的高动量而施加到基底的能量的更精确的控制,可通过控制聚合体(粘弹性物质)的分子量分布,避免对敏感性特征的损害。在该操作模式中,粘弹性物质直接提供了足够能量用于清除颗粒,因此可以通过严格控制聚合体分子量分布避免损害,从而避免因出现高能量尾端(high energy tail)而带来的损害。

[0054] 另外,粘弹性物质通过喷雾器加速到高速而获得的固态样特性,可使粘弹性物质易于对表面结构产生损害。然而,如前所述,粘弹性物质的使用使得速度能够按照损害最小化的需求来调节,同时仍然保持因为粘弹性物质与表面颗粒粘结和相互作用而具有的高清洗效率。

[0055] 为了通过喷雾器促进粘弹性物质适当形成成雾状散开的小滴,可以调节粘弹性物质的浓度和/或粘度。例如,与适合于低速施加的情况相比,为了通过喷雾器高速施加,一般需要降低粘弹性物质的浓度和粘度。

[0056] 由于粘弹性物质以高速度施加,随后的冲洗步骤仅需要较少的能量来清除剩余的粘弹性物质和污染物。例如,如图 3A 和 3B 所示,当作为旋转碗系统一部分使用时,喷雾器高速施加粘弹性物质促进晶片 130 表面污染物的清除。相应地,晶片 130 可被高速旋转,使得粘弹性物质和粘结在其上的污染物通过离心力从晶片 130 上清除。现在,当晶片 130 相

当洁净,例如上文附图 3B 描述的额外冲洗步骤,需要较小的能量 – 即可以用一个相当低的速度操作朝表面施加 DI 水的喷雾器 150。

[0057] 此外,通过喷雾器高速施加粘弹性物质可以被用作例如上文参考图 8 描述的线性操作系统的一部分。在该实施例中,线性排列的喷雾器可以被用来向晶片表面高速施加粘弹性物质。随后的冲洗和真空处理机构只需要较少的能量来清除粘弹性物质和粘结的污染物,因为粘弹性物质具有更高的动能。

[0058] 虽然本发明通过实施例的方式描述,可以理解的是,本领域技术人员阅读前述说明和附图后,能意识到各种替代的、补充的、变换的和等同的方案。因而,本发明包括所有这些落入本发明真正精神和范围的改变、补充、变换和等同替换。

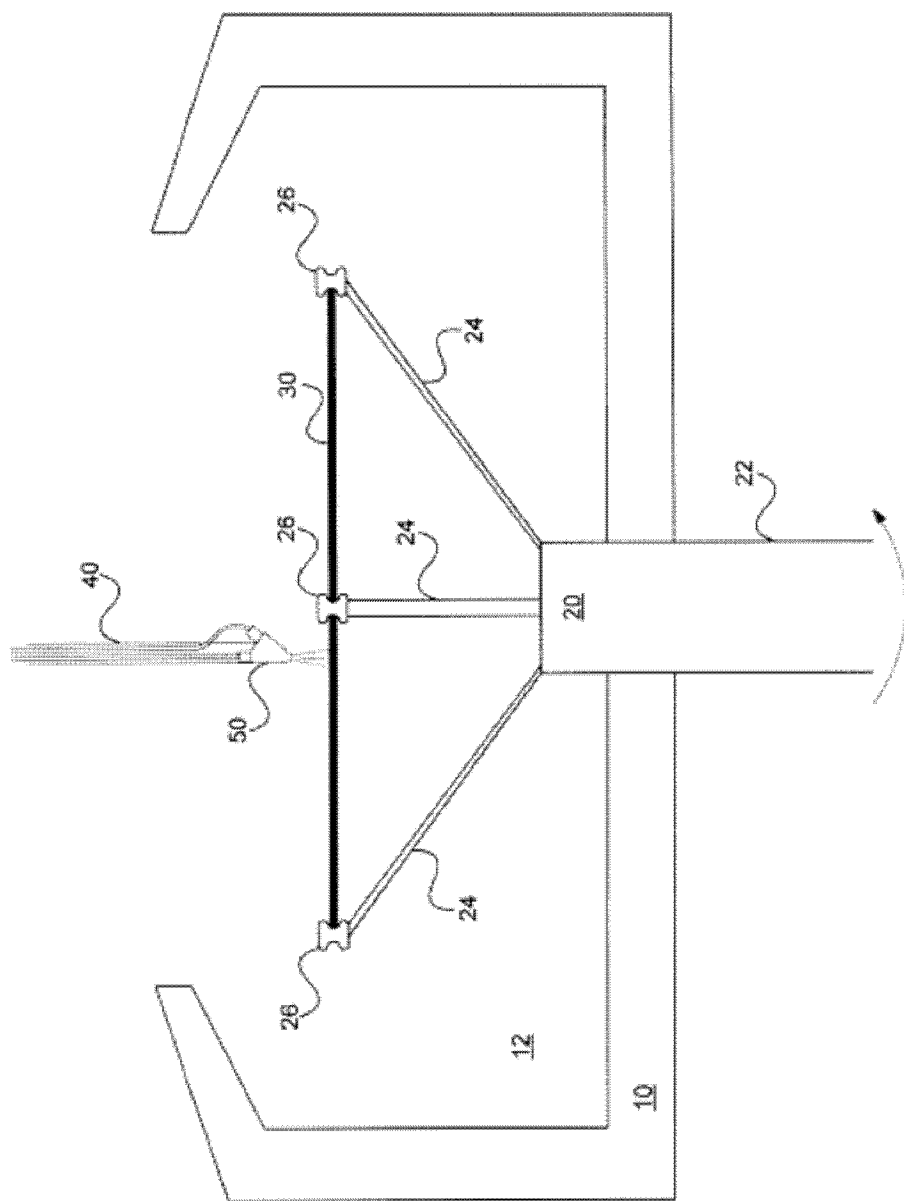


图 1

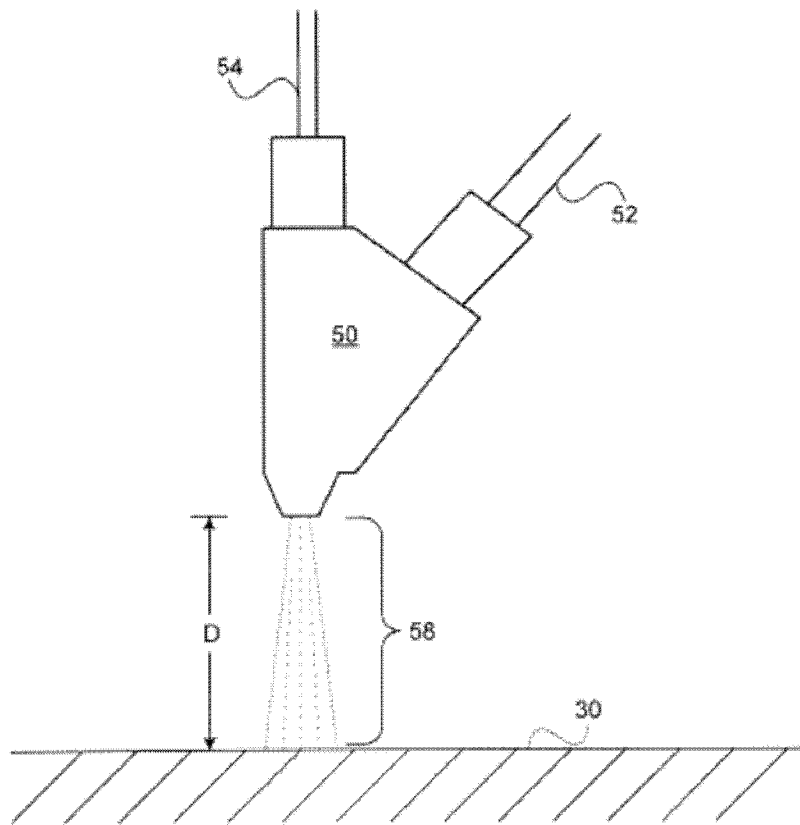


图 2

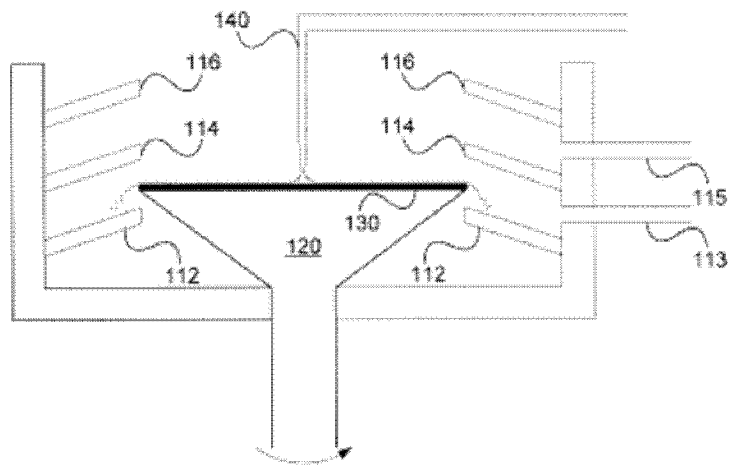


图 3A

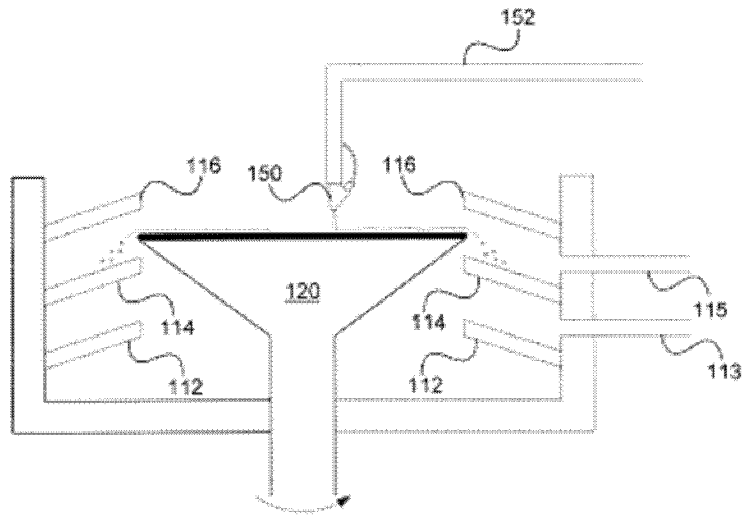


图 3B

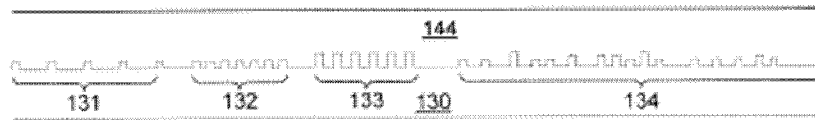


图 4

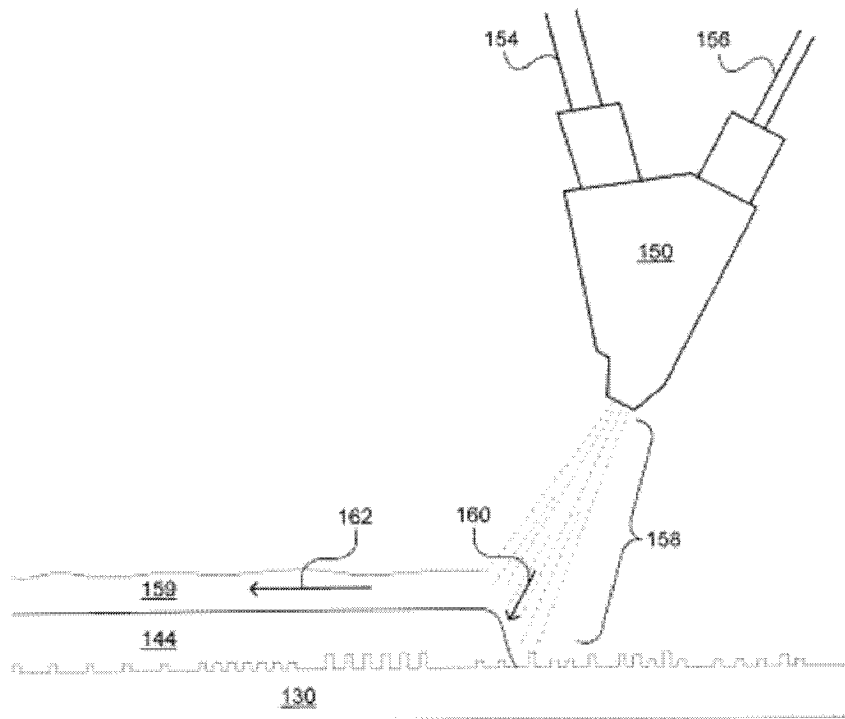


图 5

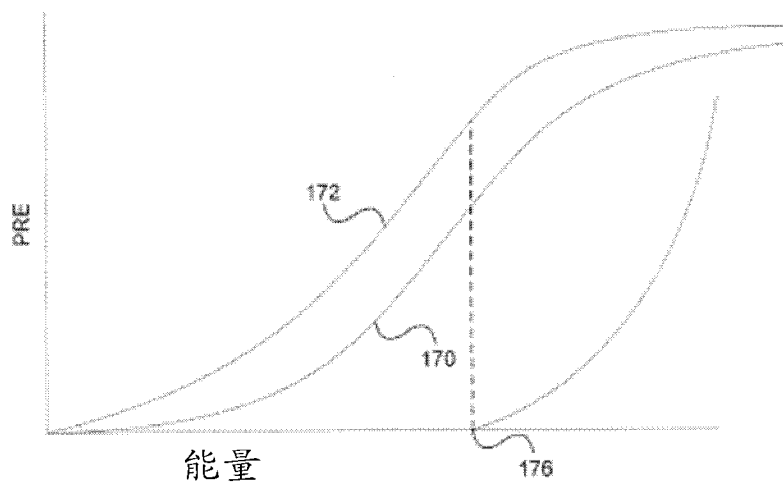


图 6

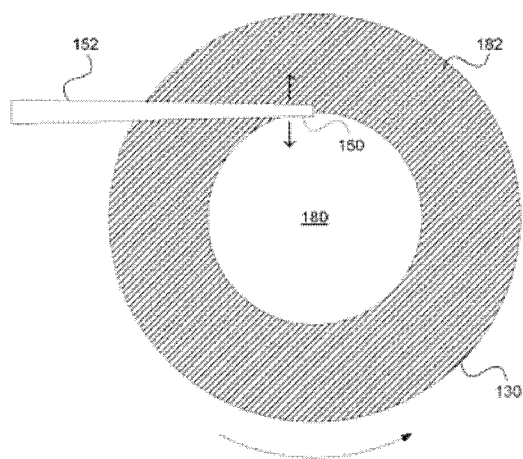


图 7A

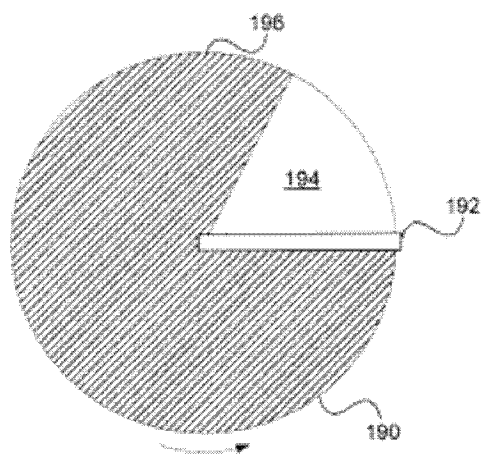


图 7B

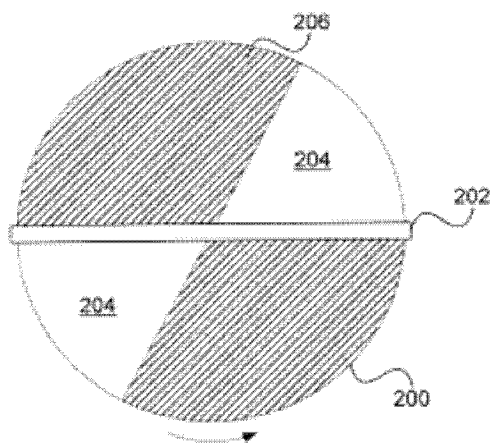


图 7C

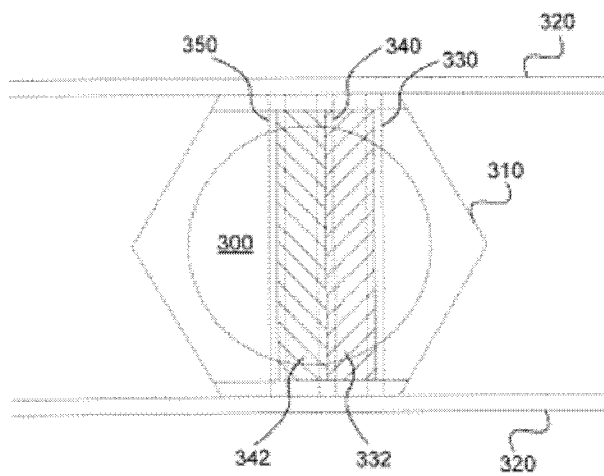


图 8

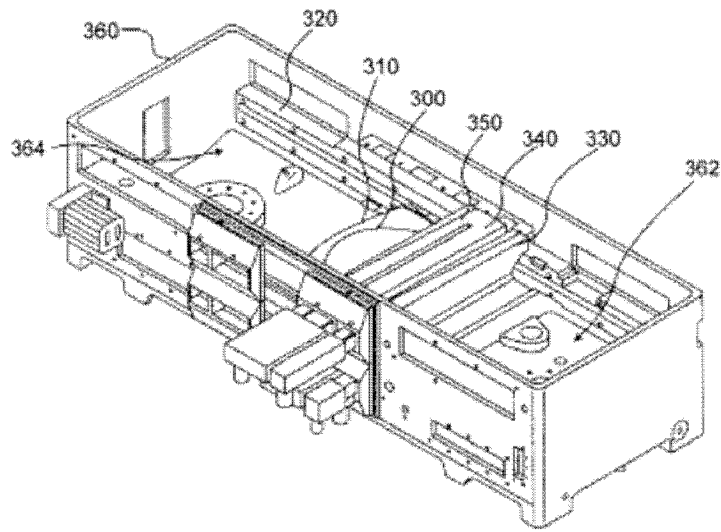


图 9A

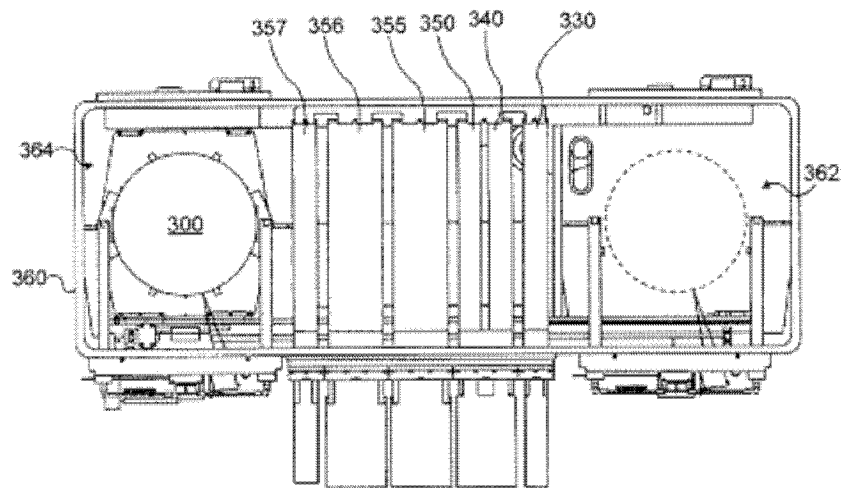


图 9B

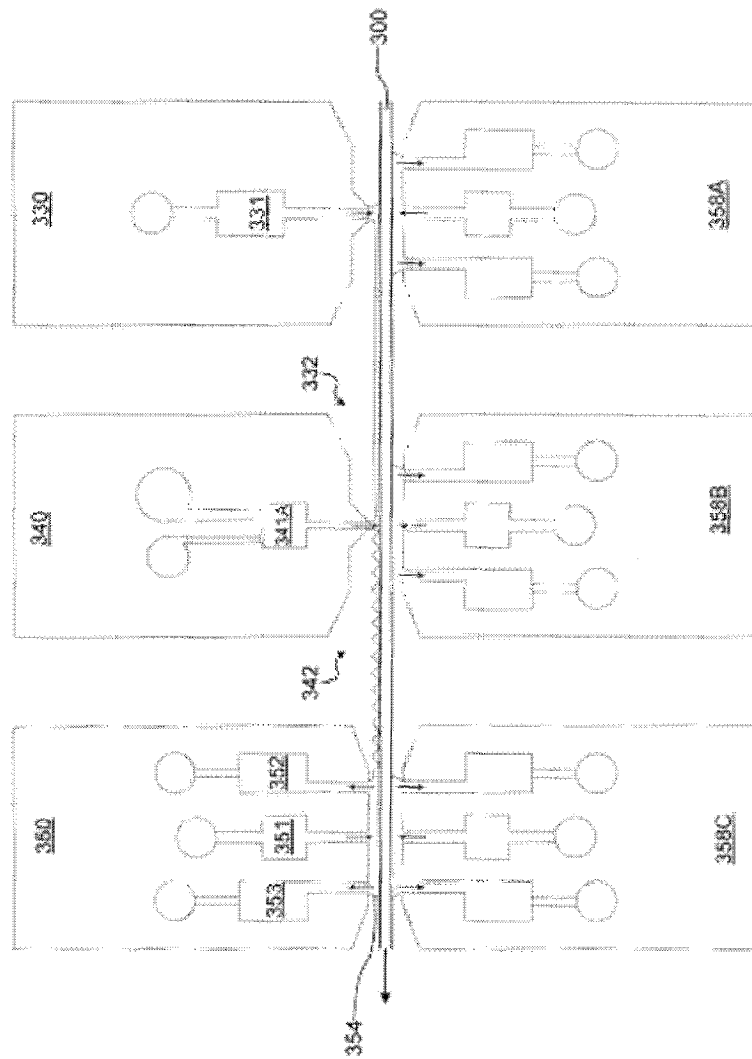


图 10A

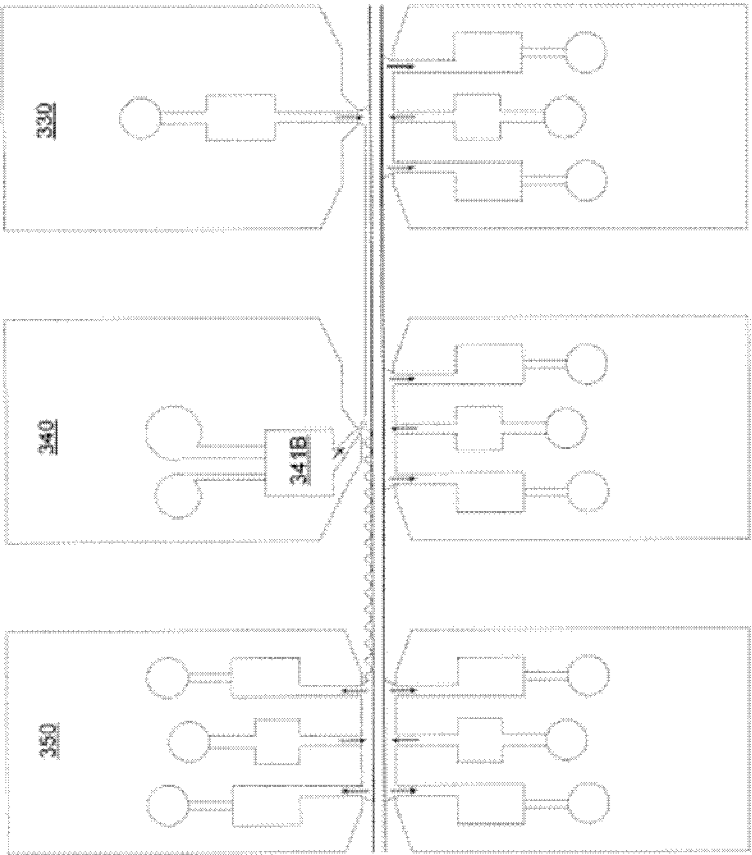


图 10B

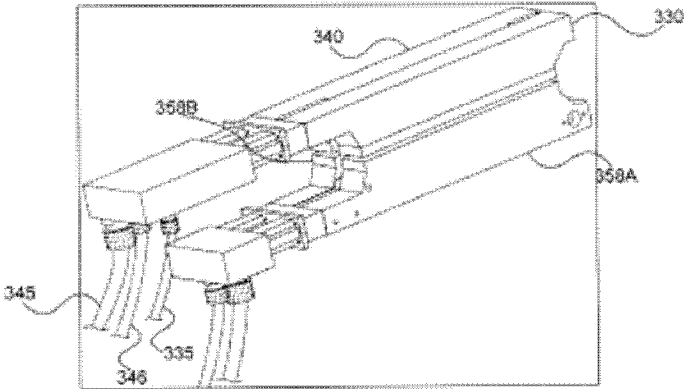


图 11A

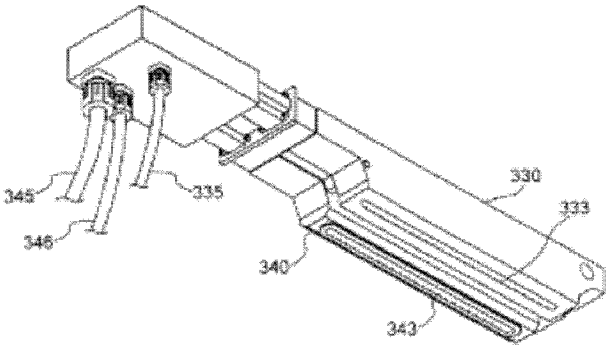


图 11B

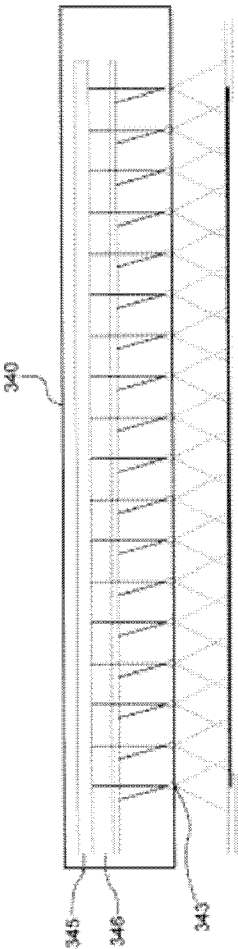


图 11C