



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101870085 B

(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 200910204417.9

(22)申请日 2008.03.19

(30)优先权数据

102007013058.0 2007.03.19 DE

(62)分案原申请数据

200810086098.1 2008.03.19

(73)专利权人 硅电子股份公司

地址 德国慕尼黑

专利权人 彼特沃尔特斯有限责任公司

(72)发明人 G·皮奇 M·克斯坦

H·a·d·施普林

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 程大军

(51)Int.Cl.

H01L 21/304(2006.01)

B24B 37/10(2012.01)

H01L 21/02(2006.01)

G09K 3/14(2006.01)

(56)对比文件

TW 358056 A, 1999.05.11, 说明书第2页第1至3段, 第10页第5至第11页第1段, 附图3, 4, 9 (A), 9(B).

JP 特开2006-303136 A, 2006.11.02, 全文.

JP 特开平9-254026 A, 1997.09.30, 全文.

US 5882245 A, 1999.03.16, 全文.

JP 特开平9-207064 A, 1997.08.12, 全文.

CN 2253268 Y, 1997.04.30, 全文.

审查员 丁海涛

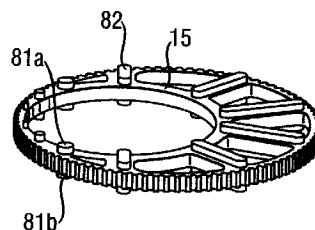
权利要求书2页 说明书21页 附图12页

(54)发明名称

同时研磨多个半导体晶片的方法

(57)摘要

本发明涉及一种同时双侧研磨多个半导体晶片的方法,其中每个半导体晶片以自由运动的方式位于通过转动设备带动旋转的多个转盘之一的挖去部分中,并由此在摆线轨迹上运动,其中,所述半导体晶片在两个旋转的环形工作盘之间以去除材料的方式加工,其中每个工作盘包括含有粘合磨料的工作层,其中在研磨期间确定工作层之间形成的工作间隙的形状,并且根据测得的工作间隙的几何特征对至少一个工作盘的工作面进行机械改变或热改变,以使工作间隙具有预定的形状。本发明还涉及一种方法,其中在加工期间,半导体晶片以其面的一部分临时离开工作间隙。本发明此外还涉及一种方法,其中转盘完全由第一材料构成,或者转盘的第二材料完全的或部分由第一材料覆盖,使得在研磨期间只有第一材料与工作层进行机械接触,且第一材料与工作层之间不存在任何会降低磨料锋利度的相互作用。



1. 一种同时双侧研磨多个半导体晶片的方法,其中每个半导体晶片以自由运动的方式位于通过转动设备带动旋转的多个转盘之一的挖去部分中,并由此在摆线轨迹上运动,其中,所述半导体晶片在两个旋转的环形工作盘之间以去除材料的方式加工,其中每个工作盘包括含有粘合磨料的工作层,其中转盘完全由第一材料构成,或者转盘的第三材料完全或部分被第一材料覆盖,以使在研磨期间只有第一材料与工作层进行机械接触,且第一材料与工作层之间不存在任何会降低磨料锋利度的相互作用。

2. 权利要求1的方法,其中所述第一材料具有高耐磨性。

3. 权利要求1或2的方法,其中所述第一材料中不含有玻璃纤维、碳纤维和陶瓷纤维。

4. 权利要求1或2的方法,其中所述第一材料含有一种或多种以下物质:聚氨酯(PU)、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、硅、橡胶、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚酰胺(PA)、聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、环氧树脂酚醛树脂、聚碳酸酯(PC)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚醚醚酮(PEK)、聚甲醛(POM)、聚砜(PSU)、聚亚苯基砜(PPS)、和聚亚乙基砜(PES)。

5. 权利要求1或2的方法,其中所述第一材料含有一种或多种以下物质:热塑弹性体形式的聚氨酯(TPE-U)、硅橡胶、硅树脂、硫化橡胶、丁二烯-苯乙烯橡胶(SBR)、丙烯腈橡胶(NBR)、乙烯-丙烯-二烯橡胶(EPDM)、氟橡胶、部分结晶对苯二甲酸乙二酯(PET)或无定形聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、聚酯系热塑性弹性体(TPE-E)或共聚酯系热塑性弹性体(TPE-E)、聚酰胺、聚烯烃、和聚氯乙烯(PVC)。

6. 权利要求1或2的方法,其中当转盘的第三材料完全或部分被第一材料覆盖时,所述转盘具有由第一材料构成的涂层和由第二材料构成的芯,其中第二材料的弹性模量高于第一材料的弹性模量。

7. 权利要求6的方法,其中所述第二材料是金属。

8. 权利要求7的方法,其中所述第二材料是钢。

9. 权利要求6的方法,其中所述第二材料是塑料。

10. 权利要求9的方法,其中所述塑料是纤维增强的。

11. 权利要求6的方法,其中所述第一材料是未增强的塑料。

12. 权利要求6的方法,其中通过沉积、浸渍、喷涂、灌注、温粘接或热粘接、化学粘接、烧结或锁合的方法,将所述涂层施用到芯上。

13. 权利要求6的方法,其中所述涂层包括数个点或条,其中所述点或条通过连接方法被插入到所述芯的匹配孔中。

14. 权利要求6的方法,其中所述涂层在磨损后被从芯剥离,且施用由第一材料构成的新涂层,其中所述芯被再次利用。

15. 权利要求6的方法,其中由第二材料构成的芯独有地由转盘的薄外部环构成,其中所述环包括转盘的齿部,所述齿部用于转动设备驱动,其中第一材料通过锁合、粘接或注塑与所述芯连接,且其中第一材料具有一个或多个用于各半导体晶片的挖去部分。

16. 权利要求1或2的方法,其中所述第一材料引起工作层中磨料的磨锐。

17. 权利要求16的方法,其中所述磨锐通过转盘的第一材料中硬物质的释放来进行。

18. 权利要求17的方法,其中由转盘的第一材料中释放的硬物质比工作层的磨料更软。

19. 权利要求18的方法,其中被释放的硬物质是刚玉(Al_2O_3)、碳化硅(SiC)、氧化铈(CeO_2)或氧化锆(ZrO_2),并且工作层的磨料包含金刚石。

20. 权利要求17或18的方法,其中由转盘的第一材料中释放的硬物质是如此软或它们的粒度是如此小,以至于它们不会增大由工作层的磨料加工所确定的半导体晶片表面的粗糙度和损伤深度。

同时研磨多个半导体晶片的方法

[0001] 本申请是2008年3月19日提交的名称为“同时研磨多个半导体晶片的方法”的200810086098.1号申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种同时双侧研磨多个半导体晶片的方法,其中每个半导体晶片以自由运动的方式位于通过转动设备带动旋转的多个转盘之一的挖去部分中,并由此在摆线轨迹上运动,其中,在所述半导体晶片两个旋转的环形工作盘之间以去除材料的方式加工,其中每个工作盘包括含有粘合磨料的工作层。

背景技术

[0003] 电子技术、微电子技术和微电子机械技术需要半导体晶片作为原材料(基体),其极端要求为整体或局部平整度、相对前侧的局部平整度(纳米拓扑)、粗糙度、洁净度以及不含有杂原子,特别是不含金属。半导体晶片是由半导体材料制成的晶片。半导体材料是化合物半导体如砷化镓,或者元素半导体如主要的硅、有时是镓,或者是它们的层结构。层结构例如是:绝缘的中间层上的承载构件的硅上层(“绝缘体之上的硅”,SOI),或者是硅/锗中间层之上的晶格变形的硅上层,其中锗的比例在硅基体上向上层增加(“变形的硅”,s-Si),或者是二者的结合(“绝缘体上的变形硅”,sSOI)。

[0004] 用于电子元件的半导体材料优选是单晶形式的,而用于太阳能电池(光电池)的则优选是多晶形式的。

[0005] 根据现有技术,为了生产半导体晶片,要生产半导体晶锭,其通常通过多线锯(“多线切片”,MWS)首先被分成薄片。接下来进行一个或多个加工步骤,这些步骤通常分类为以下组群:

[0006] a)机械加工;

[0007] b)化学加工;

[0008] c)化学机械加工;

[0009] d)适当时制备层结构。

[0010] 上述组群中的各独立步骤的组合以及顺序根据实际应用改变。还进一步使用了多样的次级步骤,例如边缘加工、清洗、分类、测量、热处理、包装等等。

[0011] 现有技术的机械加工步骤是:粗磨(成批同时双侧粗磨多个半导体晶片)、单侧夹紧工件地单面研磨单个的半导体晶片(通常以逐次双侧研磨的方式进行,“单侧研磨”,SSG;“逐次SSG”),或者是单个半导体晶片在两个研磨盘中间的同时双侧研磨(同时“双盘研磨”,DDG)。

[0012] 化学加工包括蚀刻步骤,例如在浴室中进行的碱性、酸性或酸碱结合的蚀刻,如果适当的话,在移动半导体晶片和蚀刻浴(“层状流动蚀刻”,LFE)时、通过将蚀刻剂引入晶片中心并通过晶片旋转使之径向甩出来进行的单侧蚀刻(“旋转蚀刻”)、或者在气相中蚀刻。

[0013] 化学机械加工包括抛光法,在该方法中,通过半导体晶片和抛光布之间在力作用

下的相对运动、并通过提供抛光浆料(例如碱性硅溶胶)来达到去除材料的目的。现有技术中描述了成批双侧抛光(DSP)以及成批和单个晶片的单侧抛光(在抛光加工期间,通过真空、粘接或粘合而将半导体晶片安装在支撑体的一侧)。

[0014] 层结构可能的最终产品通过外延淀积、通常是气相、氧化、蒸汽沉积(例如金属化)等等来进行。

[0015] 为了生产特别平的半导体晶片,进行如下的加工步骤是特别重要的:半导体晶片在尽可能无强制力、“自由浮动”、无力锁合或形状锁合的夹紧的情况下进行加工(“自由浮动加工”,FFP)。在MWS中,通过例如热漂移或交变负载产生的表面不平整通过FFP被特别迅速地去除,并且几乎没有材料损耗。现有技术中已知的FFP包括粗磨、DDG和DSP。

[0016] 特别有利的是,在加工工序开始时利用一种或多种FFP,也就是说通常利用机械的FFP,这是因为,利用机械加工,可特别迅速和经济地实现最少的完全去除不平整所需的材料,并且,这样就避免了在材料的高去除情况下的化学加工或化学机械加工的优先蚀刻的缺点。

[0017] 但是只有在FFP方法以同样的节奏实现由载荷到载荷的基本连续加工时,才能够达到上述的优点。这是因为,调整(setting)、修整(truing)、磨锐(dressing)过程可能需要的或变换工具而频繁需要的中断导致不可预知的“冷启动”影响,这种影响使该方法期望的特征无效,并对节约成本方面产生相反的影响。

[0018] 随着松散提供的粗磨颗粒的滚动,易碎的被磨蚀材料被去除,因此粗磨产生很高的损伤深度和表面粗糙度。这需要复杂的后续加工,以去除这些被损伤的表面层,由此粗磨的优点又一次被无效。而且,在由半导体晶片的边缘向中心转移期间由于被提供的颗粒的锋利度的损耗和损失,粗磨经常会产生具有不利的凸形厚度分布曲线的半导体晶片,这样的半导体晶片具有减小的边缘厚度(晶片厚度的“边缘下降”)。

[0019] 由于运动学的原因,原则上DDG会导致半导体晶片中心处(“研磨中心点”)更高的材料去除,并且特别是在研磨盘直径较小的情况下,这是DDG方法中在结构上优选的,DDG同样导致晶片厚度的边缘下降,以及径向对称的各向异性的加工轨迹,这些轨迹使半导体晶片变形(“变形引起的翘曲”)。

[0020] DE10344602A1公开了一种机械FFP方法,其中多个半导体晶片分别处于通过环状的外部 and 内部驱动环进行旋转的多个转盘之一的挖去部分中,并由此保持特殊几何轨迹上,并且所述半导体晶片在两个涂覆有粘合磨料的旋转工作盘之间以去除材料的方式加工。如在例如US6007407中描述的,粘合磨料由粘合于所用设备工作盘的薄膜或“布”构成。

[0021] 但是已经发现,通过这方法加工的半导体晶片具有一系列的缺点,并且结果是所得到的半导体晶片并不适用于特别应用的需求:已经证实,例如,通常这样得到的半导体晶片具有不利的凸形厚度分布曲线、并具有显著的边缘下降。半导体晶片在其厚度分布曲线上通常还具有不规则的起伏、以及带有很大损伤深度的粗糙表面。由于破坏深度很大,迫使必须进行复杂的后续加工,这就使DE10344602A1中所述方法的优点都失效了。在光刻设备的图案化期间,残余的凸形和残余的边缘下降导致错误的曝光,并因此导致元件的失效。这种类型的半导体晶片因此不适合于应用需求。

[0022] 已经进一步所示为,特别是当使用特别优选的研磨金刚石时,现有技术已知的转盘材料要经受这种高的磨耗,所产生的这种磨耗对工作层的切削能力(锋利度)产生不利的

影响。这导致转盘的使用寿命不经济的缩短,并使得必须对工作层经常进行非生产性的筛查。此外,已经证实,由金属合金、特别是不锈钢构成的转盘,例如根据现有技术中在粗磨中所用的转盘,这种转盘在前述情况中具有低磨耗的优点,但是其特别不适于实施本发明的方法。举例说明,在使用(不锈)钢转盘时,碳在铁/钢中的高可溶性导致金刚石发生快速的脆化和钝化,而金刚石是优选用在根据本发明的方法中作为工作层的研磨料的。此外,还在半导体层上观察到不期望形成的碳化铁和氧化铁沉积物。已表明,通过压力诱导的强迫磨损来迫使钝工作层自动磨锐的高研磨压力是不适合的,这是由于半导体晶片会因此变形,且FFP的优点失效。此外,全部研磨颗粒重复出现的脱落导致半导体晶片不期望的高粗糙度和破坏。转盘自身的重量导致上部和下部工作层的钝化程度不一,并因此导致半导体晶片正面和背面的粗糙度和破坏程度不一。已表明,半导体晶片由此变为不对称的起伏,也就是说“弯曲”和“翘曲”都具有不期望的高位值(变形引起的翘曲)。

发明内容

[0023] 因此,本发明的目的在于提供一种半导体晶片,这种半导体晶片由于其几何特征,还适于生产具有很小线宽(“设计尺度”)的电子元件。特别地,本发明的目的被设定用于避免几何缺点,例如,与朝向晶片边缘厚度连续减小、边缘下降有关的在半导体晶片中心的厚度最大值,或者半导体晶片中心局部厚度最小。

[0024] 此外,本发明的目的被设定为避免半导体晶片过度的表面粗糙和损伤。特别地,所述目的在于制造具有低弯曲和翘曲的半导体晶片。

[0025] 最后,为了能够进行经济的操作,本发明的目的被设定为改善研磨方法,从而避免磨损部分频繁的更换或恢复。

[0026] 技术方案

[0027] 本发明的目的通过同时双侧研磨多个半导体晶片的第一方法来实现,其中每个半导体晶片以自由运动的方式位于通过转动设备带动旋转的多个转盘之一的挖去部分中,并由此在摆线轨迹上运动,其中,所述半导体晶片在两个旋转的环形工作盘之间以去除材料的方式加工,其中每个工作盘包括含有粘合磨料的工作层,其中在研磨期间确定工作层之间形成的工作间隙的形状,并且根据测得的工作间隙的几何特征对至少一个工作盘的工作面的形状进行机械改变或热改变,以使所述工作间隙具有预定的形状。

[0028] 本发明的目的同样可以通过同时双侧研磨多个半导体晶片的第二方法来实现,其中每个半导体晶片以自由运动的方式位于通过转动设备带动旋转的多个转盘之一的挖去部分中,并由此在摆线轨迹上运动,其中,所述半导体晶片在两个旋转的环形工作盘之间以去除材料的方式加工,其中每个工作盘包括含有粘合磨料的工作层,其中在加工期间,半导体晶片以其面的一部分暂时离开由工作层界定的工作间隙,其中径向超出量的最大值为大于0%,且至多为半导体晶片直径的20%,其中所述超出量定义为在相对于工作盘的径向测得的长度,通过这个长度,半导体晶片在加工期间在特定点及时地伸出到工作间隙的内边缘或外边缘之外。

[0029] 本发明的目的进一步通过同时双侧研磨多个半导体晶片的第三方法来达到,其中每个半导体晶片以自由运动的方式位于通过转动设备带动旋转的多个转盘之一的挖去部分中,并由此在摆线轨迹上运动,其中,所述半导体晶片在两个旋转的环形工作盘之间以去

除材料的方式加工,其中每个工作盘包括含有粘合磨料的工作层,其中转盘完全由第一材料构成,或者转盘的第三材料完全或部分被第一材料覆盖,以使在研磨期间只有第一材料与工作层进行机械接触,且第一材料与工作层之间不存在任何会降低磨料锋利度的相互作用。

[0030] 上述方法中每一个独立的方法都适用于制造具有显著改善的性能的半导体晶片。

[0031] 上述三方法中的两个或特别优选所有三方法的结合进一步适于生产具有特别显著改善的性能的半导体晶片。

附图说明

[0032] 图1是适于实施本发明方法的设备的透视图。

[0033] 图2是适于实施本发明方法的设备的下部工作盘的俯视图。

[0034] 图3所示为根据本发明改变的位于适于实施本发明方法的设备的工作盘之间的工作间隙的原理。

[0035] 图4所示为不同温度下的工作间隙的径向分布曲线,所述工作间隙由适于实施本发明方法的设备的两个工作盘形成。

[0036] 图5所示为通过根据本发明改变工作间隙、由此而加工的半导体晶片的TTV的累积频率分布与没有根据本发明改变工作间隙、由此而加工的半导体晶片的几何分布的比较图。(TTV=总的厚度变化;半导体晶片的最大和最小厚度之间的差)。

[0037] 图6所示为在加工期间测量的工作间隙的隙差和工作间隙中不同位置所得的表面温度,所述工作间隙根据本发明通过控制工作盘形态而基本保持恒定(隙差=接近工作盘内边缘的工作间隙宽度与接近工作盘外边缘的工作间隙宽度之间的差)。

[0038] 图7所示为在加工期间测量的工作间隙的隙差和工作间隙不同位置的改变的温度,所述工作间隙没有根据本发明在加工期间加以控制。

[0039] 图8所示为半导体晶片的厚度分布曲线,所述半导体晶片通过本发明的方法而加工,其中在加工期间半导体晶片以其面的一部分暂时离开工作间隙。

[0040] 图9所示为半导体晶片的厚度分布曲线,所述半导体晶片通过非本发明的方法而加工,其中贯穿加工期间半导体晶片保持其全部面都处于工作间隙之内。

[0041] 图10所示为半导体晶片的厚度分布曲线,所述半导体晶片通过非本发明的方法而加工,其中在加工期间半导体晶片以其面的一部分暂时离开工作间隙,但是该面是非常大的区域范围。

[0042] 图11所示为利用本发明的方法在连续加工操作期间从半导体晶片上去除材料的平均速率,其中使用了本发明的转盘。

[0043] 图12所示为利用非本发明的方法在连续加工操作时的材料去除平均速率,其中使用了非本发明的转盘。

[0044] 图13所示为两种半导体晶片之间翘曲的比较图,该两种半导体晶片分别是利用本发明方法加工而成的和利用非本发明方法加工而成的。

[0045] 图14所示为两种半导体晶片的正面和背面的表面损伤深度(“亚表面损伤”,SSD)的比较图,该两种半导体晶片分别是利用本发明的方法加工的和利用非本发明方法加工的,前者被两个工作层去除的材料相等,而后者去除的材料不等。

[0046] 图15所示为两种半导体晶片的正面和背面的表面粗糙度的比较图,该两种半导体晶片分别是利用本发明的方法加工的和利用非本发明方法加工的,其中前者被两个工作层去除的材料相等,而后者去除的材料不等。

[0047] 图16所示为半导体晶片的厚度分布曲线中直径处截面,所述半导体晶片通过本发明的方法加工,且工作间隙是受控制的。

[0048] 图17所示为半导体晶片的厚度分布曲线中直径处截面,所述半导体晶片通过非本发明方法加工,且工作间隙是不受控的。

[0049] 图18所示为针对不同测试材料在加速磨损试验中转盘的磨损速率。

[0050] 图19所示为不同的转盘测试材料在加速磨损试验中半导体晶片的材料去除量和转盘磨损量的比率。

[0051] 图20所示为不同的转盘测试材料在加速磨损试验中,工作层的切削能力随加工持续时间的相对变化。

[0052] 图21所示为根据本发明的单层转盘(固体材料)的示例性实施方式。

[0053] 图22所示为根据本发明的多层转盘的示例性实施方式,其中所述转盘具有全部或部分的涂层。

[0054] 图23所示为根据本发明的转盘的示例性实施方式,其中涂层的部分表面的形状是一个或多个“突起”或伸长的“棒”。

[0055] 图24所示为根据本发明的转盘的示例性实施方式,其包括具有齿部的外环和插入物。

[0056] 图25所示为根据本发明、通过对称的径向力作用来调节工作盘的形状的原理。

[0057] 图26所示为根据本发明、通过快速控制工作间隙的温度和缓慢控制工作盘的形状相结合来控制工作间隙的原理。

[0058] 列出使用的附图标记和略语:

- [0059] 1 上部工作盘
- [0060] 2 下部工作盘
- [0061] 3 内部驱动环
- [0062] 4 外部驱动环
- [0063] 11 上部工作层
- [0064] 12 下部工作层
- [0065] 13 转盘
- [0066] 14 用于接收半导体晶片的挖去部分
- [0067] 15 半导体晶片
- [0068] 16 半导体晶片的中点
- [0069] 17 转动设备中转盘中点的节圆
- [0070] 18 半导体晶片上的参考点
- [0071] 19 半导体晶片上参考点的轨迹
- [0072] 21 转盘的中点
- [0073] 22 转动设备的中点
- [0074] 23 晶片变形的执行元件

- [0075] 30 工作间隙
- [0076] 30a 工作间隙外部的宽度
- [0077] 30b 工作间隙内部的宽度
- [0078] 34 用于提供加工助剂的孔
- [0079] 35 测量工作间隙温度(内部)的设备
- [0080] 36 测量工作间隙温度(外部)的设备
- [0081] 37 测量工作间隙宽度(内部)的设备
- [0082] 38 测量工作间隙宽度(外部)的设备
- [0083] 39 TTV分布(加工时监控工作间隙)
- [0084] 40 TTV分布(不监控工作间隙)
- [0085] 41 加工期间工作间隙差
- [0086] 42 工作间隙外部的温度
- [0087] 43 工作间隙内部的温度
- [0088] 44 工作间隙中心的温度
- [0089] 45 进行了超出加工后的厚度分布曲线
- [0090] 46 未进行超出加工后的厚度分布曲线
- [0091] 47 未进行超出加工后的边缘下降
- [0092] 48 转盘锋利度没有被削弱时的材料去除速率
- [0093] 49 转盘锋利度减小时的材料去除速率
- [0094] 50 缺口(notch)方向的厚度分布曲线
- [0095] 51 与缺口成45°处的厚度分布曲线
- [0096] 52 平均厚度分布曲线
- [0097] 53 与缺口成135°处的厚度分布曲线
- [0098] 54 不对称材料去除之后的翘曲
- [0099] 55 对称材料去除之后的翘曲
- [0100] 56 过量超出量情况下的缺口
- [0101] 57 在上部工作盘的温度(体积)
- [0102] 58 对称材料去除之后的粗糙度/损伤
- [0103] 59 不对称材料去除之后的粗糙度/损伤
- [0104] 65 与缺口成90°处的厚度分布曲线
- [0105] 66 作间隙未被监控时的凸度
- [0106] 67 转盘材料参考标记
- [0107] 68 转盘的磨损速率
- [0108] 69 半导体晶片的材料去除量和转盘磨损量的比率
- [0109] 70 10分钟后工作层的切削能力
- [0110] 71 30分钟后工作层的切削能力
- [0111] 72 60分钟后工作层的切削能力
- [0112] 73 10-60分钟后工作层的切削能力
- [0113] 74 工作层(不完整的)切削能力随时间的变化

- [0114] 75 转盘的外齿部
- [0115] 76 转盘中的挖去部分
- [0116] 77 接收半导体晶片的开口的内衬
- [0117] 78 用于锁合连接衬套和转盘的齿
- [0118] 79a 转盘的正面涂层
- [0119] 79b 转盘的背面涂层
- [0120] 80 转盘的涂层中露出的边缘
- [0121] 81 形状为圆形“突起”的转盘的部分面的涂层
- [0122] 82 形状为伸长“棒”的转盘的部分面的涂层
- [0123] 83 部分面的涂层与转盘的粘接
- [0124] 84 转盘的连续的锁合的部分面的涂层
- [0125] 85 转盘的填塞式(铆接的)连续的部分面的涂层
- [0126] 86 转盘的带齿的外环
- [0127] 87 转盘的插入物
- [0128] 90 内部间隙测量传感器的测量变量
- [0129] 91 外部间隙测量传感器的测量变量
- [0130] 92 距离信号的微分元件
- [0131] 93 间隙调节的控制元件
- [0132] 94 间隙调节的操纵变量
- [0133] 95 内部温度传感器的测量变量
- [0134] 96 外部温度传感器的测量变量
- [0135] 97 温度信号的微分元件
- [0136] 98 间隙温度调节的控制元件
- [0137] 99 间隙温度调节的操纵变量
- [0138] A 转盘的相对磨损速率
- [0139] ASR 工作盘半径
- [0140] D 厚度
- [0141] F 力
- [0142] G 半导体晶片的材料去除量和转盘磨损量的比率(“G因子”)
- [0143] H (累积分布的)频率
- [0144] MAR 平均去除速率
- [0145] R (半导体晶片的)半径
- [0146] RG 相对间隙宽度(相对间隙)
- [0147] RMS 均方根;粗糙度
- [0148] S 工作层的相对切削能力
- [0149] SSD 亚表面损伤
- [0150] T 时间
- [0151] T 温度
- [0152] TTV 总厚度变化

[0153] W 翘曲

具体实施方式

[0154] 对适于实施本发明方法的设备的说明

[0155] 图1所示为适于本发明方法的、现有技术的设备的必要元件。该图是用于生产盘形工件如半导体晶片的双盘设备的基本示意图,上述内容例如公开在DE 10007390A1中,其分别为透视图(图1)和下部工作盘的俯视图(图2)。

[0156] 这种类型的设备包括上部工作盘1和下部工作盘4,以及由内部齿环7和外部齿环9形成的转动设备,转盘13嵌入在所述转动设备中。这种类型设备的工作盘是环形的。转盘具有挖去部分14,其用于接收半导体晶片15。挖去部分通常以如下方式设置:使半导体晶片中心点16相对转盘中心21的偏心率为 e 。

[0157] 在加工期间,工作盘1和4以及齿环7和9以转速 n_o 、 n_u 、 n_i 和 n_a 相对整个设备的中点22同轴旋转(四路驱动)。因此,转盘一方面绕中点22沿节圆17循环,另一方面同时形成绕其各自中点21的自转。对于半导体晶片上任意的参考点18,得到相对于下部盘4或工作层12的被称为摆线的特征轨迹19(运动学)。摆线5被概括理解为所有常规的、缩短的或伸长的圆外或圆内摆线。

[0158] 上部工作盘1和下部工作盘4带有工作层11和12,所述工作层含有粘合磨料。合适的工作层在例如US6007407中有所描述。工作层优选以可迅速的安装和拆卸的方式设置。工作层11和12之间形成的空隙称为工作间隙30,加工期间半导体晶片在其中运动。工作间隙的特征在于其宽度,所述宽度垂至于工作层表面测定并且取决于位置(特别是在径向位置)。

[0159] 至少一个工作盘,例如上部工作盘1包含孔34,加工助剂如冷却润滑剂可以穿过孔34被提供给工作间隙30。

[0160] 为了实施本发明中的第一方法,优选两个工作盘中的至少一个如上部工作盘装有至少两个测量设备37和38,优选其中之一(37)尽可能接近环形工作盘的内边缘,而另一个(38)尽可能的接近工作盘的外边缘,它们分别对工作盘的各局部距离进行非接触的测量。这种类型的设备是现有技术已知的,并且在例如DE102004040429A1中公开。

[0161] 在本发明第一方法的一个特别优选的实施方式中,两个工作盘中的至少一个如上部工作盘还装有至少两个测量设备35和36,优选其中之一(35)尽可能安装在接近环形工作盘的内边缘,而另一个(36)尽可能接近地安装在工作盘的外边缘,它们在工作间隙内部对各自的位置进行温度测量。

[0162] 根据现有技术,这种类型的设备的工作盘包含一个用于设定工作温度的仪器。举例说明就是,为工作盘提供以曲折的冷却通道,通过该冷却通道流入冷却剂,例如水,所述冷却剂通过恒温器进行温度调节。合适的设备在例如DE19937784A1中公开。已知如果所述工作盘的温度改变,那么所述工作盘的形状也要改变。

[0163] 现有技术进一步公开了可以用于改变一个或两个工作盘形状以及工作盘之间的工作间隙轮廓的设备,改变通过径向力对称地作用在工作盘远离工作间隙的那一侧、以针对性的方式进行。因此,DE19954355A1公开了一种方法,其中所述力通过执行元件的热膨胀产生,所述执行元件可以通过温度调节装置加热或冷却。另一种用于使一个或两个工作盘

针对性变形的可能性可包括例如所需的径向力F,该径向力F通过机械液压调整装置产生。通过改变该液压调整装置中的压力,就可以改变工作盘的形状,并由此改变工作间隙的形状。但是,除了液压调整装置之外,还可以使用压电的(压电晶体)或磁力控制的(通电线圈)、或电动的执行元件(“音圈执行器”)。在此情况下,工作间隙的形状通过影响执行元件中的电压或电流来改变。

[0164] 图25a和图25b示意性地示出了可以通过作用于上部工作盘1之上的调节设备23、从而改变工作间隙30的形状。

[0165] 这样的设备可以用于特别是以针对性的方式设定工作盘的凹形或凸形变形。这些特别适于通过改变加工期间的载荷而抵消工作间隙的不期望的变形。工作盘的这种凹形(左)和凸形(右)变形在图3中示出了基本示意图。30b表示接近环形工作盘内边缘的工作间隙30的宽度,30a表示接近工作盘外边缘的工作间隙宽度。

[0166] 对本发明第一方法的说明

[0167] 根据本发明的第一方法,在研磨期间确定形成于工作层之间的工作间隙的形状,并且对至少一个工作盘的工作面的形状依据测得的工作间隙的几何特征进行机械改变或热改变,以使该工作间隙具有预定的形状。

[0168] 优选地,工作间隙形状的控制应使得工作间隙最大值和最小值的差与工作盘宽度的比值至少在材料去除量的最后10%期间为至多50ppm。“工作盘宽度”的含义应当理解为环在径向的宽度。如果工作盘的不是在全部区域都被涂布工作层,那么“工作盘的宽度”的含义应理解为涂布有工作层的工作盘区域的环宽度。“至少在材料去除量的最后10%期间”的意思是在材料去除量的后10-100%期间满足条件“至多50ppm”。根据本发明,这一条件因此还在整个研磨方法进行期间得到满足。“至多50ppm”的意思是0-50ppm范围内的值。1ppm与数值 10^{-6} 同义。

[0169] 优选地,在研磨期间利用引入至少一个工作盘之中的至少两个非接触式距离测量传感器对工作间隙变化过程进行连续测量,并且两个工作盘中的至少一个不断通过针对性变形的方式进行再调整,以使得尽管在加工期间输入了其已知会带来不期望的工作盘变形的改变的热载荷时,通常仍会得到期望的工作间隙的变化过程。

[0170] 在本发明第一方法的一个优选实施方式中,工作盘中的上述冷却通道被用于控制工作盘形状。这包括首先在所用研磨设备处于停止状态时、在多个工作盘温度下确定工作间隙的径向分布轮廓。为此,举例来说,使在固定点上和在固定的施加载荷下具有三个相同量块(end measure)的上部工作盘相对于下部工作盘的距离名义上基本均等,而工作盘之间得到的工作间隙的径向分布轮廓通过例如千分探测针来确定。这在工作盘的冷却回路的不同温度下进行。这样就产生了工作盘和工作间隙的形状随温度而改变的特征。

[0171] 在加工期间,通过非接触式测距传感器的连续测量来确定工作间隙径向分布轮廓的可能改变,并根据已知温度特性的操作盘温度调节中的针对性改变对其进行反向控制,以使工作间隙总是保持在期望的径向分布轮廓。这例如通过在加工期间针对性地改变工作盘冷却通道的温度调节器中的流体温度来进行。

[0172] 本发明的第一方法是以如下发现为基础的:不希望出现的工作间隙的改变都是在加工期间发生的,这种改变无法通过现有技术的方法如恒定的工作盘温度调节来避免。这种不希望的工作间隙改变是由于例如在加工期间输入了变化的热载荷所引起的。其可以是在加

工工件的过程中、在去除材料期间进行材料去除的工作,所述工作根据加工过程中研磨工具锋利程度的改变而出现波动。在加工期间通常选择的不同加工压力(向上部工作盘施加的载荷)和在不同加工速度(运动学上的)下工作盘变化的不稳定运转也会引起工作盘的机械变形。改变加工条件从而导致不希望的工作盘变形的另一实例是当向工作间隙添加特殊的加工助剂时的化学反应能量。最后,设备的功率损耗也会使其自身造成加工条件的连续改变。

[0173] 在该第一方法的进一步的实施方式中,工作间隙的温度调节利用在加工期间向工作间隙提供的工作介质(冷却润滑剂,“研磨水”)、通过改变所述介质的温度进展或体积流量、以使工作间隙呈现为理想形状来进行。特别有利的是将两种控制方法相结合,这是由于,工作盘的温度调节引起形状变化和提供研磨水这二者的反应时间是不同的,从而就可以控制工作间隙使其更好地满足需要。在某些情况下,控制条件会有所改变,所述的情况例如希望的材料去除发生改变、不同的研磨压力、不同组成工作层的不同切削性能等等。

[0174] 同样优选的是使用温度传感器,其可在加工期间确定工作间隙不同位置的温度(温度分布轮廓)。这是由于已发现在加工期间,工作间隙中的温度改变通常会比加工期间不希望的工作间隙形状改变先发生。根据本发明,通过在所述温度改变的基础上对工作间隙进行控制,就可以达到对工作间隙形状的特别快速的控制。

[0175] 因此对工作间隙形状的控制可以通过例如利用液压或热力形状改变的设备直接改变至少一个工作盘的形状来实施,或可以通过改变提供给加工间隙的加工助剂的温度或数量(借此改变工作间隙及由此的工作盘的温度,从而改变了工作间隙的形状),从而间接改变工作间隙的形状来实施。特别有利的是可以通过以下措施来控制工作间隙:检测工作间隙的宽度或其中的温度、向设备控制单元反馈测量值并跟踪温度压力或温度(直接改变形状)或闭合控制回路中的温度和数量(间接改变形状)。对于这两种方法-直接或间接改变工作间隙的形状-工作间隙的宽度或温度都可以任择用于确定控制偏差。利用所测得的工作间隙宽度来确定控制偏差,其优点在于间隙偏差(微米)的绝对补偿(absolute consideration),而缺点在于时间延迟。利用测得的工作间隙中的温度,其优点在于具有更高的速度,这是由于控制偏差在工作盘变形之前就已经被考虑到了,而缺点在于必须提供工作间隙形状根据温度改变的精确的现有知识(参考的间隙剖面)。

[0176] 一种特别有利的实施方式包括该两方法的结合。优选地,借助于这种高速控制,在短的时间级别上以工作间隙里面测得的温度为基础对工作间隙的形状进行控制。相反,为了确定发生在较长时间级别上的工作间隙形状的偏差,并且在适当时反向控制所述偏差,可优选使用测得的工作盘内边缘和外边缘处工作间隙的宽度。

[0177] 这种有利的实施方式的一种构型在图26中进行了示意性的图示说明。首先,缓慢控制回路、非接触式距离传感器37和38,经过微分元件92将测量信号90和91连续传送到控制元件93。所述控制元件将操纵变量94传送到晶片变形的执行元件23中。工作间隙的几何特征的慢漂移因此可以得到校正。在第二快速控制回路中,温度传感器35和36将测量信号95和96传送到控制元件98中,其操纵变量99根据预定的理想温度分布曲线影响提供给工作间隙的冷却润滑剂的温度和/或流动速度。因此可以在工作间隙形状因此受影响之前对工作间隙中的温度改变进行反向控制。

[0178] 已经证实,如果在加工期间工作间隙的径向宽度基本均一,那么利用本发明的方

法加工时就可以达到半导体晶片的最大平整度,也就是说工作盘彼此平行的运转,或从内部到外部具有微小的隙差。因此在第一方法的进一步的实施方式中,从内部到外部的工作间隙恒定或轻微加宽是优选的。在示例性的设备中,其工作盘的外径为1470mm且内径为561mm,工作盘宽度约为454.5mm。考虑到其有限的安装尺寸,距离传感器不是被精确安装在工作盘的内边缘和外边缘上,而是被安装在直径为1380mm(外部传感器)和645mm(内部传感器)的节圆上,这样传感器的距离为367.5mm,即400mm左右。已经证实,特别优选为内部和外部传感器之间的工作间隙宽度的径向分布曲线处于 $0\mu\text{m}$ (平行设置)到 $20\mu\text{m}$ (从内部向外部加宽)之间。在外边缘和内边缘的工作间隙宽度差与工作盘宽度之间的比率在测量中应当被考虑到,因此其特别优选在 0 到 $20\mu\text{m}/400\text{mm}=50\text{ppm}$ 之间。

[0179] 用于实现本发明目的“提供特别平整的半导体晶片”的第一方法的适用性通过图5、图6、图8和图17进行图示说明。

[0180] 图5所示为根据本发明利用冷却通道和工作间隙的宽度测量来控制工作间隙而加工的半导体晶片的TTV分布(39)的频率分布H(以百分数计),与没有利用本发明方法进行工作间隙控制加工的半导体晶片的TTV分布(40)的频率。本发明控制工作间隙的方法明显导致更好的TTV值。(TTV=“总的厚度变化”,其表示整个半导体晶片上测得的最大和最小厚度之间的差。所示TTV值由电容测量法确定)。

[0181] 如果在利用本发明方法加工半导体晶片时需要达到特别小的总材料去除,那么加工持续时间通常比本发明中控制工作间隙的方法的反应时间短。已表明在此情况下至少在加工末期、也就是在材料去除量的最后10%期间,工作间隙满足优选的均匀宽度或从内部到外部轻微加宽。

[0182] 图6所示为利用本发明的方法测得的、加工期间工作盘接近内径处的工作间隙宽度和接近外径处的工作间隙宽度之间的差41。总的加工时间约为10分钟。可以实现半导体晶片的总材料去除量为 $90\mu\text{m}$ 。因此平均材料去除速率为 $9\mu\text{m}/\text{min}$ 。除了在前100秒的压力增大阶段,工作间隙都是根据本发明所述平行或轻微加宽的。根据本发明,在加工末期,工作间隙从内部到外部的加宽约为 $15\mu\text{m}$ 。

[0183] 该图同样示出了在加工期间在不同表面部位测得的向一侧限定工作间隙的上部工作盘的以下温度:接近环形工作盘内径处的温度(43)、中心处的温度(44)和接近外径处的温度(42),还示出了工作盘整体的平均温度57。工作盘的形状和温度通过本发明所述方法进行控制,以使在整个加工时间内,工作间隙根据本发明处于平行或轻微加宽状态。(G=“间隙差”,在内部和外部测得的间隙宽度差;ASV=工作盘表面的整体温度;ASOA=工作盘表面外部的温度;ASOI=工作盘表面内部的温度;ASOM=在中心处“内部”和“外部”之间的表面温度;T=摄氏温度,t=时间)。

[0184] 图16所示为用本发明控制的工作间隙加工的半导体晶片的相关厚度分布曲线。该图示出了四个直径的厚度分布曲线,其分别是在相对于半导体晶片缺口成 0°C (50)、 45°C (51)、 90°C (65)和 135°C (53)处进行的。52代表四个单独分布曲线的平均直径分布曲线(D=局部厚度,单位为微米;R=半导体晶片的径向位置,单位为毫米)。通过电容厚度测量法来确定测量值。在本发明控制工作间隙方法加工的半导体晶片所示的实例中,TTV、即整个半导体晶片上最大和最小厚度之间的差为 $0.55\mu\text{m}$ 。

[0185] 作为比较例,图7示出了在没有根据本发明方法的方法加工时工作间隙剖面的差

41,以及内部温度43、中心温度44、外部温度42和整体温度57。由于在加工期间输入了变化的热或机械载荷,温度和形状都发生了改变。工作间隙没有被重新校正,并且在加工结束时,工作间隙从内部到外部出现了不符合本发明的约25 μm 的收缩。

[0186] 图17示出了比较例中没有根据非本发明的方法加工时有关半导体晶片的厚度分布曲线,其中在加工期间工作间隙没有根据本发明进行控制。所得半导体晶片的极度凸面清晰可见,其具有明显的最大厚度点66。由于所用设备的尺寸(工作盘环宽度为454.5mm)和半导体晶片的尺寸(300mm),每个转盘只能接收一个半导体晶片。半导体晶片的中点16相对于转盘中心21的偏心率 e 为 $e=75\text{mm}$ (图2)。最大厚度点66相应地位于偏离半导体晶片中心约75mm处(图17)。特别地,所得半导体晶片因此无法对称地旋转。在非本发明的比较例中,所示的半导体晶片的TTV为16.7 μm 。

[0187] 对本发明第二方法的说明

[0188] 以下将对本发明的第二方法进行更加详细的说明:在该方法中,半导体晶片以其面的特定部分在加工期间暂时离开工作间隙,并且加工的运动学优选选择为按照以下方式,以使由于在加工过程中半导体晶片的这种“超出量”,包括边缘区域的工作层的整个表面被逐渐完全地且通常充分均等扫过。“超出量”定义为工作盘径向测得的长度,根据该“超出量”,半导体晶片在研磨期间可以及时地在特定点伸出工作间隙内边缘或外边缘之外。根据本发明,径向超出量的最大值大于0%且至多为半导体晶片直径的20%。在半导体晶片直径为300 μm 时,最大超出量相应大于0mm且至多为60mm。

[0189] 本发明的该第二方法基于以下的发现:在研磨方法的比较例中,半导体晶片总是完全处于工作间隙之中,因此在工作层磨损过程中得到了槽形的工作层厚度径向分布剖面。这已经由图4中的本发明方法对工作间隙剖面进行的测量所显示。

[0190] 朝向环形工作盘的内边缘和外边缘的工作层的较大厚度导致那里的工作间隙减小,这使得加工过程中扫过该区域的半导体晶片在那些区域的材料去除较多。所述半导体晶片得到不期望的凸形厚度分布轮廓,其厚度向边缘递减(“边缘下降”)。

[0191] 如果,在本发明的第二方法中按如下方式选择条件,使半导体晶片以其面的一部分超出工作层的内边缘和外边缘之外,那么就可以在工作层的整个环宽度内产生径向上大体均匀的磨损,并且不会形成工作层厚度的槽形径向分布剖面和根据本发明按照此方法所加工的半导体晶片的边缘下降。

[0192] 在该第二方法的一种实施方式中,以一定的大小选择半导体晶片在转盘中的偏心率 e ,以使根据本发明,在加工期间半导体晶片的面的一部分就会临时伸出到工作层边缘之外。

[0193] 在该第二方法的另一种实施方式中,工作层的内边缘和外边缘以如下方式修剪为环形式样:以使根据本发明,在加工期间使半导体晶片的面的一部分可以临时伸出到工作层边缘之外。

[0194] 在该第二方法其它的实施方式中,选择工作盘的直径足够小的设备,以使根据本发明,半导体晶片的面的一部分可临时伸出工作盘边缘之外。

[0195] 将提及的所有三种实施方式进行适当的组合也是特别优选的。

[0196] 根据本发明的第二方法,需要使半导体晶片完全且充分均等地逐渐扫过工作层包括其边缘区域的整个区域,这一点借助于如下描述得以实现:适于实施本发明第二方法的

设备的主驱动器通常是AC伺服电动机(AC=交流电),在这种电动机中原则上在理想转速和实际转速之间存在一个可变延迟(拖尾角(trailing angle))。即使选择驱动器转速使得得到了名义上的周期性路径,这种选择对于实施本发明的方法是极为不利的,但是实际上由于AC伺服控制的缘故,还总是会得到遍历性(非周期)的路径。上述的需要因此总是能够得到满足。

[0197] 图8所示为根据本发明第二方法加工的、直径为300mm的半导体晶片的厚度分布曲线。超出量为25mm。半导体晶片只具有很小的随机的厚度波动,并且特别是没有发生边缘下降。TTV为 $0.61\mu\text{m}$ 。

[0198] 作为比较例,图9所示为不是根据本发明进行加工的、直径为300mm的半导体晶片的厚度分布曲线46,在其加工期间,半导体晶片的整个面都始终保持在工作间隙中。这样就得到了半导体晶片的边缘部分厚度显著减小的47。TTV为大于 $4.3\mu\text{m}$ 。

[0199] 作为进一步的比较例,图10所示为不是根据本发明进行加工的、直径为300mm的半导体晶片的厚度分布曲线,在其加工期间,超出量很大,即为75mm,这是不符合本发明的方式。在半导体晶片边缘的一定距离处、对应于超出量(75mm)的宽度出现了明显的缺口56。

[0200] 特别已表明,在由于对工作间隙外的半导体晶片因缺乏引导而出现过量超出量的情况下,由于半导体晶片或转盘的弯曲,半导体晶片从导引它的转盘的挖取部分中向轴向露出。当半导体晶片的超出部分再次进入工作间隙中时,半导体晶片就被支在转盘挖去部分中所述晶片通常为圆边一部分的边缘上。在超出量不是过大的情况下,当半导体晶片再次进入工作间隙时,在摩擦下其被迫回到挖去部分中;而在超出量过大的情况下,上述现象不会出现,从而半导体晶片就碎裂了。这种“快速返回”转盘挖去部分中的现象导致工作层边缘区域的材料去除过分升高。这就产生了在图10的比较例中出现的缺口56。比较例中半导体晶片的TTV是 $2.3\mu\text{m}$ 。缺口56是特别有害的,这是因为由于在那里的材料去除较大,粗糙度和损伤深度都增加,并且在缺口56区域内的厚度分布曲线的曲率很大,这会对半导体晶片的纳米拓扑产生特别不利的影响。

[0201] 根据本发明,超出量应当大于0%并小于半导体晶片直径的20%,并且优选在半导体晶片直径的2%到15%之间。

[0202] 对本发明的第三方法的说明

[0203] 以下将对于本发明的第三方法进行更为详细的说明。该方法包括使用其与工作层之间具有精确限定的相互作用的转盘。根据本发明,或者是转盘与工作层之间发生很小的相互作用,以使后者的切削行为不会被削弱,或者是转盘与工作层发生很大的相互作用,这样会针对性地使工作层变粗糙,从而使所述工作层在加工期间被连续磨锐。该方法通过选择合适的转盘材料来实现。

[0204] 本发明的第三方法基于以下的发现:现有技术已知的转盘用材料完全不适合实施本发明的研磨方法。例如在粗磨期间和双侧抛光期间所用的由金属构成的转盘,其在本发明的研磨方法中要经受高强度的磨损,并且与工作层之间会发生不希望的大相互作用。工作层优选包含金刚石作为磨料。检测到的高磨损是由金刚石在坚硬材料上的已知高磨削效应带来的;不希望的相互作用例如包括:金刚石中的碳高速地在铁金属中的成为合金(钢、不锈钢)。金刚石变脆并迅速失去其切削作用,所以工作层变钝,必须被重新磨锐。这样频繁的磨锐导致工作层材料被不经济地消耗、加工被不希望地频繁打断,还导致加工顺序

不稳定,以至这样加工的半导体晶片的表面结构、形状和厚度的连贯性都变差。此外,带有金属化磨蚀材料的半导体晶片污染也是不期望的。在以同样方法检测其它转盘材料,例如铝、阳极化铝、金属涂覆转盘(例如镀硬铬的保护层或由镍-磷构成的层)中同样存在类似的不利性能。

[0205] 由高强度、低滑动摩擦系数、且根据比较表在摩擦下具有低磨损的材料构成的转盘磨损保护涂层在现有技术中是公知的。虽然在例如双侧抛光期间,这种材料展示出很小的磨损,并且以此涂布的转盘可以经受高达几千次的加工周期,但是已证实,这样的非金属的硬涂层在本发明的研磨方法期间会遭受极高的磨损,因此是不适合的。实例有陶瓷或玻璃状(珩琅)涂层,以及由类似金刚石的碳(DLC)构成的涂层。

[0206] 进一步的研究发现,在本发明的研磨方法进行期间,每一种被考察的转盘金属都要经受或大或小的磨损,从而使存在的磨损材料与工作层发生相互作用。这通常会在工作层锋利度(切削能力)的快速丢失或更大的磨损。二者都是不期望出现的。

[0207] 为了找到合适的、不具有上述缺陷的转盘材料,对多种多样的转盘试样进行了考察。已经发现,如果只是承受工作层的单独作用,那么某些转盘材料或涂层实际上具有期望的性能。举例说明,例如由聚四氟乙烯(PTFE)构成的、市售的“滑动涂层”或“磨损保护涂层”被证实对工作层的单独作用具有抵抗能力。但是,如果在实施本发明的方法时使以这种方式涂布的转盘经受工作层和研磨浆料的双重作用,所述研磨浆由加工产生并且例如含有硅,那么就会发现,所述滑动或保护涂层也会极为迅速地磨损。

[0208] 这是由于,固定结合在工作层内的金刚石产生一种研磨作用,而在所制得的硅浆料中松散地包含有硅、氧化硅和其它颗粒,它们产生了粗磨作用。由研磨和粗磨效应组成的这种混合载荷形成了一种与单独研磨或粗磨作用完全不同的载荷。

[0209] 为实现本发明的第三方法,制备各种由不同材料构成的转盘,并且对其进行对比试验,以确定材料磨损和与工作层的相互作用。对这种“加速磨损试验”的说明如下:利用如图1和图2所示的、适于实施本发明方法的设备。在测试期间不用上部工作盘,因此将其旋转卸下。为了创造出相同的起始条件,在每一次对一系列转盘材料进行测试之前,都要对下部工作盘12进行重新磨锐,并且磨锐方法保持不变。对由进行磨损和相互作用测试的材料所构成的转盘13在多个点测量其平均厚度(微米),或者给出转盘和涂层的由称重测得的相对密度。转盘被插入到转动设备7和9中,并以第一重量均匀加载。测量半导体晶片15的平均厚度,或者优选通过称重确定。将半导体晶片插入转盘中,并以第二重量均匀加载。具有下部工作层12的下部工作盘4和转动设备7和9以固定的预选转速持续运动一定的时间周期。在该时间结束后,停止运动,将转盘和半导体晶片移出,并且在清洗和干燥后确定它们的平均厚度。在工作盘和转动设备相对于加载的转盘和半导体晶片运行期间,发生了转盘的材料去除(不期望的磨损)和半导体晶片的材料去除(期望的研磨作用)。重复数次这种顺次的称重、磨损/去除行为和称重。

[0210] 图18所示为确定的各种材料转盘的平均厚度损失(磨损速率A),其单位为 $\mu\text{m}/\text{min}$ 。与工作层接触的转盘的材料67和测试期间由半导体晶片材料去除而得的研磨浆以及试验条件都列于下表1中。表1还详细说明了与工作层接触的转盘材料和研磨浆是作为涂层(“层”,例如通过喷涂、浸渍、铺展和适当时随后的固化来提供)、作为膜还是作为固体材料。表1中所用的缩写代表:“GFP”=玻璃纤维增强塑料,“PPFP”=PP纤维增强塑料。各种塑料的

缩写就是通用的:EP=环氧化物;PVC=聚氯乙烯;PET=聚对苯二甲酸乙二酯(聚酯),PTFE=聚四氟乙烯,PA=聚酰胺,PE=聚乙烯,PU=聚氨酯以及PP=聚丙烯。ZSV216是所测试滑动涂层的产品名称,而硬纸是纸纤维增强的酚醛树脂。“陶瓷”表示埋入规定的EP基体的微陶瓷颗粒。“冷”代表通过膜背面以自粘合的方式装配,“热”代表热层压方法,其中膜的背面被施以热熔粘合剂,并通过加热和压制的方法连接到转盘芯上。“转盘载荷”栏规定了磨损测试期间转盘的重量载荷。所有情况下,半导体晶片的重量载荷都是9kg。

[0211]

缩写	转盘材料			应用	转盘载荷
	类型	层	膜		
a	EP-GFP			X	2
b	EP-GFP			X	4
c	PVC膜		X		2
D	PVC膜		X		4
E	PET (冷)		X		2
F	PET (热)		X		4
G	EP-CFP			X	4
H	PP-GFP			X	4
I	PP-PPFP			X	4
3	硬纸			X	4
K	PTFE II	X			4
l	PA膜		X		4
M	PE (I)	X			4
N	PE (II)	X			4
0	PU	X			4
p	EP/陶瓷	X			4
q	EP (底层)	X			4
r	滑动涂层ZSV216	X			4

[0212] 表1:用于磨损测试的转盘材料

[0213] 明显可看出,处在由工作层的研磨作用和由于半导体晶片去除得到的研磨浆料的粗磨作用的双重载荷之下,各种转盘材料得到了极为不用的转盘磨损速率。材料i(PP纤维增强PP)的数值无法可靠地确定(图18中用虚线表示测量点和误差棒)。在例如PVC(承受2kg测试载荷的c和承受4kg测试载荷的d)、PET(承受2kg测试载荷的热塑性自粘膜e和以热层压

方法施用的结晶PET膜f)、PP(h)和PE膜(很薄很柔软的低密度PE膜m和较厚较硬的具有不同分子量的低密度PE膜n)中出现了最低的磨损速率。弹性体PU(o)得到了特别低的磨损率。

[0214] 图19所示为在测试周期期间所得半导体晶片的材料去除量和测得的转盘磨损量的比率。该图直接引入了工作层的切削能力(锋利度),工作层在每次测试开始前都被重新磨锐。一些转盘材料快速地使工作层钝化,从而对半导体材料而言只得到了相对低的材料去除速率,转盘磨损率和半导体晶片材料的去除量的比率就会较为不利。高的“G因子”(材料去除比率)是有利的,其在由PVC(c和d)、PET(e和f)及陶瓷颗粒填充的EP(p)中得到;但是,PU(o)确定的所述比率仍然比上述材料的比率高10倍还多。

[0215] 图20所示为转盘材料的磨料与工作层之间的相互作用。该图显示,在同等测试条件下,分别经过10分钟(70)、30分钟(71)和60分钟(72)的测试周期后得到的、相对于参考材料c(在2kg测试载荷下的PVC膜)的平均去除速率的各材料的去除速率73。工作层的材料去除速率随时间降低是不期望的。这样的转盘迅速使工作层钝化,并且会导致必须频繁的进行重新磨锐及不稳定和不经济的工序。对于一些转盘材料,工作层锋利度降低如此迅速,以至于其在30分钟或60分钟内完全钝化,或者由这种材料构成的转盘如此不稳定,以至于在几分钟后就完全磨损或破裂,例如Pertinax(一种酚醛树脂浸渍纸,通常被称为“硬纸”)j、PE膜m或测试的EP底层的涂层q、或者“磨损保护涂层”ZSV216r。由材料PA(l)和PE(n)构成的转盘被证实是有利的,其对工作层的锋利度钝化作用较低。但是,弹性体PU(o)是特别稳定的,并且对工作层的锋利度具有低的钝化作用。

[0216] 此外,图20显示,转盘材料中的纤维增强层与工作层接触时会导致工作层特别快速的钝化:例如EP-GFP(a和b)、EP-CFP(g)和PP-GFP(h),工作层的研磨作用在10分钟后就急剧降低,并且再过几分钟后就几乎完全停止。与玻璃纤维增强的EP(a和b)相比,由不含玻璃纤维的EP(p)构成的涂层使工作层钝化明显较慢。因此,优选第一种材料不含有玻璃纤维、碳纤维和陶瓷纤维。

[0217] 对于本发明该第三方法的第一实施方式(转盘的相互作用较小),所使用的转盘完全由第一材料构成,或者带有整个或部分由第一材料构成的涂层,从而使得在加工期间只有这一层与工作层接触,所述第一材料具有高的耐磨损性。

[0218] 所述第一材料优选聚氨酯(PU)、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、硅、橡胶、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚酰胺(PA)和聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、环氧树脂和酚醛树脂。此外,使用聚碳酸酯(PC)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚醚醚酮(PEEK)、聚甲醛/聚缩醛(PON)、聚砜(PSU)、聚亚苯基砜(PPS)和聚亚乙基砜(polyethylene sulfone PES)也是有利的。

[0219] 热塑弹性体形式的聚氨酯(TPE-U)是特别优选的。同样特别优选的还有硅氧烷,例如硅橡胶(有机硅弹性体)或硅树脂,还有硫化橡胶形式的橡胶、丁苯橡胶(SBR)、丁腈橡胶(NBR)、乙烯-丙烯-二烯炔橡胶(EPDM)等等,以及氟橡胶。此外,特别优选部分结晶或无定形聚合物的PET,尤其是(共)聚酯系热塑性弹性体(TPE-E);也可以是聚酰胺,特别是PA66和热塑性聚酰胺弹性体(TPE-A);还可以是聚烯烃,例如PE或PP,特别是热塑性烯烃弹性体(TPE-O)。最后,PVC、特别是塑化的(软的)PVC(PVC-P)是特别优选的。

[0220] 对于涂层或固体材料,纤维增强塑料(FRP;掺混塑料)同样是优选的,纤维增强物不包括玻璃纤维、碳纤维和陶瓷纤维。天然纤维和合成纤维,例如棉花、纤维素等等和聚烯

烃(PE、PP)、芳族聚酰胺等等特别优选作为增强纤维。

[0221] 本发明转盘的示例性实施方式参考图21至图24的说明。图21所示为转盘15,其完全由第一材料构成(单层转盘)。举例说明,图21(A)所示为具有一个开口14的转盘,所述开口14用于接收一个半导体晶片,图21(B)所示为具有多个开口14的转盘,其用于同时接收多个半导体晶片。沿着所述接收开口,所述转盘都包括外齿部75,其啮合进由内部和外部针齿轮形成的加工机械的转动设备中,以及任选一个或多个穿孔或开口76,其主要用于更好地流通和交换冷却润滑剂,所述冷却润滑剂是向正面和背面之间(上部和下部工作层)的工作间隙提供的。

[0222] 图21(C)所示为在进一步的示例性实施方式中,根据本发明由第一材料形成的单层转盘,在该转盘中,用于接收半导体晶片的开口14衬有第三材料77。如果转盘15的第一材料十分坚硬并且直接与半导体晶片接触,这将会导致半导体晶片边缘区域被破坏的风险加大,因此该额外的内衬77是优选的。内衬77的第三材料因此应当选择为较柔软,从而阻止边缘损害。所述内衬通过例如粘接或锁合与转盘15相连,恰当时,可以通过“楔形榫接”78扩大接触面积,如图21(C)中示例性的实施方式所示。合适的第三材料77的实例在EP 0208315B1中公开。

[0223] 同样优选的是转盘具有以下的芯,其是由具有比与工作层接触的涂层更高刚性(弹性模量)的材料构成,而所述芯不与工作层接触。特别是合金钢的金属、尤其是被保护不受腐蚀的(不锈钢)和/或弹簧钢以及纤维增强塑料是特别优选作为转盘芯的。在此情况下,涂层、即第一材料优选由未增强的塑料构成。涂层优选通过沉积、浸渍、喷涂、灌注、温粘接或热粘接、化学粘接、烧结或锁合来施用到芯上。涂层还可以包括数个点或条,其通过连接或压制、注塑或粘接而插入芯的匹配孔内。

[0224] 如图22所示,这样的多层转盘的示例性实施方式包括由第二材料构成的芯15,还包括由第一材料构成的正面79a和背面79b。在这种情况下,图22(A)描述了一种转盘,其中其正面和背面的整个芯15区域被涂布,而图22(B)描述了另一种转盘,其只被涂布了部分区域,其中在所示的示例性的实施方式中,用于接收半导体晶片的开口和转盘外齿部的环形区域80没有被覆盖。

[0225] 根据图22(B)的实例的只有部分被覆盖的转盘的优点包括:例如,可以为用于接收半导体晶片的开口的边缘提供由第三材料77构成的内衬,如图21(C)中所示,该内衬只与芯15的较坚硬的第二材料连接,并且任选可以在涂布之前或之后施用;或优点还包括:例如外齿部区域保持不被低磨损的第一材料覆盖,这样,在加工机械的转动设备旋转期间,不利的材料磨损就可得以避免。

[0226] 由刚性纤维例如玻璃或碳纤维、特别是超高模量的碳纤维构成的增强纤维优选被用于芯的塑料中,所述芯不与工作层接触。

[0227] 涂层特别优选以预制膜的形式、通过连续方法中的层压(辊层压)来提供。在此情况下,利用冷粘接粘合剂的方法,或者特别优选为利用温或热熔粘合(热层压)的方法,将膜覆盖在背面上,并包括基底聚合物TPE-U、PA、TPE-A、PE、TPE-E或乙烯-醋酸乙烯酯(EVAc)或类似物。

[0228] 此外,优选转盘包括刚性的芯和单独的隔离物,该隔离物由具有低滑动阻力的耐磨材料构成,其被设置为在加工期间使芯不与工作层接触。

[0229] 具有这种类型隔离物的转盘的示例性实施方式在图23中表示。隔离物可以例如是在正面(81a)和背面(81b)上的“突起”或“点”81或伸长的“棒”82,并且在各种情况下,其可以是任何希望的形状和具有任何期望的数量(图23(A))。这些隔离物82a(转盘正面)和82b(背面)可以例如通过粘接方法与转盘15连接在一起(图23(B)),例如通过数个覆盖元件82(和81)的背面自粘涂层83,或者以锁合的方式装配进转盘上的孔中(84),或者是通过填塞、铆接、熔融等方法将元件85穿过转盘中的通孔,并且在转盘的正面和背面加宽(压制,等等)为例如蘑菇形。此外,根据图22中示例性的实施方式的正面(79a)和背面(79b)的涂层也可通过多个接片彼此连接,所述接片依照图23(B)的中涂层元件84和85而延伸穿过转盘中的孔,并且可以由此提供一种额外的保护,防止所施用的涂层79的松脱。

[0230] 最后,优选由第二材料构成的芯还独有地具有转盘的薄的外部环形架体,该环包括用于被转动设备驱动的转盘齿部。由第一材料构成的嵌体包括一个或多个用于接收各半导体晶片的挖去部分。优选第一材料通过锁合、粘接方法或注塑与环形架体相连接。这种架体优选是充分刚性的,并且比嵌体的磨损要小。在加工期间,优选只有嵌体与工作层接触。由PU、PA、PET、PE、PU-UHWM、PBT、POM、PEEK或PPS构成的、带有嵌体的钢架体是特别优选的。

[0231] 如图24所示,优选带有齿部的环形架体86比嵌体87更薄,架体86连接在嵌体87上,并基本处于所述嵌体厚度的中间,以使由第二材料构成的架体不会与加工设备的工作层接触。在嵌体87和架体86之间的连接部位优选表现为钝化形式,如同在图23(B)中隔离物84以锁合的方式压制装配所示,或者与图23(B)中的隔离物85的实例一致,超出架体86边缘的嵌体87被加宽。

[0232] 如果上述隔离物由于与工作层接触而被磨损,则特别优选的是这些隔离物可以通过接入芯的孔中或通过粘接方法连接在芯表面上,从而可以容易的进行更换。

[0233] 同样特别优选的是,如果磨损的部分或整个区域的涂层可以从芯容易地剥离,那么就可以通过涂覆新的涂层而加以更新。在合适的材料下,这种剥离可以十分简单地通过合适的溶剂(例如用四氢呋喃THF来剥离PVC)、酸(例如通过甲酸来剥离PET或PA)、或者通过在富氧气氛下的加热(焚化)作用来进行。

[0234] 在所述芯由贵重材料如不锈钢构成,或由通过费力的材料去除(研磨、粗磨、抛光)至校准厚度、并进行热处理或以其它方式后处理或者进行涂覆的金属如钢、铝、钛或者它们的合金构成,或者由高性能塑料等构成(PEEK、PPS、POM、PSU、PES或类似物,恰当时还可以含有额外的增强纤维物)时,优选在涂层过分磨损之后通过反复重新涂覆磨损涂层来重新使用转盘。特别优选的是,在此情况下,通过层压叠合地涂覆膜形式的涂层,而所述膜已经通过冲压、切割绘图器或类似方法预先配合精确地裁切为转盘的尺寸,这样就不再需要进行再加工,例如修整涂层的可能的突出部分、修边、去毛刺等。特别优选的是,当芯由高性能塑料构成时,已磨损的第一涂层的剩余物也可以保留在此。

[0235] 当芯由便宜的材料例如可能还有另外的纤维增强塑料如EP、PU、PA、PET、PE、PBT、PVB等构成时,单涂层是优选的。在这种情况下,特别优选涂布在芯的坯体(板坯)上进行,并且转盘只从“夹层”的板坯分离,所述夹层板材由背面涂层、芯和正面涂层构成,分离通过研磨、切削、水喷射切削、激光切割或类似方法来进行。在该示范性实施方式中,在涂层大致已磨损到芯之后,转盘就报废了。

[0236] 作为实施例,图11所示为由连续加工路径F得到的半导体晶片的平均材料去除速

率MAR,其中根据本发明的转盘没有影响所用工作层的锋利度。在此所示的整个15个加工周期中,平均去除速率(48)保持基本不变。在加工周期中,半导体晶片材料去除量为 $90\mu\text{m}$ 。转盘包括正面和背面提供有 $100\mu\text{m}$ 厚的PVC涂层的不锈钢芯。由于磨损引起的该涂层的厚度减小在每个加工周期中为 $3\mu\text{m}$ 。

[0237] 作为比较例,图12所示为由连续加工路径F得到的半导体晶片的平均材料去除速率MAR,其中使用了非本发明的转盘,其对工作层有减小锋利度的作用。从加工周期到加工周期,材料的去除速率连续减小,在所示的14个加工周期中,材料去除速率从开始时的 $30\mu\text{m}/\text{min}$ 减小到小于 $5\mu\text{m}/\text{min}$ 。转盘由玻璃纤维增强的环氧树脂构成。由于磨损引起的该涂层厚度的减小为每加工周期 $3\mu\text{m}$ 。

[0238] 在根据本发明的第三方法的第二实施方式中(“磨锐转盘”),使用的转盘完全由第二种材料构成,或者其与工作层接触部分的涂层由第二材料构成,所述第二材料含有磨锐工作层的物质。

[0239] 优选所述第二材料含有硬物质,并且在其与工作层接触时经受磨损,由此用于磨锐工作层的硬物质由于磨损而被释放。特别优选在第二材料磨损中释放的硬物质比工作层中含有的磨料更软。特别优选被释放的材料是刚玉(Al_2O_3)、碳化硅(SiC)、氧化锆(ZrO_2)、二氧化硅(SiO_2)或氧化铈(CeO_2),而工作层中所含的磨料是金刚石。特别优选的是,从转盘的第一材料中释放的硬物质是如此软(SiO_2 、 CeO_2)或它们的粒径是如此小,以至于它们不会增大由工作层的磨料加工所确定的半导体晶片的表面粗糙度和损伤深度。

[0240] 通常,对于两个工作层,转盘与工作层之间的相互作用程度是不同的。这是由于例如转盘的固有重量,其导致对下部工作层的相互作用加大,或者是由于其被提供到工作间隙中、并且在上侧和下侧上产生不同的冷却润滑剂膜的加工助剂(冷却润滑)的分布。特别是当使用非本发明的转盘时,这种转盘会减小工作层的锋利度,在这种情况下,在上部和下部工作层之间会得到非常不对称的钝化。这就会使半导体晶片正面和背面的材料去除不同,从而使半导体晶片出现了粗糙度诱导的变形。

[0241] 作为实施例,图13所示为由本发明转盘加工的半导体晶片(55)的翘曲W,所述转盘由PVC构成,并且作为比较例,图13还显示了由非本发明的转盘加工的半导体晶片(54)的翘曲。非本发明的转盘由实施例所示的不锈钢构成。工作层的金刚石中的碳被释放到不锈钢中,金刚石变脆且工作层变钝。由于转盘的重量,转盘与下部工作层的相互作用大于其与上部工作层的相互作用,所以下部工作层就钝化得更快。这样的结果就是,半导体晶片的下侧和上侧的材料去除就非常不对称,并且正面和背面的粗糙度也大为不同。由此形成了翘曲(应变引起的翘曲)。将半导体晶片上的径向测量位置R的翘曲描绘出来。翘曲W表示在没有任何力的情况下支撑着的半导体晶片由于在其整个直径上的变形或应变引起的最大弯曲。根据本发明加工而成的半导体晶片的翘曲为 $7\mu\text{m}$,而非本发明方法加工的半导体晶片的翘曲为 $56\mu\text{m}$ 。

[0242] 作为实施例,图14所示为由本发明转盘(PVC膜,成压在由不锈钢构成的芯上)加工的半导体晶片(58)的下侧(U)和上侧(O)的损伤深度(亚表面损伤,SSD),同时,作为比较例,图14还显示了由非本发明的转盘(玻璃纤维增强的环氧树脂)加工的半导体晶片(59)的上、下侧的损伤深度。对于根据本发明加工的半导体晶片58,其两侧的SSD是相同的,都处于测量误差范围内。而对于非本发明加工的半导体晶片59,由上部工作层加工的O侧的SSD显著

低于根据本发明加工的半导体晶片的双侧SSD,而由下部工作层加工的U面的SSD显著高于根据本发明加工的半导体晶片的双侧SSD。SSD通过激光-声学测量方法(激光脉冲激发后的声弥散测量)确定。

[0243] 作为实施例,图15所示为利用本发明的转盘(PVC在不锈钢上)加工的半导体晶片(58)的上侧(O)和下侧(U)的RMS粗糙度RMS,同时,作为比较例,图15还显示了利用非本发明的转盘(玻璃纤维增强的环氧树脂)加工的半导体晶片(59)的上、下侧的RMS。对于根据本发明加工的半导体晶片(58),其两侧的粗糙度是相同的,都处于测量误差范围内。而对于非本发明加工的半导体晶片59,由上部工作层加工的O面的粗糙度显著低于根据本发明加工的半导体晶片的双侧粗糙度,而由下部工作层加工的U面的粗糙度显著高于根据本发明加工的半导体晶片的双侧粗糙度。(RMS=均方根,粗糙度波动幅度的RMS值。)粗糙度利用触针式表面光度仪确定(80 μ m过滤长度)。

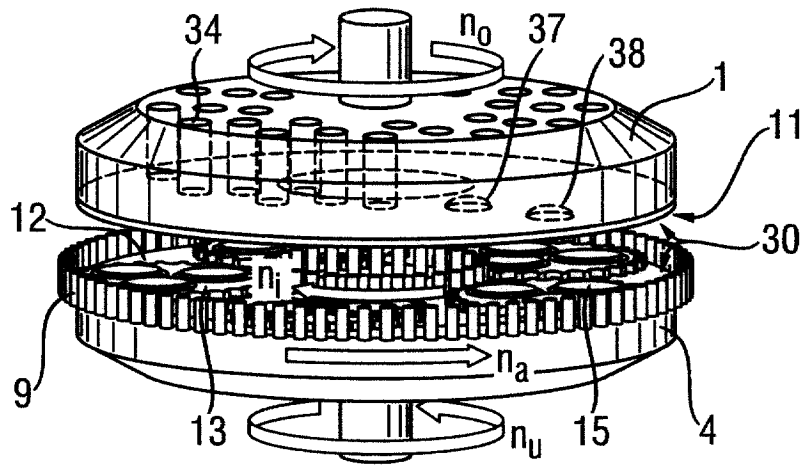


图1

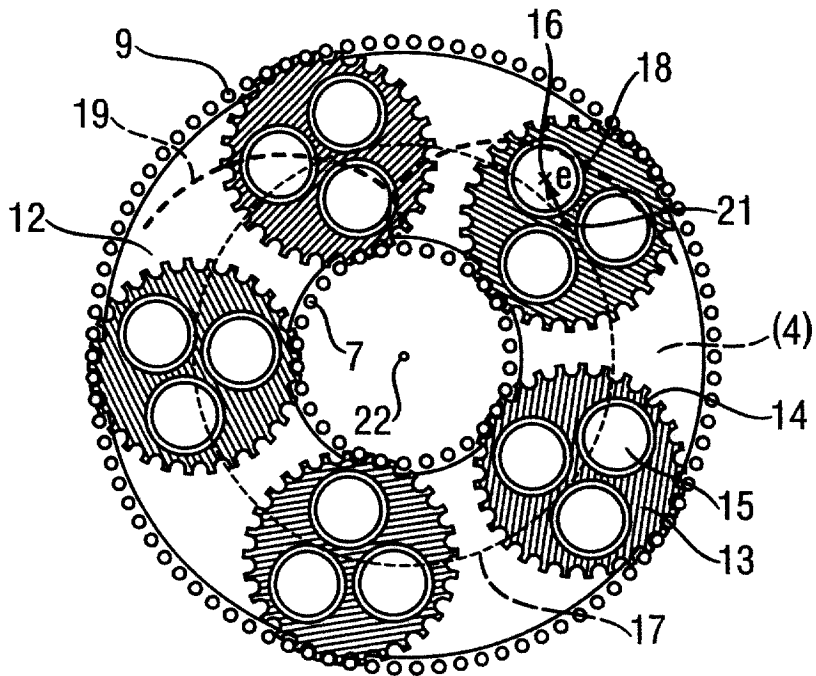


图2

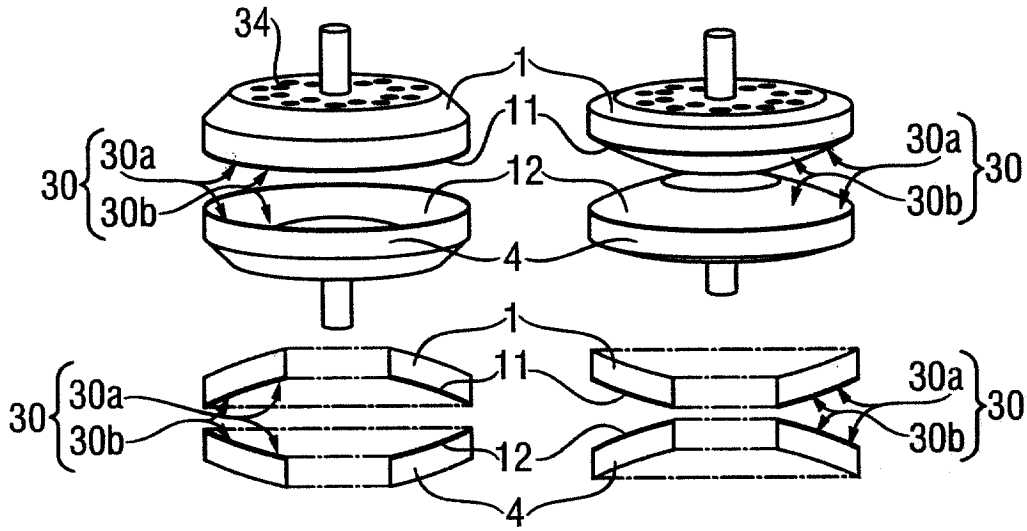


图3

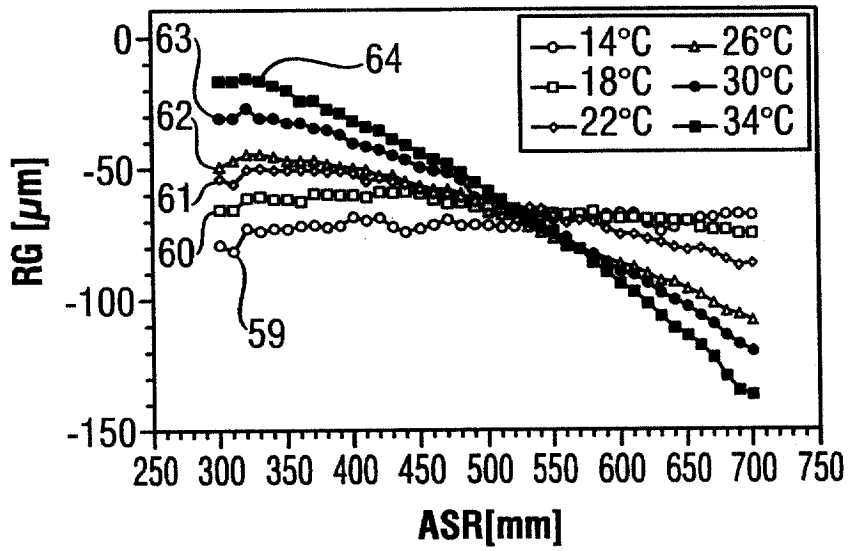


图4

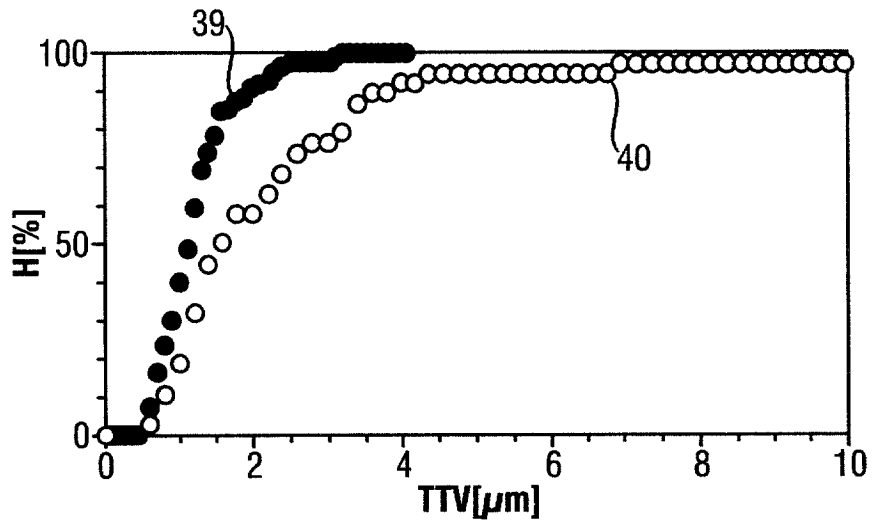


图5

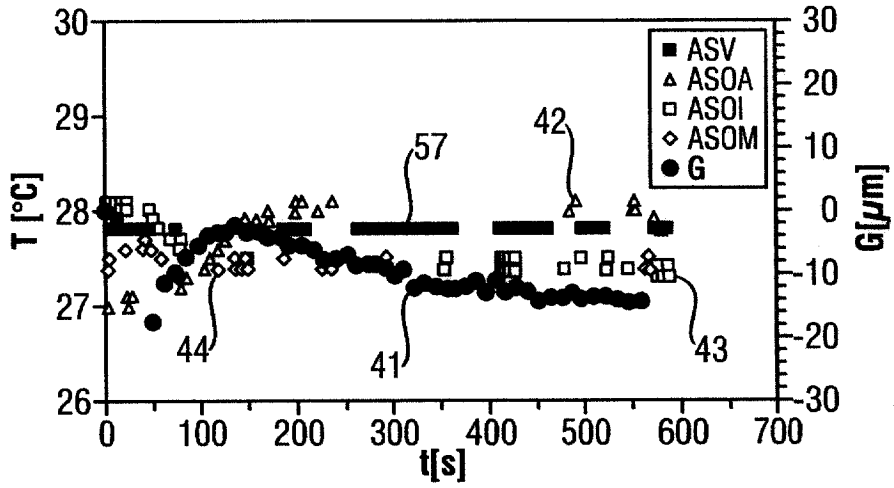


图6

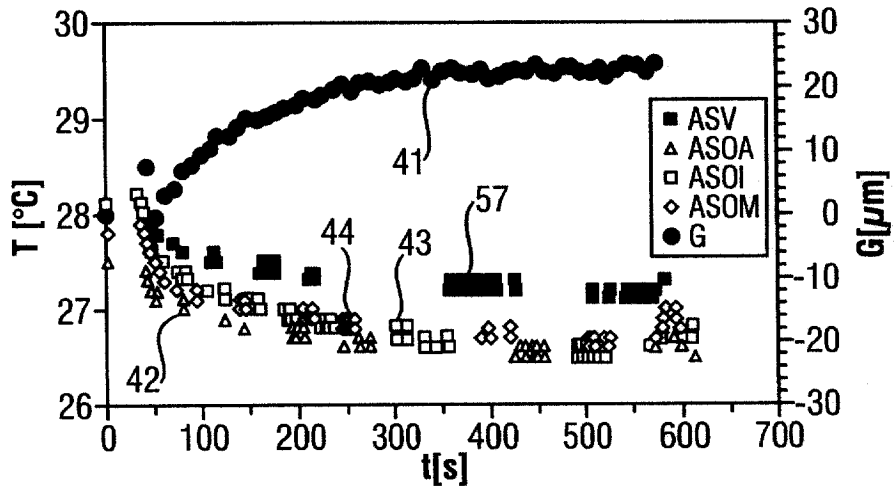


图7

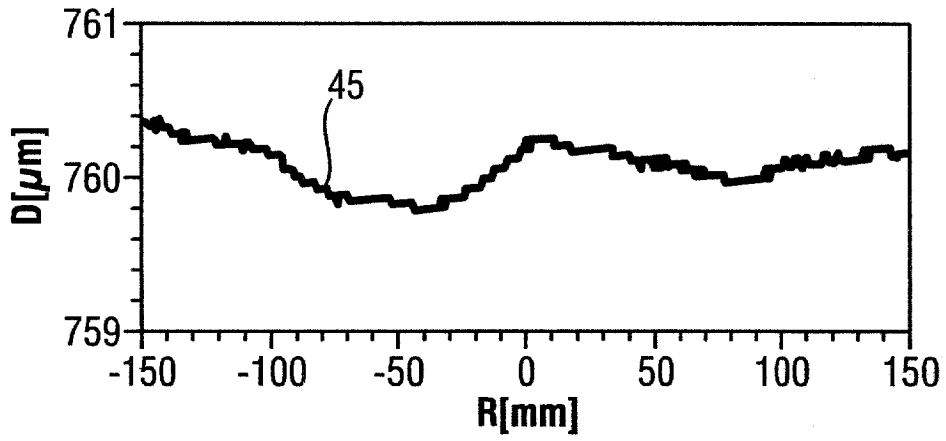


图8

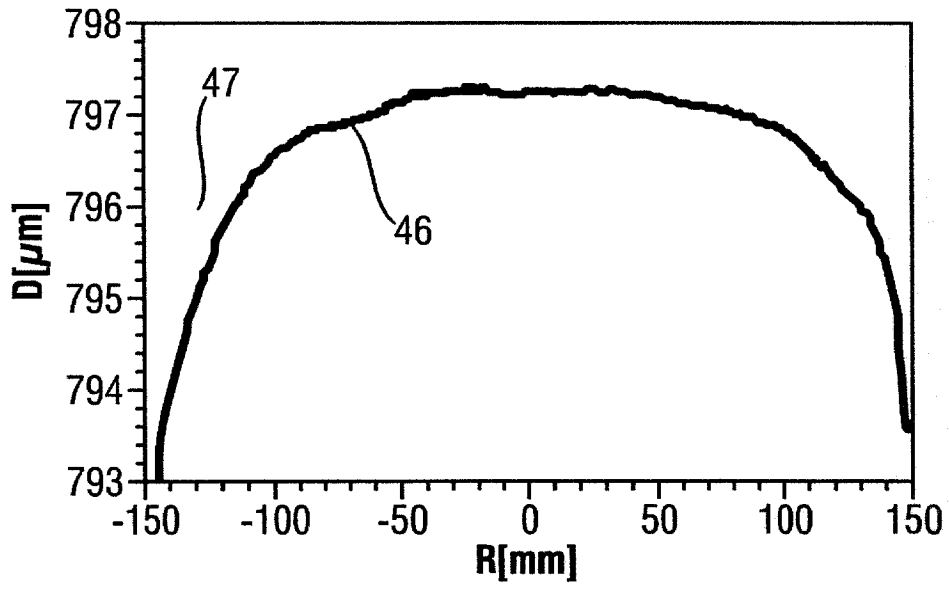


图9

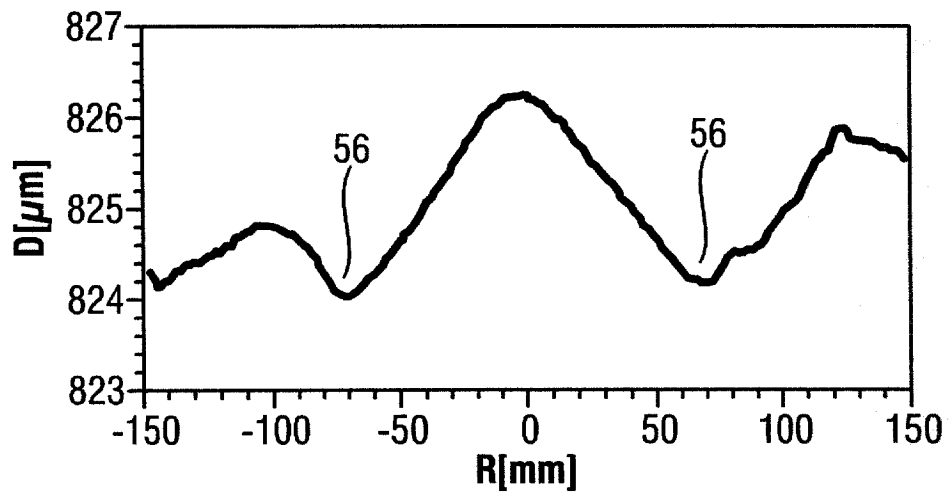


图10

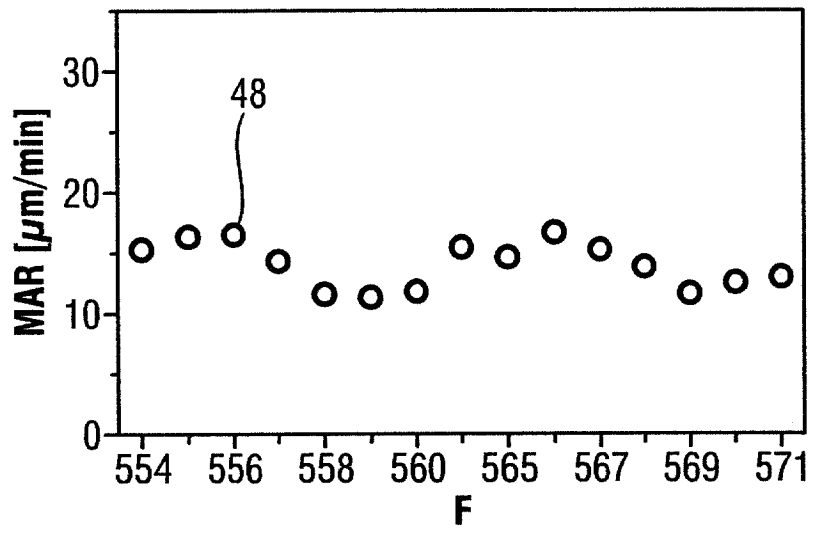


图11

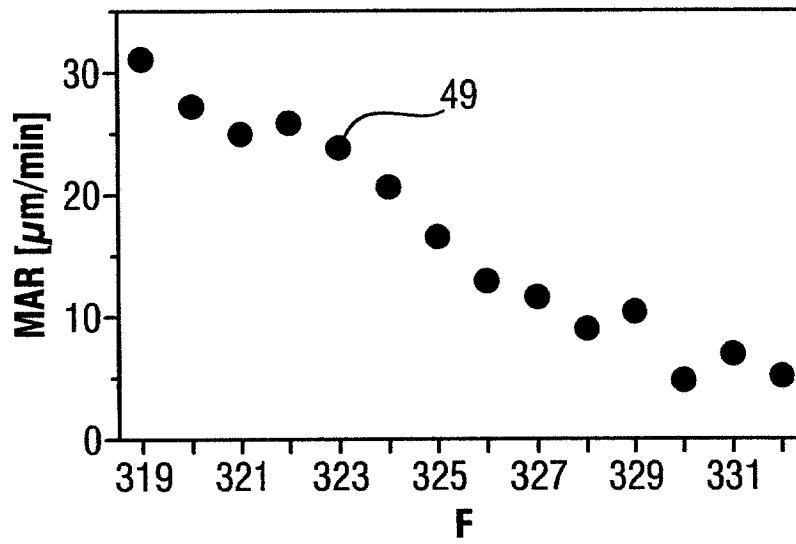


图12

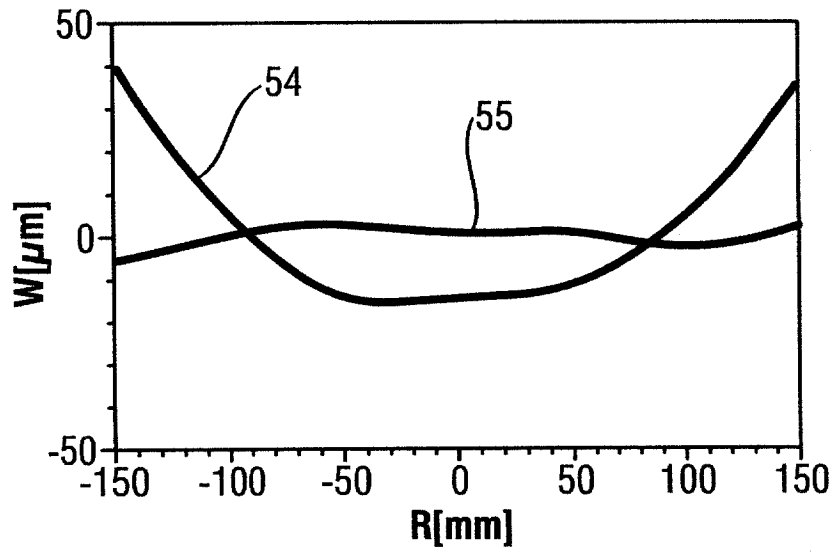


图13

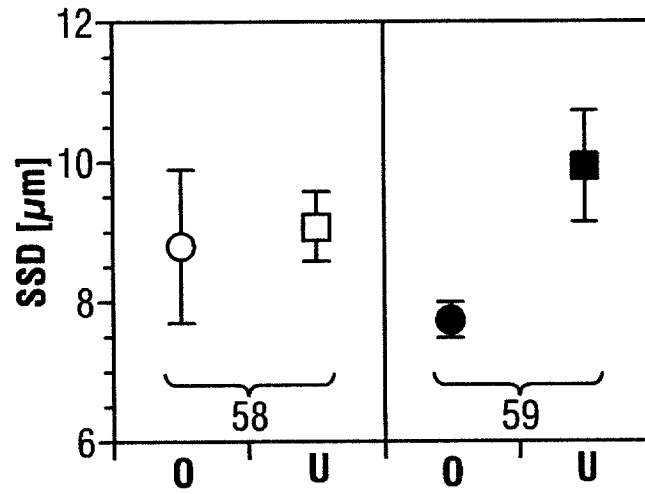


图14

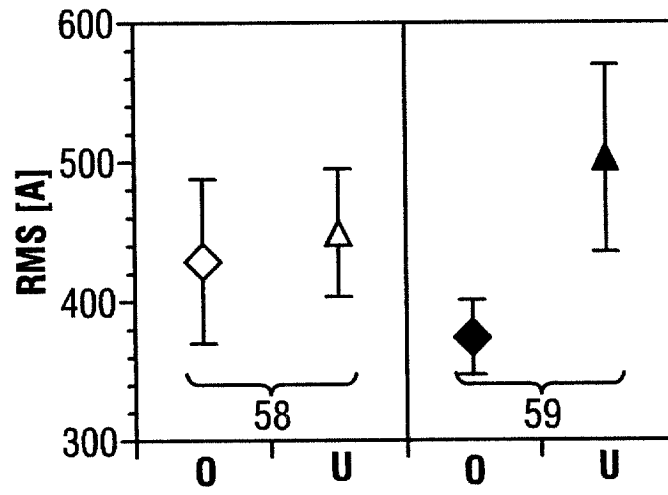


图15

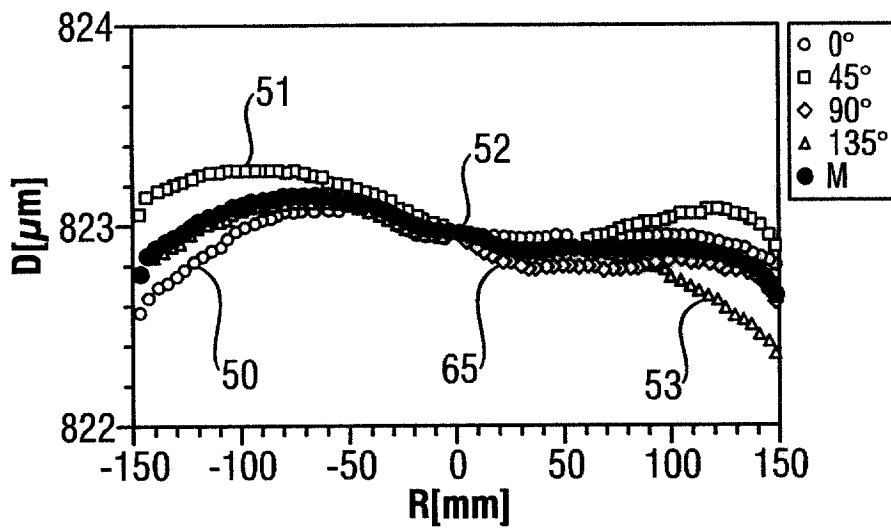


图16

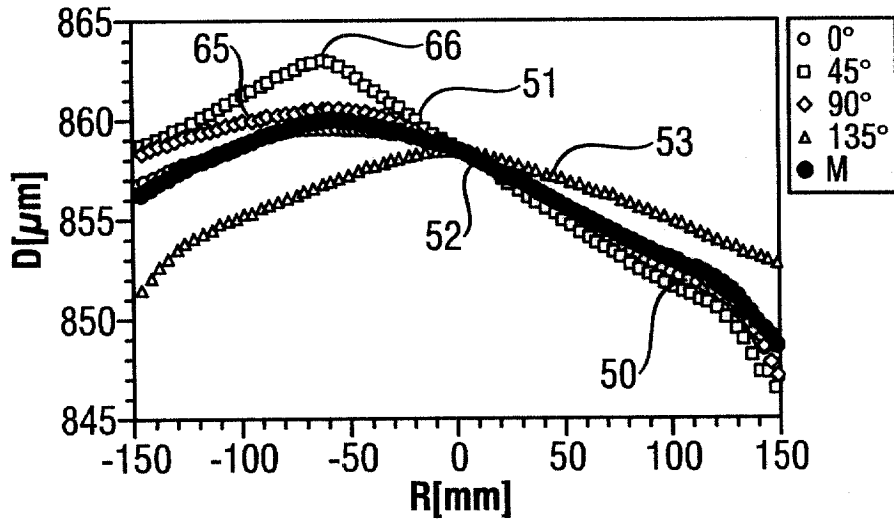


图17

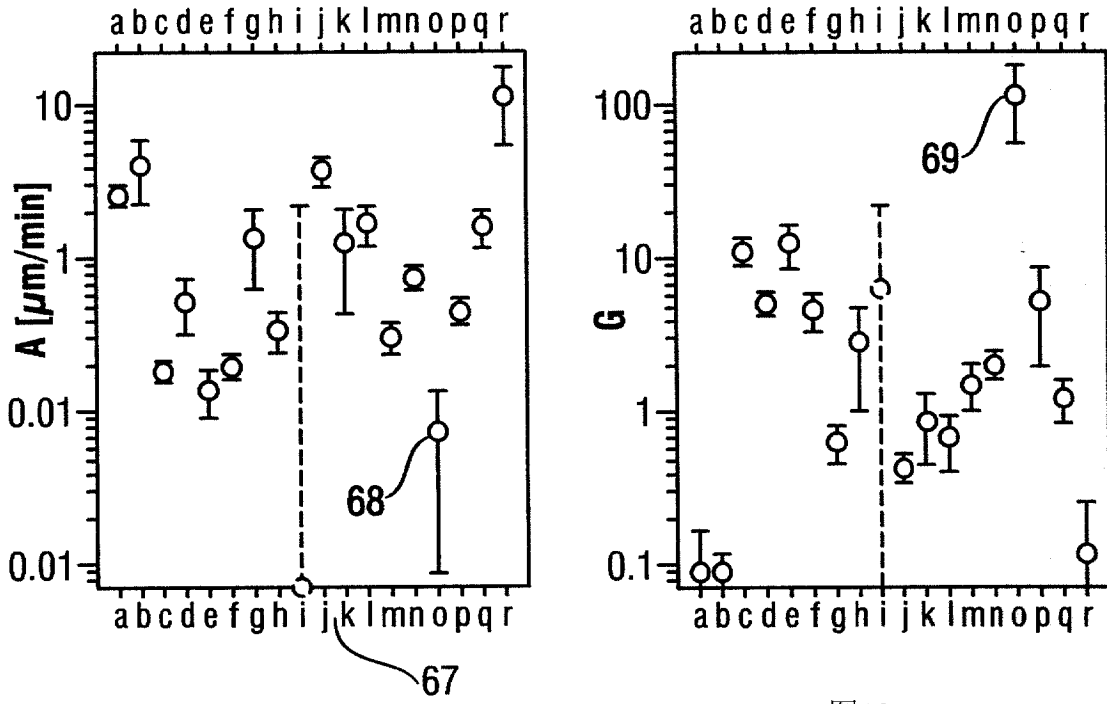


图19

图18

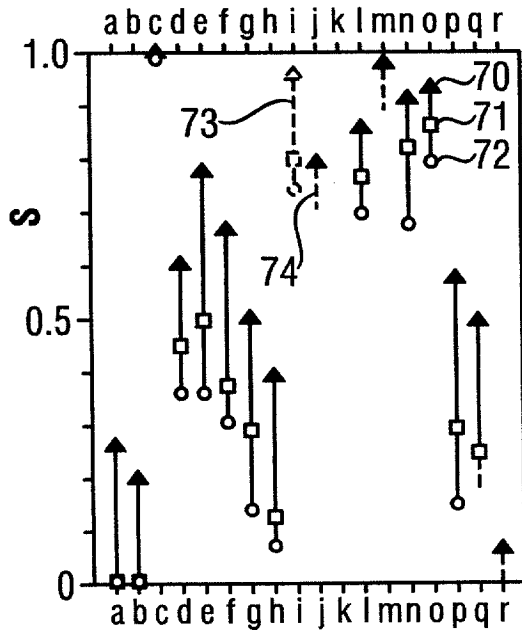


图20

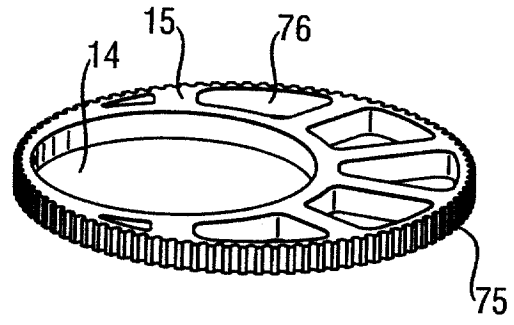


图21A

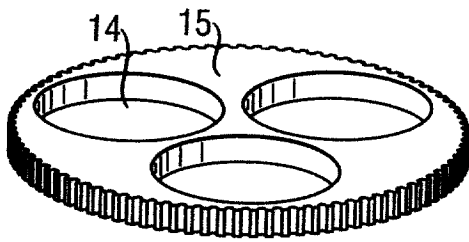


图21B

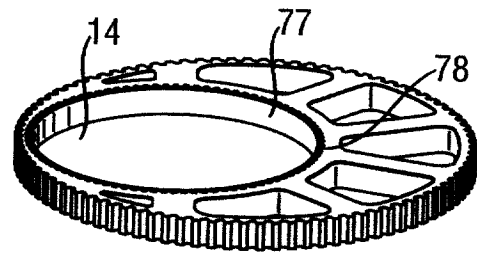


图21C

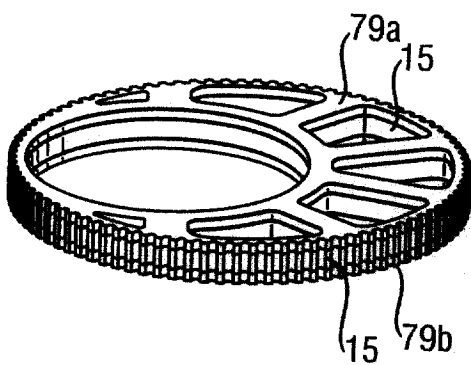


图22A

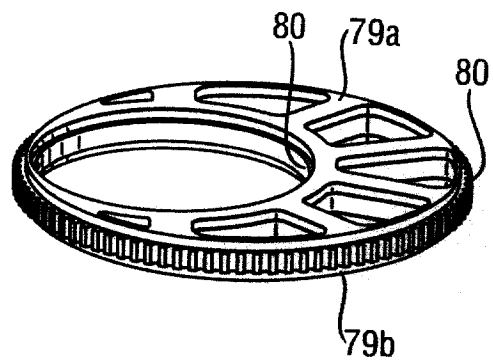


图22B

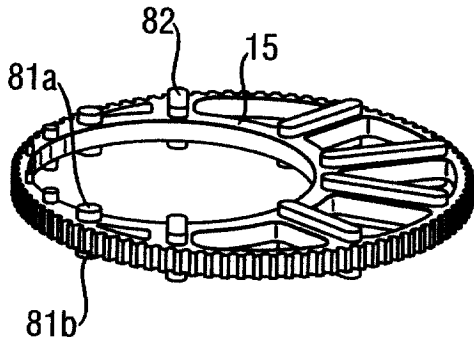


图23A

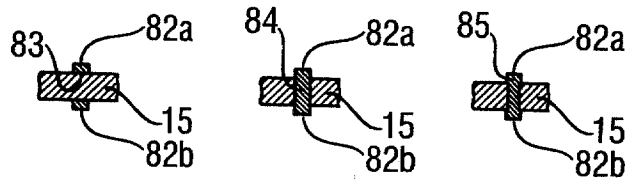


图23B

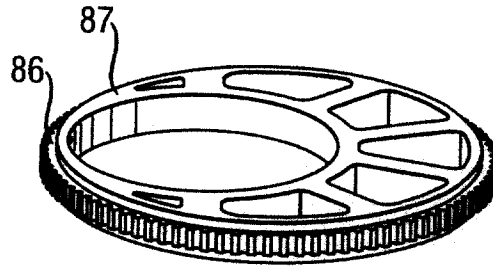


图24

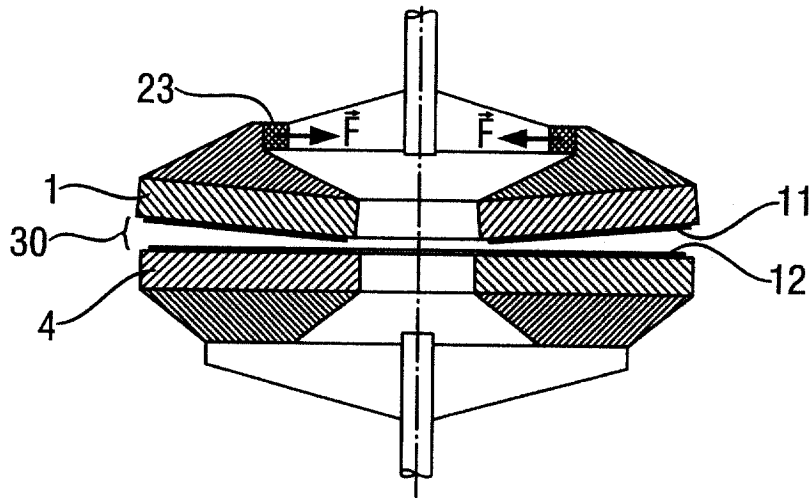


图25A

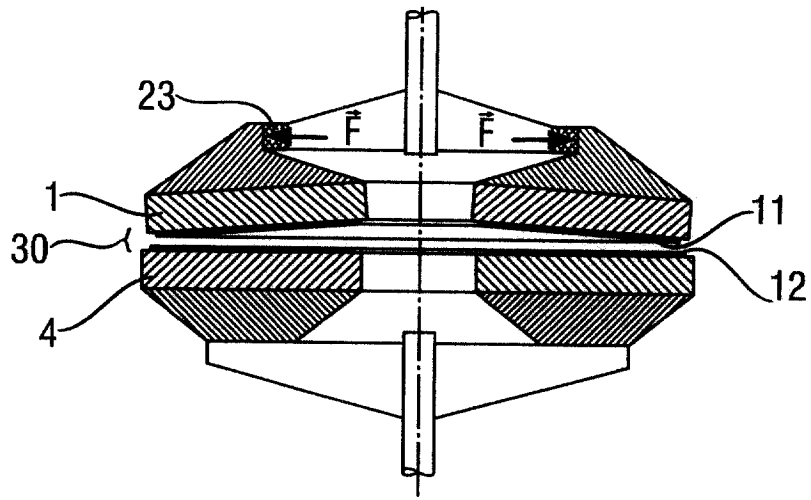


图25B

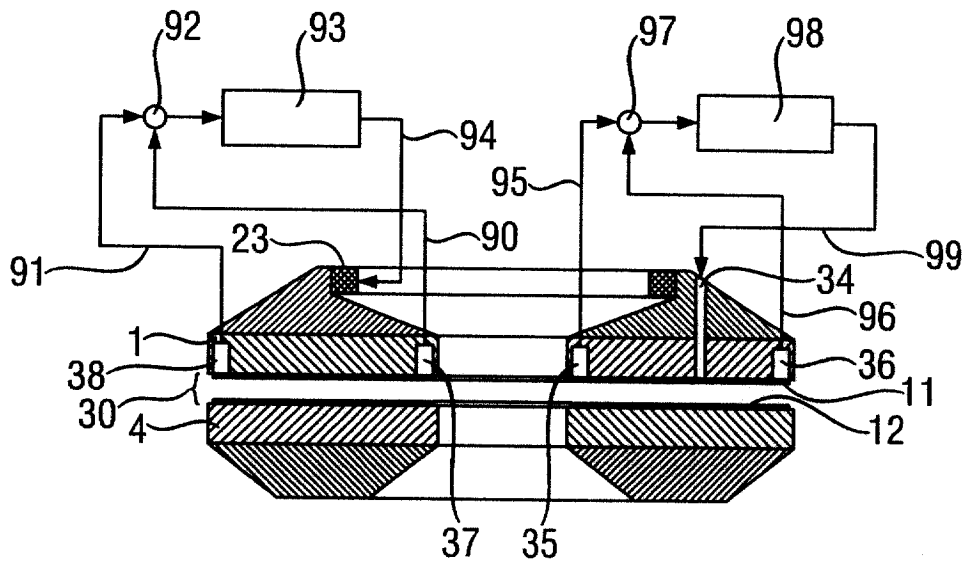


图26