



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107012495 B

(45)授权公告日 2019.04.30

(21)申请号 201710089748.7

(22)申请日 2012.09.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107012495 A

(43)申请公布日 2017.08.04

(30)优先权数据

61/533,779 2011.09.12 US

13/609,037 2012.09.10 US

(62)分案原申请数据

201210354922.3 2012.09.12

(73)专利权人 诺发系统公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 何志安 冯敬斌

尚蒂纳特·古艾迪

弗雷德里克·D·威尔莫特

(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.

C25D 17/00(2006.01)

C25D 7/12(2006.01)

C25D 17/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 101798698 A,2010.08.11,

US 2002040853 A1,2002.04.11,

US 2009107835 A1,2009.04.30,

US 2009107836 A1,2009.04.30,

US 6755946 B1,2004.06.29,

US 6071388 A,2000.06.06,

US 6156167 A,2000.12.05,

US 3755946 ,1973.09.04,

CN 103031580 A,2013.04.10,

审查员 危灿

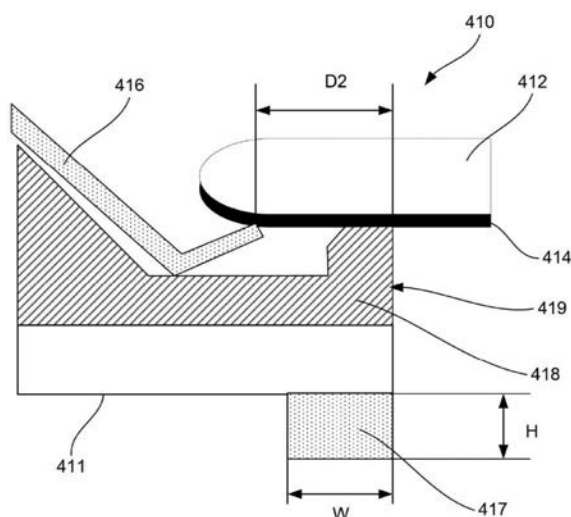
权利要求书2页 说明书11页 附图11页

(54)发明名称

具有杯底部轮廓的镀杯

(57)摘要

本申请公开了一种用于在夹盘组件中进行电镀期间与晶片啮合以及在电镀期间向该晶片提供电流的杯。该杯可包括弹性密封件,其设置在所述杯上并被配置成在电镀期间与所述晶片啮合,其中一旦啮合,所述弹性密封件基本上将电镀液从所述晶片的周边区域排除,并且其中所述弹性密封件和所述杯是环形的,并且包括一个或多个接触元件,其用于在电镀期间向所述晶片供应电流,该一个或多个接触元件被连接至所述杯上并且从设置在所述弹性密封件上的金属带朝向该杯的中心向内延伸。该杯的凹口区域可具有在该杯的底表面的一部分上的突出物或者绝缘部分,其中该凹口区域与所述晶片内的凹口对齐。



1. 一种装置,包括:

电镀夹盘组件,其被配置成保持电解液,所述电镀夹盘组件包括用于在电镀期间啮合晶片的杯,其中所述杯包括:

弹性密封件,其设置在所述杯上,其中所述杯和所述弹性密封件是环形的;

一个或多个接触元件,该一个或多个接触元件被连接至所述杯上并且从设置在所述弹性密封件上的金属带朝向该杯的中心向内延伸;以及

突出物,其在所述弹性密封件的内边缘的下方被连接至所述杯的底表面的一部分并从该杯的底表面的该部分延伸,其中该杯的底表面的该部分为有角的部分以用于在电镀期间与所述晶片内的凹口对齐;

控制器,其被配置成利用程序指令执行下述操作:

在所述弹性密封件的所述内边缘处使所述弹性密封件与所述晶片啮合以从所述晶片的周边区域基本上排除所述电解液;以及

在电镀期间向所述晶片提供电流,其中所述突出物被配置成减少从所述晶片的所述周边区域吸取的电流。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述杯的底表面的所述部分与该杯内的凹口区域相对应,其中该凹口区域限定该杯的一区域,在该区域内,从所述晶片的中心至所述弹性密封件的内边缘的距离少于在该杯的非凹口区域内的从所述晶片的中心至所述弹性密封件的内边缘的距离。

3. 如权利要求1所述的装置,其中所述突出物的高度在600微米至1000微米之间。

4. 如权利要求1所述的装置,其中所述突出物的宽度在该突出物的长度方向上逐渐变小,其中该突出物的长度与该突出物的宽度是垂直的。

5. 如权利要求4所述的装置,其中所述突出物在靠近该突出物的长度的中心处是最宽的。

6. 如权利要求1所述的装置,其中所述突出物与所述晶片的所述凹口对齐,并且其中围绕所述晶片的周边的电流密度分布基本上是均匀的。

7. 如权利要求1所述的装置,其中所述弹性密封件具有被配置成与所述晶片的周边区域啮合的直径。

8. 一种装置,包括:

电镀夹盘组件,其被配置成保持电解液,所述电镀夹盘组件包括用于在电镀期间啮合晶片的杯,其中所述杯包括:

弹性密封件,其设置在所述杯上,其中所述杯和所述弹性密封件是环形的;

一个或多个接触元件,该一个或多个接触元件被连接至所述杯上并且从设置在所述弹性密封件上的金属带朝向该杯的中心向内延伸;以及

位于所述杯的底表面的一部分上的绝缘层,所述绝缘层跨越所述杯的所述底表面的所述部分的宽度并且在所述弹性密封件下方,其中所述绝缘层包括电绝缘材料,并且所述杯的所述底表面的所述部分包括导电材料,其中所述杯的所述底表面的所述部分为有角的部分,以用于在电镀期间与所述晶片内的凹口对齐;

控制器,其被配置成利用程序指令执行下述操作:

在所述弹性密封件的内边缘处使所述弹性密封件与所述晶片啮合以从所述晶片的周

边区域基本上排除所述电解液;以及

在电镀期间向所述晶片提供电流,其中所述绝缘层被配置成减少从所述晶片的所述周边区域吸取的电流。

9.如权利要求8所述的装置,其中所述杯的底表面的所述部分设置在该杯的凹口区域,其中该凹口区域对应于该杯的一区域,在该区域中,从所述晶片的中心至所述弹性密封件的内边缘的距离少于在该杯的非凹口区域内的从所述晶片的中心至所述弹性密封件的内边缘的距离。

10.如权利要求9所述的装置,其中所述凹口区域包括电绝缘涂层并且所述非凹口区域包括导电材料。

11.如权利要求8所述的装置,其中所述绝缘层的电导率低于所述杯的底表面的所述部分的电导率。

12.如权利要求11所述的装置,其中所述绝缘层包括塑料。

13.如权利要求12所述的装置,其中所述绝缘层沿着所述杯的底表面的整个宽度延伸。

14.如权利要求8所述的装置,其中所述绝缘层包括高度在600微米至1000微米之间的突出物。

15.如权利要求8所述的装置,其中所述绝缘层与所述晶片的凹口是对齐的,并且其中围绕所述晶片的周边的电流密度分配基本上是均匀的。

16.如权利要求8所述的装置,其中所述弹性密封件具有被配置成与所述晶片的周边区域啮合的直径。

17.一种装置,包括:

电镀夹盘组件,其被配置成保持电解液,所述电镀夹盘组件包括用于在电镀期间啮合晶片的杯,其中所述杯包括:

弹性密封件,其设置在所述杯上,其中所述杯和所述弹性密封件是环形的;

一个或多个接触元件,该一个或多个接触元件被连接至所述杯上并且从设置在所述弹性密封件上的金属带朝向该杯的中心向内延伸,其中在所述杯的凹口区域内的所述接触元件中的每一个比在所述杯的非凹口区域的所述接触元件中的每一个长,其中该凹口区域对应于该杯的一区域,在该区域中,从所述晶片的中心至所述弹性密封件的内边缘的距离少于在该杯的非凹口区域内的从所述晶片的中心至所述弹性密封件的内边缘的距离,所述接触元件与所述凹口区域内的所述弹性密封件的所述内边缘之间的距离至少基本上与所述弹性密封件与所述非凹口区域内的所述弹性密封件的所述内边缘之间的距离相同;

控制器,其被配置成利用程序指令执行下述操作:

在所述弹性密封件的内边缘处使所述弹性密封件与所述晶片啮合以从所述晶片的周边区域基本上排除所述电解液;以及

在电镀期间向所述晶片提供电流,其中所述凹口区域内的所述接触元件中的每个和所述非凹口区域内的所述接触元件中的每个被配置成施加在电镀期间施加至所述晶片的基本上相同的电压。

具有杯底部轮廓的镀杯

[0001] 本申请是申请号为201210354922.3、申请日为2012年9月12日、发明名称为“具有杯底部轮廓的镀杯”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求申请号为61/533,779、申请日为2011年9月12日,名称为“具有有轮廓的杯底部的镀杯”(“PLATING CUP WITH CONTOURED CUP BOTTOM,”)的美国专利临时申请的优先权,基于所有目的,其全部内容通过引用方式并入本文。

技术领域

[0004] 本发明涉及集成电路的镶嵌互连的形成,和在集成电路的制造过程中所使用的电镀装置。

背景技术

[0005] 电镀是在集成电路(IC)制造中沉积一个或多个层的传导性金属的常用的技术。在一些制造工艺中,其用来在各种衬底的特征之间沉积单个或多个层级的铜互连。电镀的装置通常包括电镀池,其具有电解液池/浴和在电镀期间设计用来托持半导体衬底的夹盘(clamshell)。

[0006] 在电镀装置的操作过程中,使半导体衬底浸入电解液池,致使衬底的一个表面暴露在电解液中。利用与衬底表面建立的一个或多个电接触来驱动电流通过电镀池并且将来自电解液中存在的金属离子中的金属沉积在衬底表面上。通常地,电接触元件用于在该衬底和作为电流源的母线之间形成电连接。然而,在某些配置中,被电气连接接触的在衬底上的导电籽晶层可朝向衬底边缘变得较薄,使之更难以建立与衬底的最佳的电气连接。

[0007] 电镀过程中所产生的另一个问题是电镀溶液潜在的腐蚀特性。因此,为了防止电解液泄漏和电解液与电镀装置的元件接触,而让电解液与电解槽的内部以及被设计用以电镀的衬底的所述面相接触,在许多的电镀装置中在夹盘和衬底的界面处使用边缘密封件。

发明内容

[0008] 在本发明中公开的是用于在夹盘组件中进行电镀期间与晶片啮合以及在电镀期间向该晶片提供电流的杯。该杯可包括设置该杯上并配置为在电镀期间啮合晶片的弹性密封件,在啮合时,该弹性密封件基本上使电镀液从晶片的周边区域排除,并且其中该弹性密封件和杯是环形的。该杯也可包括在电镀过程中提供电流到晶片的一个或多个接触元件,所述一个或多个接触元件连接至杯上并从设置在该弹性密封件上的金属带朝向该杯的中心向内延伸,和连接至杯上并从杯的底表面的部分延伸的突出物。杯的底表面的该部分是在电镀期间与晶片中的凹口对齐的有角的部分。

[0009] 在一些实施例中,所述突出物设置在杯的凹口区域,其凹口区域对应于杯的区域,在该凹口区域中从晶片中心到弹性密封件边缘的距离少于在该杯的非凹口区域内的从晶片的中心至弹性密封件边缘的距离。在一些实施例中,突出物的高度为约600微米和约1000

微米之间。

[0010] 在本发明中还公开用于在夹盘组件中进行电镀期间与晶片啮合以及在电镀期间向该晶片提供电流的杯。该杯可包括设置在杯上并配置为在电镀期间啮合晶片的弹性密封件,其中在啮合时,弹性密封件基本上将电镀液从晶片的周边区域排除,并且其中的弹性密封件和杯是环形的。该杯也可包括在电镀过程中提供电流到晶片的一个或多个接触元件,所述一个或多个接触元件连接至杯上并从设置在弹性密封件上的金属带朝向该杯的中心向内延伸,和在杯的底表面的部分上的绝缘部分。该杯的底表面的部分是在电镀期间用以与晶片中的凹口对齐的有角的部分。

[0011] 在一些实施例中,绝缘部分被设置在杯的凹口区域,其凹口区域对应于杯的区域,在该凹口区域中从晶片中心到弹性密封件边缘的距离少于在该杯的非凹口区域内的从晶片的中心至弹性密封件边缘的距离。在一些实施例中,与杯的底表面的其余部分相比,绝缘部分具有较低电子电导率。在一些实施例中,绝缘部分包括塑料。

[0012] 本发明还公开在电镀期间在夹盘组件中啮合晶片和在电镀期间供给电流到晶片的杯。该杯可包括设置在杯上的和被配置为在电镀期间啮合晶片的弹性密封件,其中在啮合时,弹性密封件基本上将电镀液从晶片的周边区域排除,并且其中的弹性密封件和杯是环形的。该杯也可包括在电镀过程中提供电流到晶片的多个接触元件,每个接触元件连接至杯上并从设置在弹性密封件上的金属带朝向该杯的中心向内延伸。在杯的凹口区域中的每一个接触元件比在杯的非凹口区域的接触元件长,其中,该凹口区域对应于杯的区域,在该凹口区域中从晶片的中心到弹性密封件边缘的距离少于在该杯的非凹口区域内的从晶片的中心至弹性密封件边缘的距离。

附图说明

[0013] 图1示出了在凹口区域的电镀层的厚度沿晶片的径向位置的曲线图。

[0014] 图2示出了在非凹口区域的电镀层的厚度沿着晶片的径向位置的曲线图。

[0015] 图3A是用于电化学处理半导体晶片的晶片托持和定位装置的透视图。

[0016] 图3B是夹盘组件的截面图,该组件带有具有一个或多个接触元件的边缘密封组件。

[0017] 图4A是在非凹口区域的夹盘组件的截面图,该组件带有边缘密封组件和支撑衬底的一个或多个接触元件。

[0018] 图4B是在凹口区域的夹盘组件的截面图,该组件带有边缘密封装配和支撑衬底的一个或多个接触元件,和具有突出物的底表面。

[0019] 图4C是与具有带有突出物的底表面的夹盘组件的透视图。

[0020] 4D是在凹口区域的夹盘组件的截面图,该组件具有边缘密封组件和支撑衬底的一个或多个接触元件,和具有绝缘部分的底表面。

[0021] 图4E是具有带有绝缘部分的底表面的夹盘组件的透视图。

[0022] 图5A是在非凹口区域的带有边缘密封组件和支撑衬底的一个或多个接触元件的夹盘组件的截面图。

[0023] 图5B是在凹口区域的带有边缘密封组件和支撑衬底的一个或多个接触元件的夹盘组件的截面图。

- [0024] 图6是描绘在夹盘组件中对齐和密封半导体衬底的方法的流程图。
- [0025] 图7A示出了在凹口区域的电镀层的三个厚度的沿晶片的径向位置的分布曲线图。
- [0026] 图7B示出了带有与测量位置10对应的凹口点的三个25点轮廓测量值分布示意图。
- [0027] 图7C是用以在图7B中的25点轮廓测量值分布的25个测试点的位置的示意图。

具体实施方式

[0028] 在下面的描述中,展示了许多具体细节以便提供对所提出的构思的详尽的理解。本发明提出的构思,也可在没有一些或所有这些具体细节的情况下实施。在其他示例中,不详细描述公知的处理操作,以免造成不必要地模糊所描述的构思。虽然一些构思结合特定的实施例来描述,将理解的是,这些实施例并不意指是限制性的。

[0029] 介绍

[0030] 当半导体产业趋向在电镀使用较薄的籽晶层时,这些较薄的层的较高的电阻可能会影响电镀的多个方面并在某些情况下引起在电镀层中的缺陷。较薄籽晶层的电阻通常大于5欧姆/平方,有时可高达约30欧姆/平方,甚至约40欧姆/平方。较高的电阻可能会导致不均匀的电压分布,尤其是当接触点被定位在离电镀液的边界不同的距离时。

[0031] 一个与较薄籽晶层相关联的电镀问题似乎出现在衬底的凹口区域。具体地,直径200毫米及以上的晶片使用小的凹口来显示晶片的方向。这些凹口伸向其晶片中心并在晶片电镀时需要被密封。支撑和密封这种晶片的夹盘有用于此目的的凹口延伸部,其通常被称为“平板”。就如凹口,该平板伸向晶片的中心,并防止电镀溶液泄漏通过晶片。因此,晶片中心和平板的溶液排除边缘之间的距离略小于在其他区域的类似的距离。例如,300毫米的晶片通常具有大约1毫米宽的围绕其周边的排除区域。在凹口区域以外的所有区域中,边缘密封件被定位在离晶片中心约149毫米处。在凹口区域中,密封件朝向中心延伸约0.5毫米,并定位于离中心约148.5毫米。

[0032] 然而,与籽晶层的电气接触通常沿着圆形的边界相对于中心间隔均匀地建立。通过接触环的触指(contact finger)提供电气接触,该接触环具有环形的形状且通常不占任何凹口区域。这产生一个潜在的问题,其中在凹口区域的触指与在夹盘的其他区域中的相比更加远离溶液。该差额一般与平板的延伸相同,例如,对300毫米的晶片为0.5毫米。在这种情况下,与在其他区域中的相比,在凹口区域中电流必须穿过籽晶层的较长的距离。当籽晶层特别薄和具电阻性时,较长的距离可能会导致显著的电压降,以及在凹口区域中与电解液的界面处较低的电压。较低的电压可能会导致较慢的沉积速率,尤其是在初始沉积阶段,其中电压梯度仍然是高的。随着沉积继续,由于穿过沉积层的额外的导通,电压梯度可能减少。然而,较低的初始速率可能会极大地影响电镀层的厚度分布,特别是薄的电镀层。

[0033] 从以下实验的结果可以容易地理解所述问题。带有39欧姆/平方的籽晶层的300毫米晶片在传统的夹盘电镀装置中电镀175埃的目标厚度。然后在晶片周边附近的两个不同的区域中对电镀层的厚度进行检测。其中一个区域对应于凹口区域并且其厚度分布示于图1的连线10。另一个区域是从凹口区域沿着边界位移90度且其代表不具有凹口的任何区域。其厚度分布由图2中的连线20所示。在这些图中的X轴表示从晶片的中心到测量点的距离,而Y轴表示在这个测量位置上的沉积层的厚度。关注点主要是晶片边缘附近的部分,即,在离中心距离120毫米到150毫米处,其中凹口缺陷易于发生。对于位于离中心120毫米和135

毫米之间的测量点分布10和20是可比的。在这两个区域,沉积层基本上是均匀的,并在离该中心的这段距离具有大约为220埃的厚度。对应非凹口区域的分布20靠近晶片的边缘,即,接近150毫米的位置,显示只有轻微的变化。同时,对应凹口区域的分布10表示边缘附近的沉积层的部分在该区域更加薄。不仅边缘附近的部分比进一步远离边缘的其他部分薄得多,而且这种现象仅出现在凹口区域,在其他图中并不存在。

[0034] 已实施其他的实验以证明在凹口区域中这个厚度变化在很大程度上依赖于籽晶层的导电性。具体地,较导电的籽晶层一般具有较小的变化。然而,正如上文中所述,半导体工业趋向更薄和更具电阻性的籽晶层。

[0035] 提供新型的夹盘,该夹盘包括具有对应于凹口区域的突出物和/或绝缘部分的杯底部。将这些特征设计为:在籽晶层内和/或在电解液内改变电流的分布,从而在衬底的整个暴露区域中造成更均匀的电镀。例如,设置在夹盘的底表面上的突出物,或者,更具体地,在杯底部的底表面上的突出物,用于缩小杯的底部和电镀装置的其他部分之间的间隙和用电镀溶液改变局部的电流分布。此外,突出物导致更少的电流流到双阴极。突出物可以沿基本垂直底部表面的方向延伸。该突出物的高度依赖于各种因素,诸如杯底部和其他硬件部分的间隙的宽度,籽晶层的导电性,和在凹口区域中的排除区域相对于其他区域的差额。在某些实施例中,突出物为至少约500微米的高度,例如,约1000微米高。这个高度对具有的电阻率约39欧姆/平方和大约2毫米的间隙的籽晶层可能是足够的。因而,1000微米的突出物阻挡了大约一半的该间隙。

[0036] 在相同的或其他的实施例中,夹盘底表面的部分,或者,更具体地,邻近凹口区域的杯底部的底表面的部分比底表面的其余部分具有更低的电子导电性。例如,该部分与杯底部的其他表面相比可以用更绝缘的材料制成,更绝缘的材料诸如塑料,杯底部的其他表面可以由金属制成。该较低导电性的部分可以通过施加绝缘胶带条、涂布绝缘涂层补片、定位塑料插件到表面上或表面内形成的空腔中、以及按照各种其他方法形成。该电导率的差额被认为可改变在电镀溶液中电流的分布,以使与绝缘导电部分相邻的溶液经受更少电流引到阴极,以及,其结果是,在该凹口区域中比在其他的区域中得到更多的材料沉积。

[0037] 无论夹盘是否采用凹口区域突出物,凹口区域绝缘,或两者,将特征设置为使得:由于这些特征而导致的任何沉积速率的增加补偿由于上文所解释的籽晶层中的电损耗而导致的沉积速率的降低。因此,较低导电性的籽晶层可能需要有较高的凹口区域的突出物或凹口区域的突出物和凹口区域绝缘的组合。上文提出了选择和配置这些特征的各种因素。

[0038] 此外,在凹口区域中较大的排除区域使得可移动在这区域中的触指更接近夹盘的中心而不干扰夹盘的密封特性。具体地,凹口区域可具有比在夹盘的边界的其他区域更长的触指。然而这些较长的触指将干扰在其他区域中的密封件,该密封件在凹口区域向中心延伸。在特定的实施例中,这些较长的触指被配置为使得:在该凹口区域,跨越从触指到电解液的边界的距离的电子导电通路与其他领域内是基本相同的。因而,不管该界面是否在凹口区域或其他地方,在密封界面的暴露于电镀液中的籽晶层将具有基本相同的电势。较长的触指、凹口区域的突出物、和凹口区域的绝缘特征可以被组合在相同的夹盘中,以实现更多的需要的效果。如上文描述的,凹口区域突出物可以由绝缘材料制成。在相同的实施例中,在夹盘中的凹口区域的触指可能较长。

[0039] 下文中对电镀装置的简要描述中提供了杯底部和触指的各种实施例的某些内容。图3A示出用于电化学处理半导体晶片的晶片托持和定位装置100的透视图。装置100包括晶片啮合构件,其有时被称为“夹盘”构件,“夹盘”组件,或“夹盘”。夹盘组件包括杯101和锥体103。如随后的附图所示,杯101托持晶片且锥体103在杯中牢固地夹住晶片。除了本文中具体描述的这些以外,可以使用其他的杯和锥体设计。共同的特征是具有其中可存放晶片的内部区域,和压紧晶片靠在杯上以保持适当位置的锥体。

[0040] 在所描述的实施例中,夹盘组件(杯101和锥体103)由连接到顶部板105的支柱104支持。该组件(101、103、104和105)通过主轴106连接到顶部板105上由马达107驱动。马达107被连接到安装支架(未示出)。在电镀过程中,主轴106传递扭矩(从马达107)到夹盘组件引起保持在其中的晶片的旋转(在该图中未示出)。主轴106内部的气缸(未示出)还提供了使杯101与锥体103啮合的垂直方向的力。当夹盘脱开(图中未示出),具有端部执行器臂的自动机可以在杯101和锥体103之间插入晶片。在晶片被插入后,锥体103与杯101啮合,固定晶片在装置100内只留晶片的正面(工作表面)暴露于电解液中。

[0041] 在某些实施例中,夹盘包括保护锥体103不受到电解液飞溅的喷雾挡板109。在所描绘的实施例中,喷雾挡板109包括垂直的圆周套筒和圆形的帽部。间隔组件110保持喷雾挡板109和锥体103之间的分离。

[0042] 为了讨论的目的,包括构件101-110的该组件统称为“晶片夹具”111。但是注意,“晶片夹具”的构思一般延伸为啮合晶片并使其能移动和定位的元件的各种组合和子组合。

[0043] 倾斜组件(未示出)可被连接到晶片夹具以使晶片有角度地浸泡(相对于平面的水平浸泡)到电镀溶液中。在一些实施例中,使用板和枢轴接头的驱动机构和配置以沿弧形的通路(图中未示出)移动晶片夹具111以及,结果是,使晶片夹具111的近端(如杯和锥体组件)倾斜。

[0044] 另外,整个晶片夹具111被提升,通过驱动器(图中未示出)垂直向上或向下使晶片夹具111的近端浸泡到电镀溶液中。因而,双构件定位机构同时提供沿垂直电解液表面的轨迹的垂直运动和使晶片(成角度的晶片浸泡能力)能偏离水平方向(即,平行于电解液表面)的倾斜运动。

[0045] 注意晶片夹具111与电镀池115一起使用,该电镀池具有内部提供阳极室157和电镀溶液的电镀室117。阳极室157容纳阳极119(例如,铜阳极),并且可包括设计为保持不同的电解液化学成分在阳极室和阴极室中的膜或其他的分隔件。在所描绘的实施例中,采用扩散器153均匀地将电解液向上朝旋转的晶片正面引导。在某些实施例中,流量扩散器是高电阻虚拟阳极(HRVA)板,该板由实心的绝缘材料(例如塑料)片制成,该绝缘材料具有大量(例如4,000-15,000)的一维小孔(0.01至0.050英寸的直径),并连接到所述板上面的阴极室。孔的总的横截面面积小于总的突出物面积的约5%,因此在电镀池中产生大的流阻,以帮助改善系统的电镀均匀性。2008年11月7日提交的美国专利申请号12/291,356提供有电化学处理半导体晶片的高电阻虚拟阳极板 and 相应的装置的其他描述,通过引用将其全部并入此处。电镀池还可以包括用于控制和创建单独的电解液流模式的单独的膜。在另一个实施例中,膜被用来定义阳极室,其中包含基本上没有抑制剂、促进剂、或其他有机电镀添加剂的电解液。

[0046] 电镀池还可以包括用于使电解液循环通过电镀池的管道或管道触头-并且靠近

(against) 被镀工件。例如,池115包括电解液入口管131,其垂直地延伸通过阳极119的中心的孔到达阳极室157的中心。在其它实施例中,该池包括电解液入口歧管,该歧管将流体引入到在室的外周的壁的扩散器/HRVA板下的阴极室(未示出)。在某些情况下,入口管131包括膜的两侧(阳极侧和阴极侧)上的出口喷嘴。这种设置使电解液能传输至阳极室和阴极室。在其它实施例中,阳极和阴极室被流动阻挡膜隔开,并且每个室有单独流动循环的分离的电解液。如图3A的实施例中所示,入口喷嘴155提供电解液到膜的阳极侧。

[0047] 此外,电镀池115包括冲洗排放管线159与电镀液返回管线161,每一管线都直接连接到电镀室117。另外,在正常运行期间,冲洗喷嘴163提供去离子冲洗水以清洁晶片和/或杯。电镀液通常填充室117中的许多部分。为了减少飞溅以及气泡的产生,室117包括用于电镀液返回的内堰165和用于冲洗水返回的外堰167。在所描绘的实施例中,这些堰是在电镀室117的壁中的周向垂直槽。

[0048] 如上所述,电镀夹盘通常包括边缘密封件(lip seal)和一个或多个接触元件以提供密封和电连接功能。边缘密封件可以由弹性材料制造。边缘密封件与所述半导体衬底的表面形成密封,并将电解液从衬底的周边区域中排除,该周边区域容纳触头。在该周边区域没有沉积发生,并且该周边区域不用于形成IC器件,即,周边区域不是工作表面的一部分。有时,这个区域也被称为边缘排除区域,因为电解液从该区域中被排除。在加工过程中,周边区域用于支撑衬底,以及用于与衬底形成密封和与衬底电连接。因为通常希望增加工作表面,所以周边区域需要尽可能小,同时保持上述功能。在某些实施例中,周边区域距离衬底的边缘在约0.5毫米和3毫米之间,或更具体地,约1毫米。

[0049] 以下的说明中提出了在某些实施例中可以采用的杯组件的附加的特征和示例。所描绘的杯设计的某些方案由于改进的剩余电解液/清洗液的边缘流特性、受控的晶片进入湿化和边缘密封件气泡的去除,从而提供了更大的边缘电镀均匀性并且减少了边缘缺陷。图3B是杯组件200的说明性的剖切视图。该组件200包括用于保护杯的某些部分不受电解液影响的边缘密封件212。其还包括用于与晶片的导电元件建立电连接的接触元件208。杯及其组件可以有环形的形状并且尺寸被设置成与晶片的边缘(例如,200mm晶片,300mm晶片,450mm晶片)啮合。

[0050] 杯组件包括杯底部210,杯底部也被称为“盘”或“底板”,并且其可以使用一组螺钉或其它紧固装置附着到防护结构202上。杯底210可以移走(即,与防护结构202脱离),以便能更换杯组件200的各部件,如密封件212、电流配电母线214(弯曲的电气母线)、接触元件208和/或杯底部210本身。接触元件208的一部分(通常,最外面的部分)可以与连续的金属带204接触。杯底210在其最内周缘可以具有锥形边缘216,设置该边缘的形状以提高边缘周围的电解液/清洗液的流动特性和改善泡沫的抑制(rejection)特性。杯底部210可以由刚性耐腐蚀材料制成,该材料如不锈钢、钛和钽。在闭合过程中,当通过晶片施加力时,杯底部210支持边缘密封件212,以避免在晶片浸泡时夹盘泄漏。在某些实施例中,边缘密封件212和杯底部210上施加的力为至少约200磅的力。闭合力,也被称为闭合压强,其通过夹盘“锥体”组件施加,该锥体组件的部分接触到晶片背面。

[0051] 一种接触元件208提供沉积在晶片正面上的电接触导电材料。接触元件208包括大量的单个触指220,触指220连接到连续的金属带204上。在某些实施例中,接触元件208是由Paliney7合金制成的。然而,可以使用其它合适的材料。在某些实施例中,对应于300mm的晶

片配置,接触元件208具有至少约300个单个的触指220,触指220绕着由晶片所定义的整体周边均匀地间隔分布。触指220可以通过切割(例如,激光切割)、机械加工、冲压、精密折叠/弯曲、或任何其它合适的方法制造。接触元件208可以形成连续的环,其中,所述金属带204定义环的外直径,并且触指220的自由指尖定义内直径。应当指出这些直径将根据接触元件208上的横截面轮廓的不同而变化。此外,应当指出的是,触指220是柔性的,当加载晶片时可向下(即,朝锥形边缘216)推。例如,当锥体施加压力到晶片上,晶片被放置到夹盘的又一不同的位置时,触指220从自由位置移动到不同的中间位置。在操作期间,弹性边缘密封件212的唇状边212b位于触指220的指尖附近。例如,在自由位置,触指220可以比唇状边212b延伸得更高。在某些实施例中,当晶片放入杯200中时,触指220即使在其中间位置也比唇状边212b延伸得更高。换言之,晶片由触指220的指尖支撑,而不是由唇状边212b支撑。在其它实施例中,当晶片被引入杯200,并且指尖220和唇状边212b两者都与晶片接触时,触指220和/或唇状边212b的密封件弯曲或被压缩。例如,唇状边212b最初可能比指尖延伸得更高,然后被压缩,并且触指220偏转并被压缩以形成与晶片的接触。因此,为了避免歧义,本文所描述的接触元件208的尺寸是指在晶片和边缘密封件212之间形成密封时的尺寸。

[0052] 密封件212被示出,其包括边缘密封件捕捉脊212a,捕捉脊212a配置为与杯底部210中的槽啮合,从而将密封件212保持在所希望的位置。脊和槽的组合可以有助于在安装和更换密封件212的过程中将密封件212定位在正确的位置,并可以有助于在正常使用和清洗过程中防止密封件212的位移。也可以使用其它合适的键合(啮合)特征。

[0053] 密封件212还包括诸如槽等特征,该槽形成于密封件212的上表面上,并被配置容纳配电母线214。配电母线214通常由耐腐蚀材料(例如,不锈钢316级)制成并定位在该槽内。在一些实施例中,密封件212可啮合(例如,使用粘接剂)到配电母线214上以增加鲁棒性。在相同的实施例或其他实施例中,接触元件208绕连续的金属带204连接到配电母线214。一般情况下,配电母线214比连续金属带204厚得多,因此通过使母线接触功率导线(未示出)的位置与电流通过金属带204和触指220输出到晶片的任何方位角位置之间的电阻的电压降达到最小,可以提供更均匀的电流分布。

[0054] 图4A为根据某些实施例所示的夹盘400的非凹口区域的示意性说明图,该夹盘400具有底部表面并且支撑示出了非凹口区域的衬底402。触指406与衬底402的籽晶层404电连接。弹性密封件408围绕其内边缘409形成密封,以防止电解液到达触指406。衬底402上的沉积区域开始于该内边缘409的右侧。因此,电流在到达电解液之前必须至少穿越籽晶层404上的距离D1。在某些实施例中,该距离小于0.5毫米,例如,在约0.2毫米和0.3毫米之间。

[0055] 图4B是根据某些实施例所示的支撑衬底412的夹盘410的凹口区域的示意性说明图。图4A和4B可以代表相同的夹盘和衬底沿衬底的周缘定位在不同位置的两个不同的横截面视图。类似于图4A,本实施例的触指416电连接到衬底412的籽晶层414。弹性密封件418也沿其内边缘419形成密封,以防止电解液到达触指416。然而,图4B示出了凹口区域,在该区域的内边缘419朝衬底412的中心移动,且相比于4A的非凹口区域的内边缘409,其远离触指416。电流在到达电解液之前必须至少穿越种子层414上的距离D2,距离D2长于距离D1。在某些实施例中,距离D2和距离D1之间的差在约0.2毫米和1.0毫米之间,例如,约0.5毫米。

[0056] 如上所述,相比于边缘409的电压,导电通路越长,可能会导致在籽晶层414内在边缘419处的电压越低。为了补偿这个电压差,夹盘410可以配备有连接夹盘410的底表面

411并从底表面411延伸的突出物417。突出物417的高度(H)可以是至少约600微米,例如约1000微米。突出物417可沿着边缘419的周缘,即,垂直于如图4B所示的截面视图,延伸至凹口区域的整个宽度。该维度可以被称作突出物417的长度。突出物417的宽度(W)可以是恒定的,或沿其长度而变化,例如,突出物417在其长度的中间可以最宽,然后向两端逐渐变窄。在具有非常薄的籽晶层414的衬底412上的初始电镀步骤,通过形成于底表面411和池的部件(例如插件)之间的通道,双阴极从衬底412的边缘吸取电流。该通道可以在约1.5mm和约2.5mm之间,例如约2.0mm。具有高度H的突出物417的增加显著地减少了通道的开口,从而在增加突出物417处的边缘419处局部形成了具有更大电阻的通路。双阴极吸取电流的电气通路的这种不对称将补偿由于图4B中的距离D2与图4A中的距离D1之间的差异而导致的图4B中的衬底402与图4A中的衬底412之间的边缘处的籽晶层414的电压差。具体而言,图4B的距离D2导致在衬底412的籽晶层414的边缘处的较低的电压,从而导致相比于衬底402的籽晶层404,形成较少的电镀。在此期间,由于双阴极是在衬底412的籽晶层414从边缘419处吸取较小的电流,因而其会导致衬底412的籽晶层414的较多的电镀。夹盘410的底表面411的两个不对称特征引起的前述效果彼此抵消,并且导致绕衬底412的基本对称的电镀。利用该机制,可以相应改变突出物417的宽度W、高度H和长度,以达到相同的效果。例如,增大突出物417的宽度W,并在同时降低突出物417的高度H,可以成比例地导致形成等效电阻通路,其等同于双阴极吸取电流。同样地,如本文前面所描述的锥状突出物,可通过将突出物417的形状设置成在其长度方向的中间最宽,然后向两端逐渐变窄而获得,或通过将突出物417的形状设置成在其长度方向的中间最厚,然后向两端逐渐变薄而获得。有了突出物417的固定的宽度W,突出物417的高度H也可以被改变,但通过改变底表面411和池的部件(例如插件)部分之间的间隙仍然能达到相同的轮廓调节效果。例如,如果在电镀过程中夹盘410移动更靠近池的部件,突出物417的高度H也可以减小。在一些实施例中,突出物417的高度H可以在约600微米和约1000微米之间。

[0057] 图4C是图4B的夹盘410的透视图。夹盘410包括连接到夹盘410的底表面411并从底表面411延伸的突出物417。如该图4C所示,突出物417的宽度W可部分地沿底表面411的宽度延伸。

[0058] 图4D是根据特定实施例所示的支撑衬底422的另一个凹口区域示意性说明图。图4A和4D可以代表相同的夹盘和衬底沿衬底的周缘定位在不同位置的两个不同的横截面视图。本实施例的触指426也与衬底422的籽晶层424电连接。弹性密封件428也绕其内边缘429形成密封,以防止电解液到达触指426,这类似于上面参照图4B所描述的示例。在凹口区域的电流必须至少穿越籽晶层424上的距离D2才能到达电解液,并且,作为结果,该籽晶层424在边缘429可以具有较低的电压。为了补偿这个电压差,夹盘420可以在夹盘420的底部421中配备绝缘部427。可以以各种方式来实现这样的设计。第一方法用钛制造底表面421的非凹口部,并且用塑料制造杯底表面421的凹口部。第二方法用钛制造整个底表面421,但靠近凹口的底表面部分用非导电涂料涂覆,而非凹口区域不涂覆。底表面421的导电性钛的暴露部分提供了用于双重阴极吸取电流的电气短接通路,而绝缘的凹口部完全阻止双阴极吸取电流的电气通路。如前文参考图4B所描述的,双阴极吸取电流的电气通路的这种不对称将补偿由于图4D中的距离D2与图4A中的距离D1之间的差异而导致的图4D中的衬底422的籽晶层424与图4A中的衬底402的籽晶层404之间的边缘429处的衬底422的籽晶层424的电压差。

[0059] 图4E是图4D的夹盘420的透视图。夹盘420包括在夹盘420的底表面421上的绝缘部427。如图4E所示,在绝缘部427的宽度W可沿底表面421的整个宽度延伸。

[0060] 图5A是根据某些实施例所示的支撑衬底502的夹盘500的非凹口区域的示意性说明图。该图整体上类似于上述的图4A。然而,其中也示出了排除区域E1,排除区域E1在衬底502的边缘和弹性密封件的边缘509之间延伸。图5B是根据某些实施例所示的支撑衬底512的夹盘510的凹口区域的示意性说明图。图5A和图5B可以代表相同的夹盘和衬底沿衬底的周缘定位在不同位置的两个不同的横截面视图。在凹口区域的排除区域E2大于在非凹口区域的排除区域E1,以容纳凹口和防止电解液泄漏通过凹口以及进入接触区域。在凹口区域的触指516长于在非凹口区域的触指506,从而能保持距离D1相同,即,触指和边缘密封件的边缘之间的距离在凹口区域和非凹口区域都相同。在某些实施例中,这个距离在凹口区域仍然比在非凹口区域较大。然而,从非凹口区域到凹口区域的距离的增加小于在排除区域的增加。

[0061] 本发明还提供了在夹盘内对齐和密封半导体衬底的方法。该方法包括提供衬底到夹盘内(方框604),降低衬底使其通过夹盘上部并且到达密封的突出物上(方框606),然后压缩上部的顶面(方框608)。在操作608期间,该内侧面被配置为接触并推动半导体衬底以使半导体衬底在夹盘内对齐。在操作608期间对齐半导体衬底之后,该方法继续进行,按压半导体衬底而形成密封突出物和半导体衬底(方框610)之间的密封。在某些实施方式中,压缩顶面在按压半导体衬底期间继续进行。例如,压缩顶面和按压半导体衬底将通过夹盘的锥体的两个不同表面来进行。在另外的实施方式中,压缩顶面和按压半导体衬底将通过夹盘的两个不同部件来分别进行。在这些实施方式中,当按压半导体衬底时,可以停止压缩顶面。此外,基于半导体衬底的直径,可以调整顶面上的压缩水平。这些操作可能是规模较大的电镀过程的一部分。一些其他的操作在图6所示的流程图内进行了描述并且将在下面做简要介绍。

[0062] 首先,夹盘的边缘密封件和接触面会是清洁和干燥的。打开夹盘(方框602),然后将晶片装入夹盘内。在某些实施方式中,接触指尖位于略高于所述唇状边的平面的位置并且在这种情况下,通过围绕晶片边缘的接触指尖阵列来支承晶片。然后通过向下移动锥体来关闭并密封该夹盘。在此关闭操作期间,根据上面描述的各种实施方式建立了电触头和密封件。另外,触点的底角可以向下压靠到弹性边缘密封件的底部,这会在晶片的正面和指尖之间产生额外的力。可以稍微压缩该密封唇状边来确保整个周边的密封。在一些实施方式中,当晶片最初放入杯中确定的位置时,只有密封唇状边与正表面相接触。在这个例子中,在密封唇状边的压缩过程中在指尖和正表面之间形成电接触。

[0063] 一旦形成了密封和电接触,承载有晶片的夹盘浸入电镀槽中,然后,晶片被保持在夹盘内的同时(方框612),在该槽内进行电镀。在此操作中,使用的铜电镀溶液的典型组分包括浓度范围为约0.5–80g/L的铜离子,更具体地为约5–60g/L,甚至更具体地为约18–55g/L和浓度为约0.1–400g/L的硫酸。低酸的铜电镀溶液通常含有约5–10g/L的硫酸。中酸和高酸的溶液分别含有约50–90g/L和150–180g/L的硫酸。氯离子的浓度可以是约1–100mg/L。可以使用一些诸如Enthone Viaform、Viaform NexT、Viaform Extreme(可从West Haven,CT的Enthone Corporation获取)的电镀铜有机添加剂,或本技术领域技术人员已知的其他加速剂、抑制剂和平衡剂。电镀操作的实施方式在2006年11月28日提交的美国专利申请

No.11/564,222中进行了更详细的描述,为了能够描述电镀操作,该申请的全部内容都被并入此处。一旦电镀被完成,适当量的材料沉积在晶片的正表面,然后将晶片从电镀槽移走。旋转晶片和夹盘,从而移除由于表面张力而保留在夹盘表面的大部分残留的电解质。然后在继续进行旋转的同时冲洗夹盘,以便可以从夹盘和晶片表面稀释和冲洗尽可能多的夹带流体。然后关闭冲洗液体,将晶片旋转一段时间,通常至少为约2秒,以除去一些残留的冲洗液。打开夹盘(方框614),并移走处理过的晶片(方框616),该过程可以继续。对于新的晶片,操作604到616可以被重复多次。

[0064] 在某些实施方式中,在密封夹盘期间和/或在衬底加工过程中,系统控制器被用来控制工艺条件。该系统控制器通常将包括一个或更多存储器设备和一个或更多处理器。该处理器可以包括CPU或计算机、模拟和/或数字输入/输出连接、步进电机控制器面板等。用于实施适当的控制操作的指令在处理器上执行。这些指令可以被存储在与控制器相关联的存储器设备上,或者它们可以通过网络提供。

[0065] 在某些实施方式中,系统控制器控制处理系统中的所有的活动。系统控制器执行包括指令的集合的系统控制软件,用以控制上面列出的处理步骤的时间和特定程序的其它参数。在一些实施方式中,也可以采用存储在与控制器相关联的存储器设备上的其他的计算机程序、脚本或例程。

[0066] 通常,存在有与系统控制器相关联的用户界面。该用户界面可以包括显示器、显示工艺条件的图形软件和诸如定位装置,键盘,触摸屏,麦克风等用户输入设备。

[0067] 用于控制上述操作的计算机程序代码可以以任何常规的计算机可读编程语言编写:例如,汇编语言、C、C++、Pascal、Fortran或其他。编译目标代码或脚本被处理器执行,从而完成程序中确定的任务。

[0068] 用于监测过程的信号可以通过系统控制器的模拟和/或数字的输入连接来提供。用于控制过程的信号通过处理系统上的模拟和数字输出连接来输出。

[0069] 如上文所述的装置/过程可与光刻图形工具或工艺结合使用,例如,以用于半导体设备、显示器、发光二极管、光电板和类似物的制造或加工。通常情况下,虽然不一定,这样的工具/过程将在常见的制造设施中一起被使用或运行。膜的光刻图形通常包括一些或所有以下步骤,使用一些可能的工具可以实施每一步:(1)通过使用旋涂或喷涂工具,将光刻胶施加在工件上,即在衬底上;(2)通过使用热板或炉或UV固化工具,固化光刻胶;(3)通过诸如晶片分档器等工具,将光刻胶暴露于可见光或紫外线或X-射线光下;(4)使光刻胶显影,以便通过使用诸如湿化工作台等工具选择性地除去光刻胶,从而使其图案化;(5)通过使用干燥或等离子体辅助蚀刻工具将抗蚀剂图案转印到基底膜或工件内;以及(6)通过使用诸如RF或微波等离子体光刻胶剥离液等工具除去光刻胶。

[0070] 实验结果

[0071] 为了沉积175埃厚度的层在300微米晶片内提供的39欧姆/平方的种晶层上,已经测试了三种不同的夹盘。一种夹盘在其底部表面上没有任何突出物。另一种夹盘有600微米的突出物,而又一种夹盘有1000微米的突出物。对在这三种夹盘内处理的晶片进行测定,以确定沉积层的厚度分布。本实验的结果呈列于图7A和7B中。具体而言,图7A示出了在晶片的边缘附近的凹口区域的三种厚度的分布。焦点主要是晶片边缘附近的部分,即在距离中心120微米到150微米之间处,在该处出现如上所述的凹口。线700表示采用没有任何突出物的

夹盘处理的晶片厚度分布。它显示出接近边缘的厚度显著下降。线702表示采用具有600微米的突出物的夹盘处理的晶片厚度分布。它显示出相比于与线700相对应的厚度分布略有改善,但在接近边缘的厚度仍大幅下降。这表明600微米的突出物适合这种类型的晶片和加工条件。线704表示采用具有1000微米的突出物的夹盘处理的晶片厚度分布。它显示出在整个半径范围内有相当一致的厚度。

[0072] 图7B说明了25点的轮廓测量值分布,在此测量部位10对应于凹口点。在图7C中显示了其他测量部位的位置。线710代表用没有任何突出物的夹盘加工的晶片的厚度分布。线712代表用具有600微米突出物的夹盘加工的晶片的厚度分布,而线714代表用具有1000微米突出物的夹盘加工的晶片的厚度分布。类似于上面所解释的结果,这些结果清楚地表明,当最优的突出物被使用时,凹口效应可以被最小化,甚至完全消除。

[0073] 杯底部的大小和厚度对靠近边缘轮廓的影响通过FlexPDE软件进行了模拟。在两个夹盘配置的电流密度分布也被模拟,即标准的夹盘和1000微米厚的夹盘。模拟结果与测试结果是非常一致的,其中较厚杯底补偿较小的杯底内径的影响。

[0074] 另一项测试表明,突出物的构思也适用于除了39ohm/sq以外的籽晶。可使用突出物的厚度范围达到类似的结果。

[0075] 虽然为了清楚地理解,上述构思中已经描述了一些细节,但是显而易见的,在所附权利要求的范围内某些变化和修改是可实行的。应当注意的是,存在着许多实现所述过程、系统和装置的可替代方式。因此,本发明的实施方式应被视为说明性的,而不是限制性的。

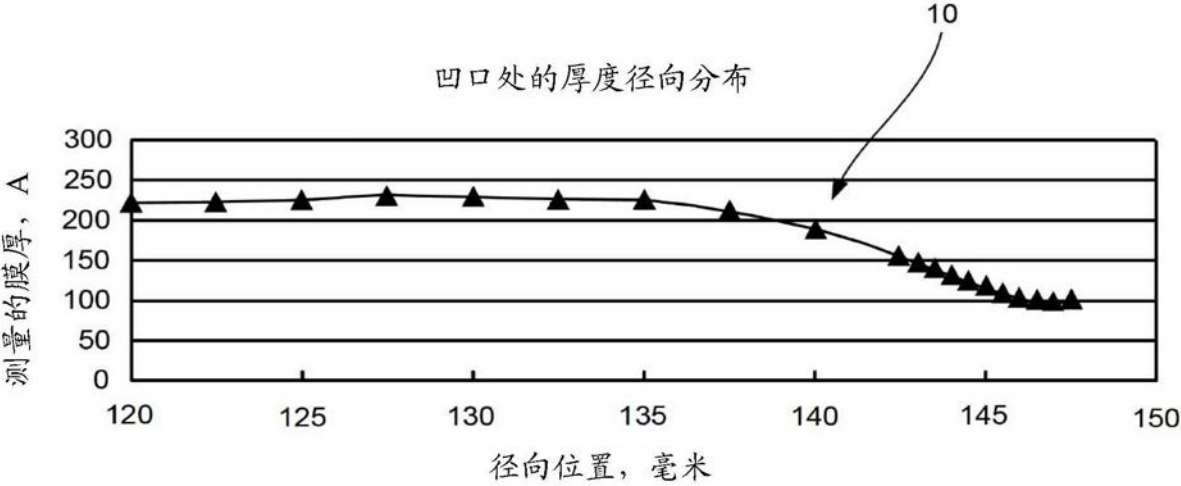


图1

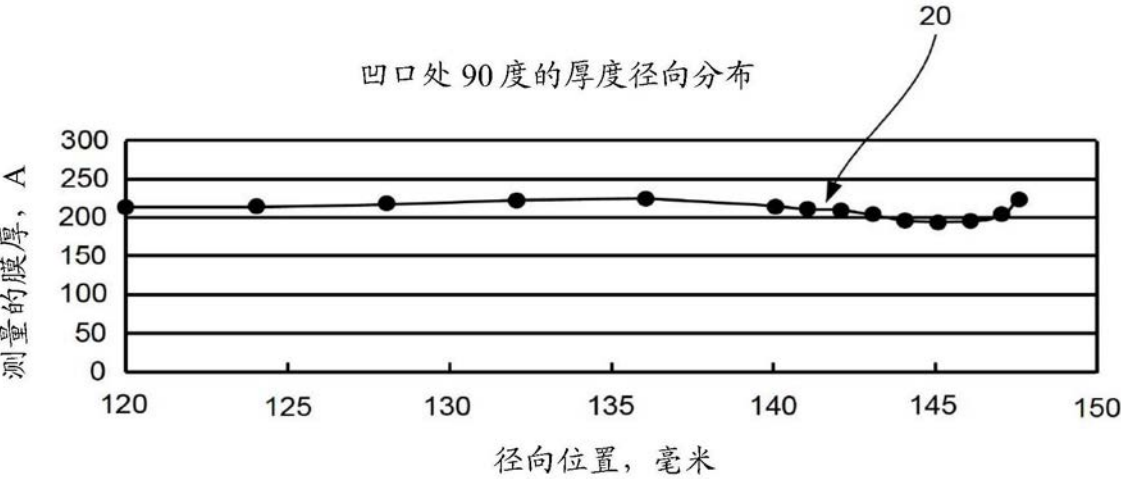


图2

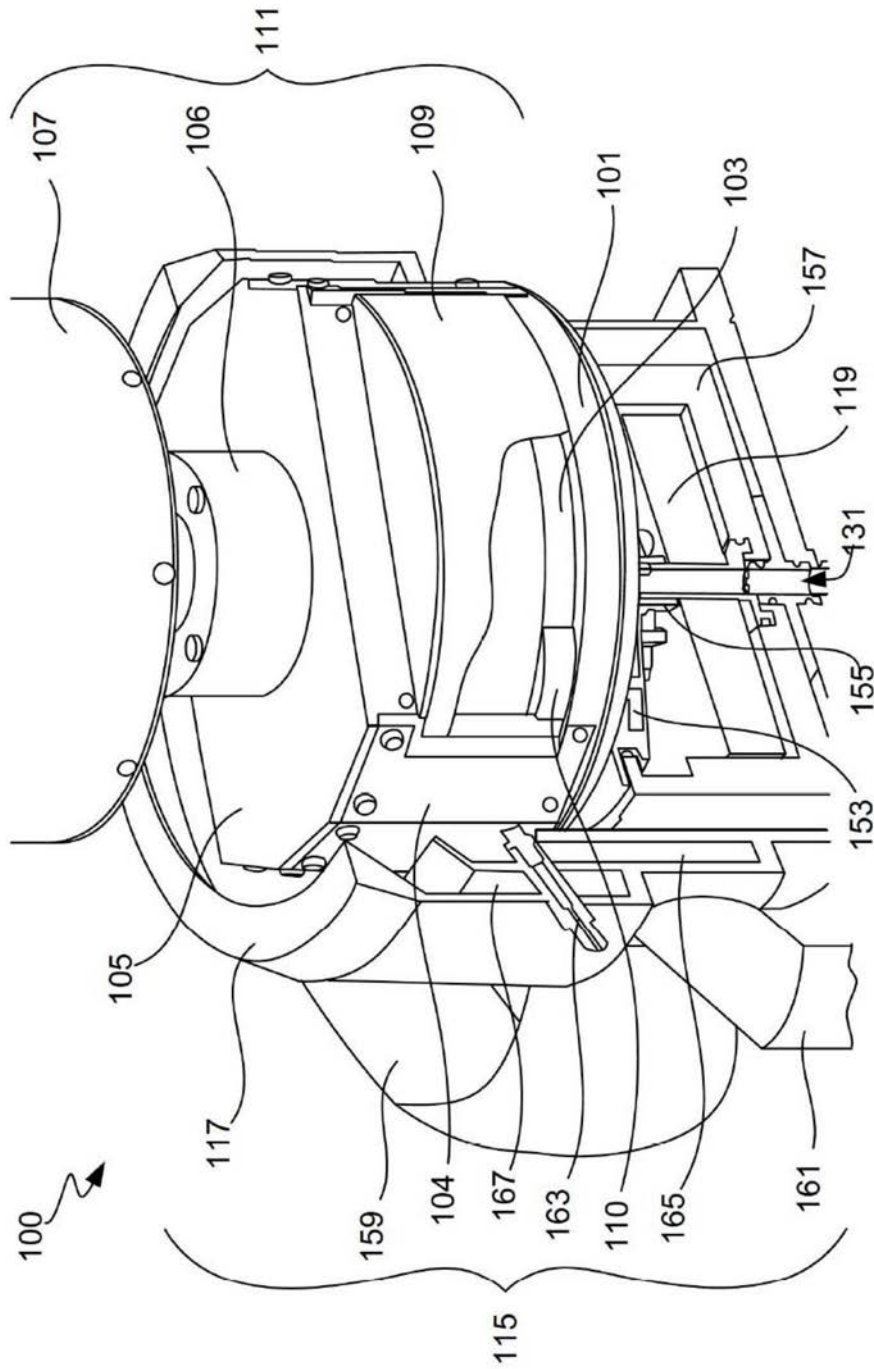


图3A

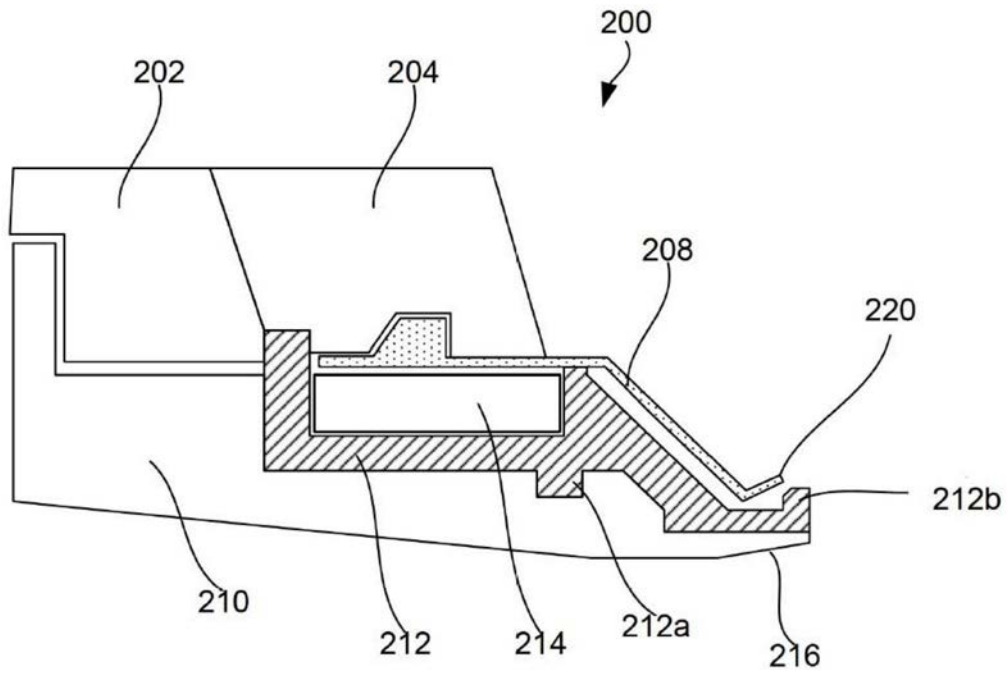


图3B

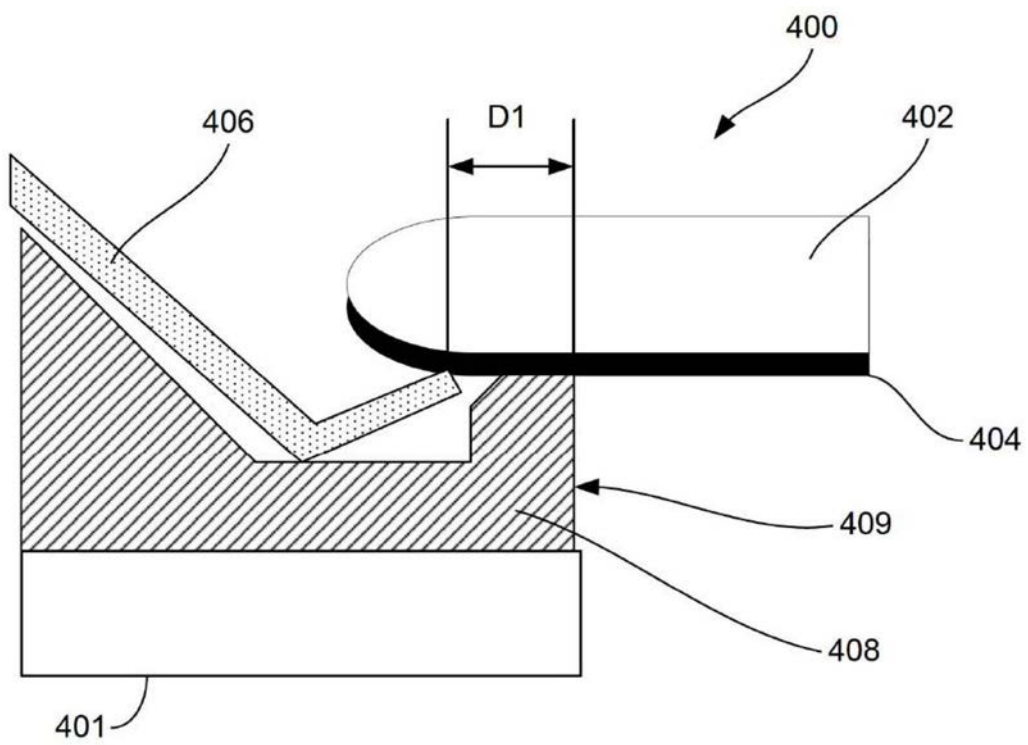


图4A

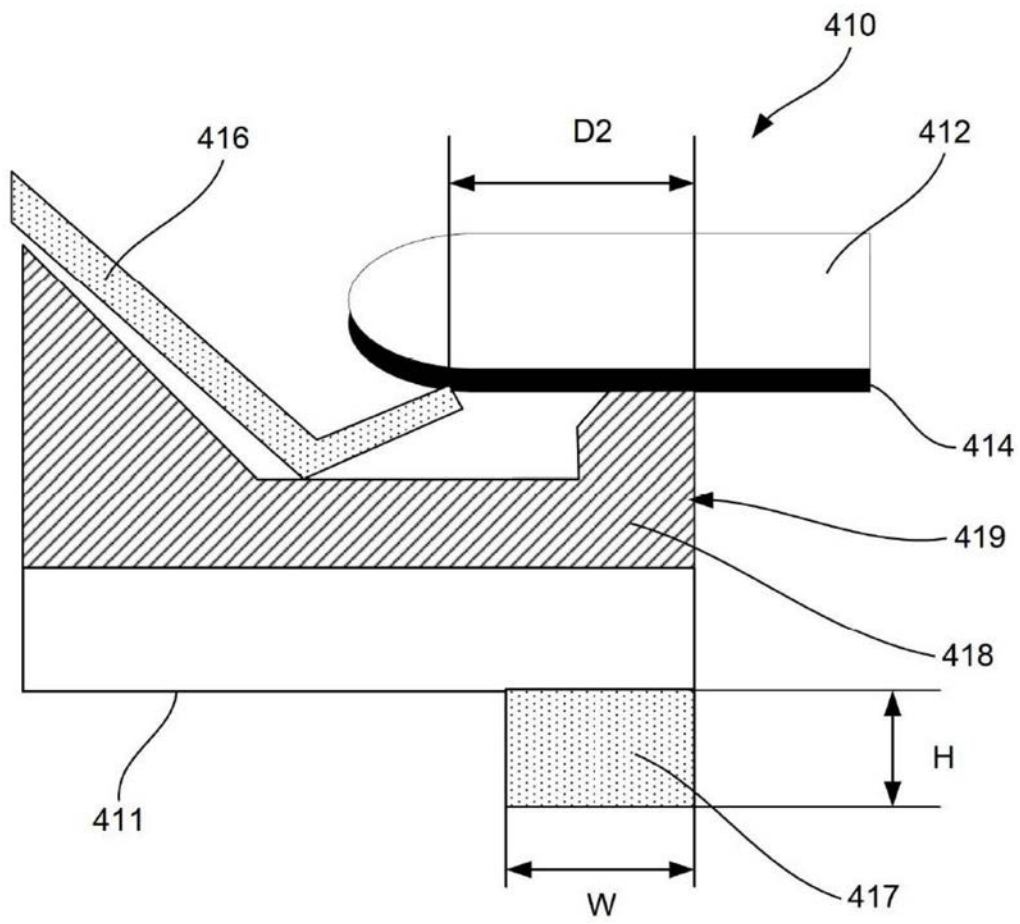


图4B

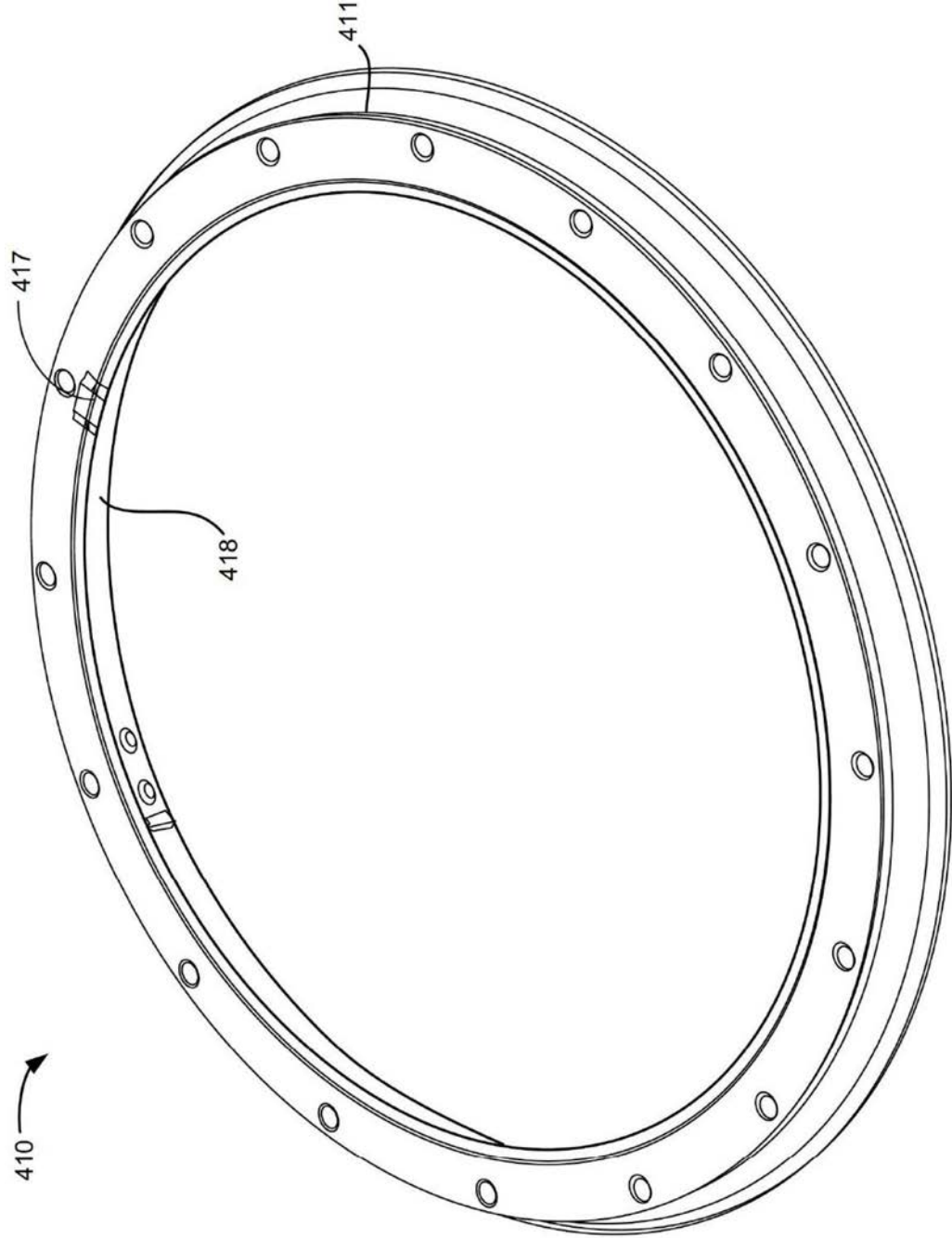


图4C

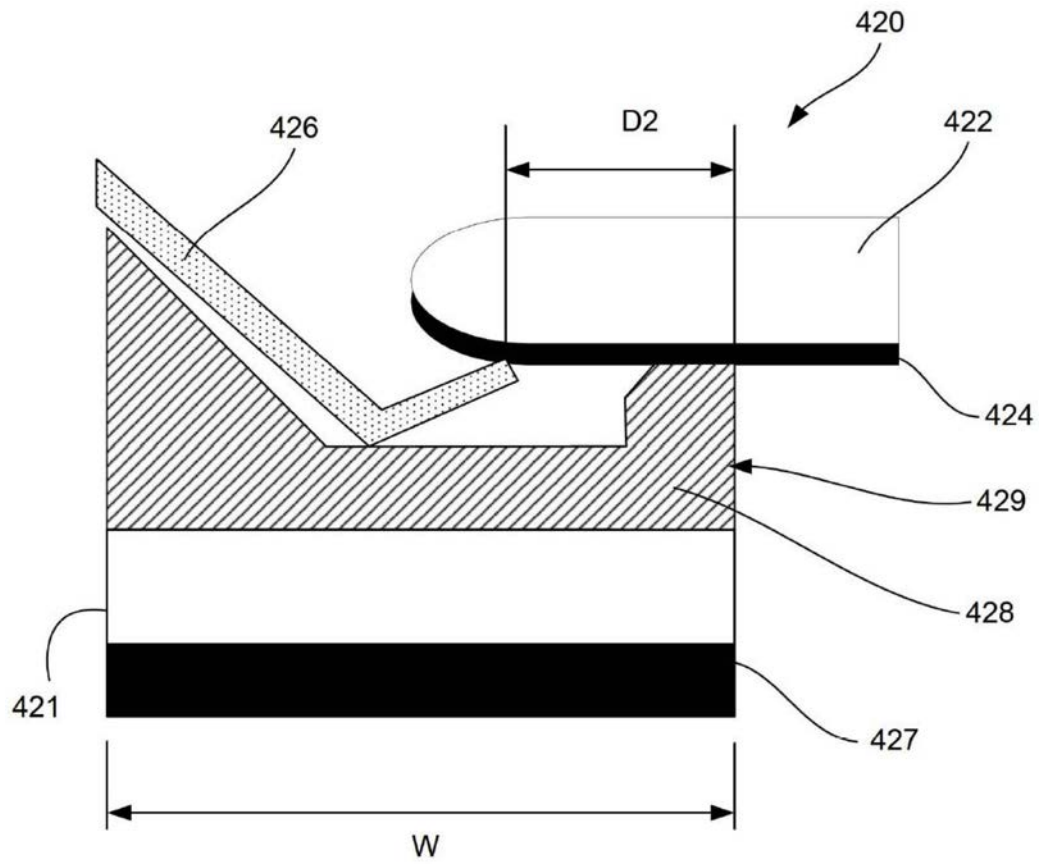


图4D

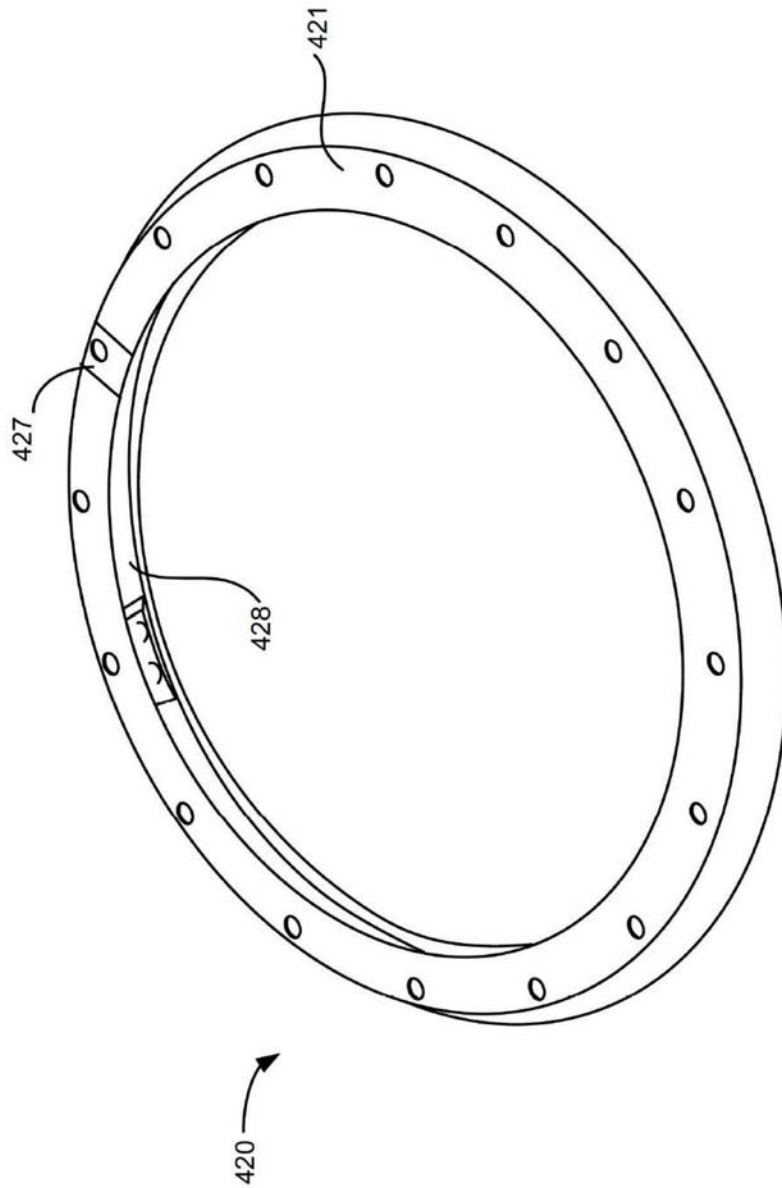


图4E

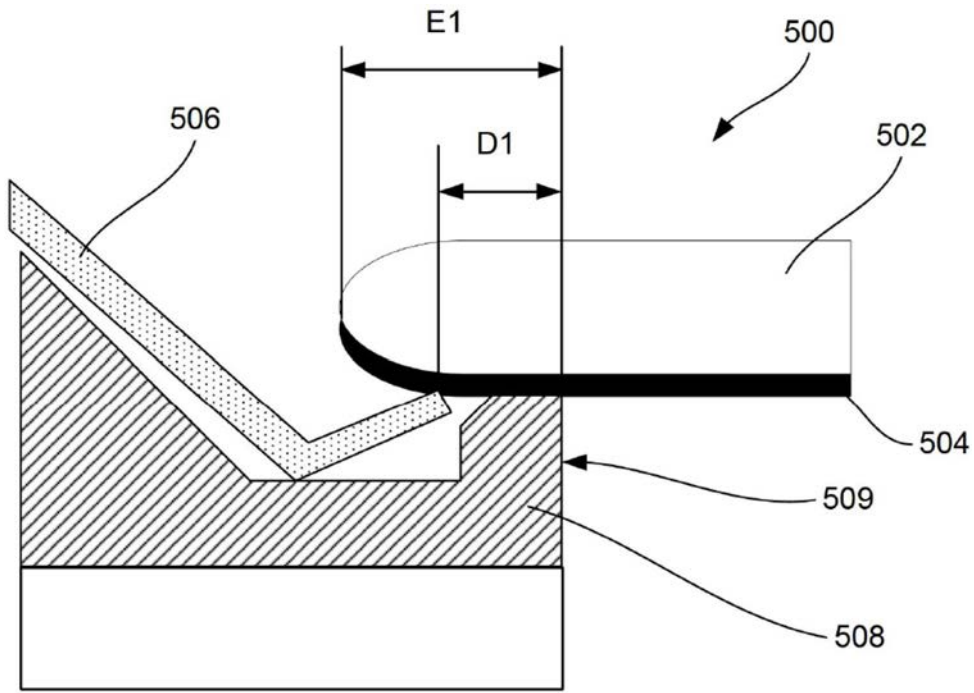


图5A

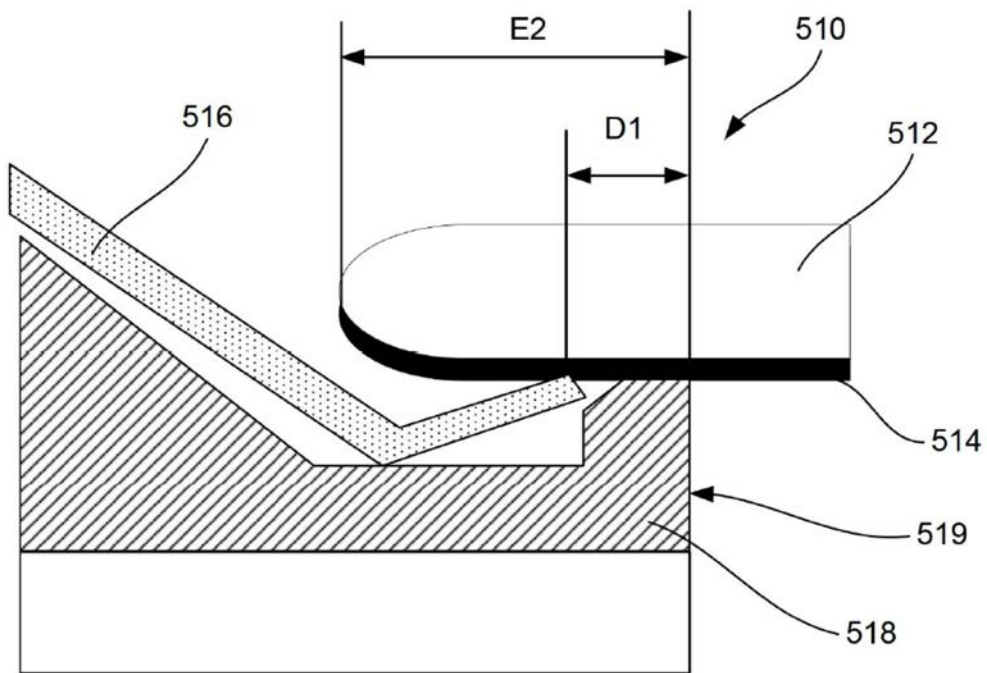


图5B

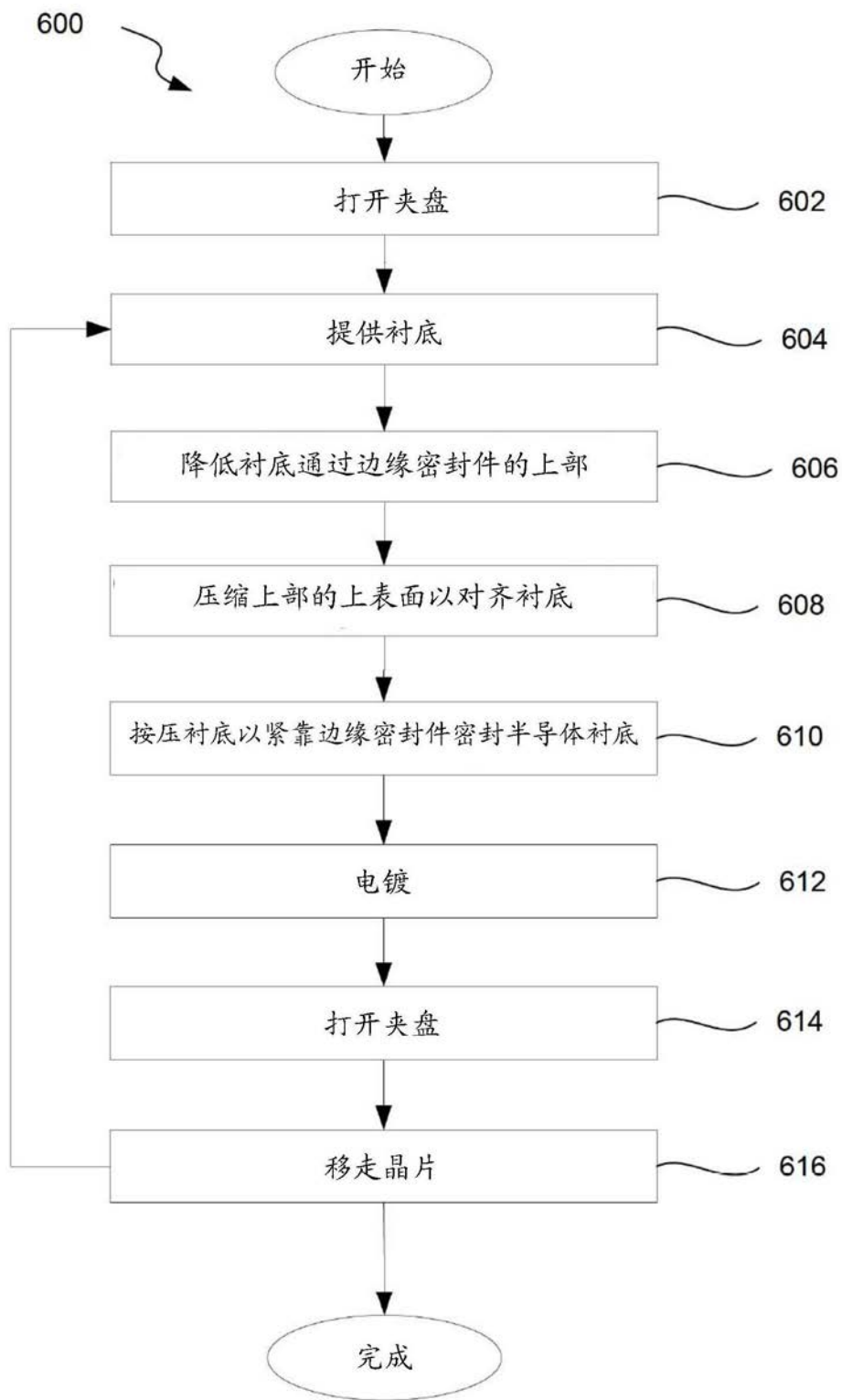


图6

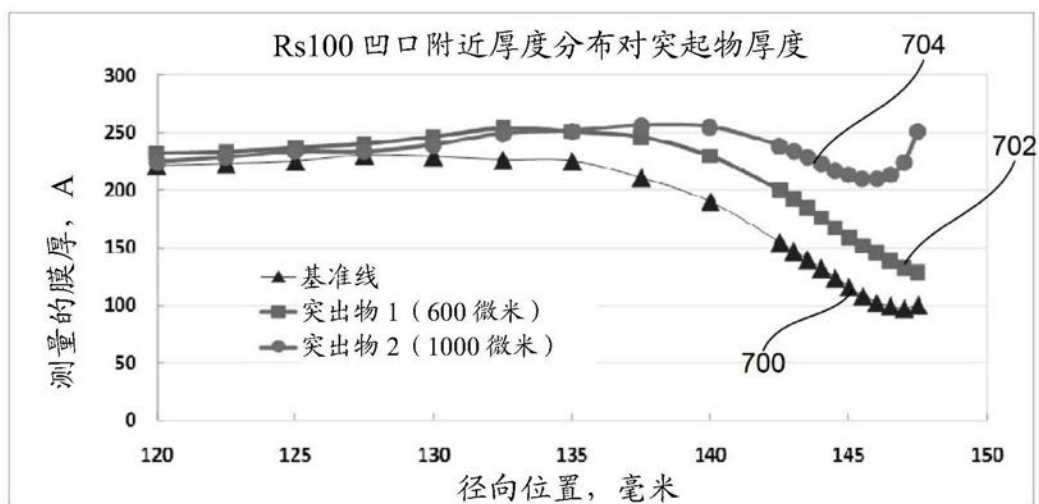


图7A

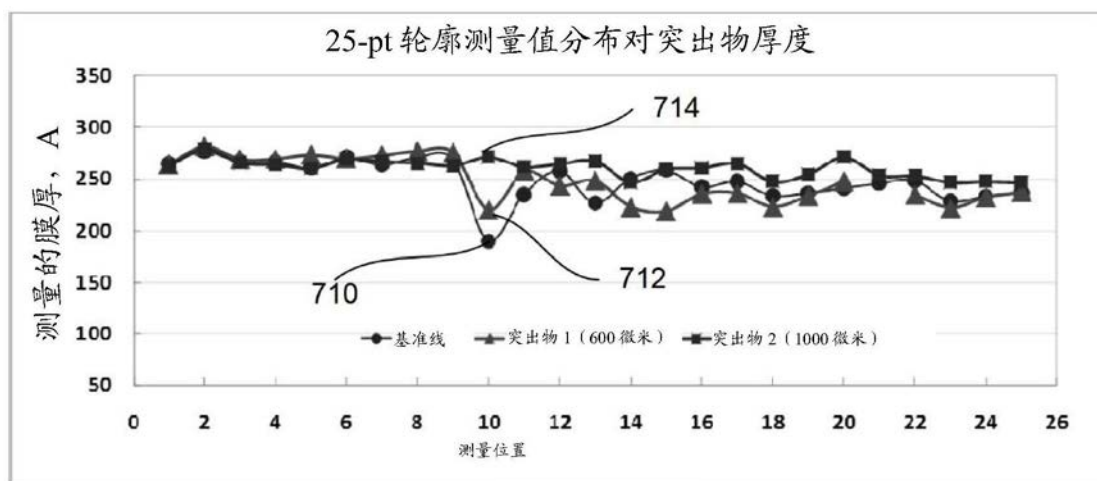


图7B

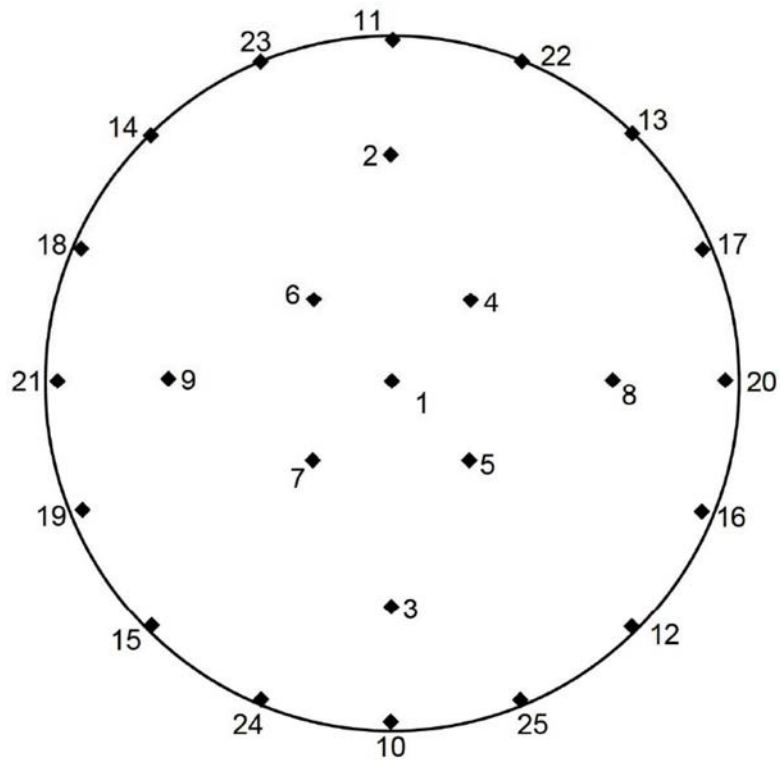


图7C