



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111489950 A

(43)申请公布日 2020.08.04

(21)申请号 201910079596.1

(22)申请日 2019.01.28

(71)申请人 中微半导体设备(上海)股份有限公司

地址 201201 上海市浦东新区金桥出口加工区(南区)泰华路188号

(72)发明人 倪图强 梁洁 涂乐义

(74)专利代理机构 上海元好知识产权代理有限公司 31323

代理人 徐雯琼 刘琰

(51)Int.Cl.

H01J 37/32(2006.01)

H01L 21/683(2006.01)

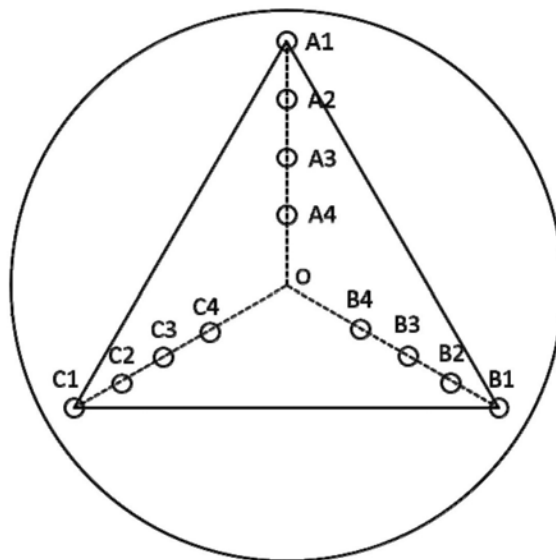
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种静电夹盘及其所在的等离子体处理装置

(57)摘要

本发明公开了一种静电夹盘及其所在的等离子体处理装置,本发明所述的静电夹盘包括一基座及设置在所述基座上方的静电夹层,贯穿所述静电夹盘设置若干升降顶针组件,所述组件包括升降顶针、顶针夹持件和升降顶针通道,所述顶针夹持件设置在所述升降顶针通道远离所述基片的一端,用于带动所述升降顶针在所述通道内上下移动,并在上下移动过程中始终位于所述基座下方。为了降低高功率可能引发的容纳升降顶针通道内部的电弧放电现象,本发明将顶针夹持件设置在升降顶针通道的外部,使得升降顶针通道内只需容纳升降顶针,进一步减小升降顶针通道的尺寸,以在不产生点火现象的前提下尽量提高静电夹盘的工作温度适应能力。



1. 一种静电夹盘,包括一基座及设置在所述基座上方的静电夹层,所述静电夹盘用于在工艺制程中实现对基片的支撑和固定,其特征在于:贯穿所述静电夹盘设置若干升举顶针组件,所述组件包括升举顶针、顶针夹持件和升举顶针通道,所述顶针夹持件设置在所述升举顶针通道远离所述基片的一端,用于带动所述升举顶针在所述升举顶针通道内上下移动,并在上下移动过程中始终位于所述基座下方。

2. 如权利要求1所述的静电夹盘,其特征在于:所述升举顶针组件包括一顶针保护套,所述升举顶针保护套设置在所述升举顶针通道的内壁。

3. 如权利要求2所述的静电夹盘,其特征在于:所述升举顶针在上下移动过程中,所述升举顶针的侧壁与所述顶针保护套之间的距离大于等于0.01mm。

4. 如权利要求1所述的静电夹盘,其特征在于:所述静电夹盘的工作温差大于20℃。

5. 如权利要求1所述的静电夹盘,其特征在于:所述静电夹盘的工作温差大于50℃。

6. 如权利要求1所述的静电夹盘,其特征在于:所述静电夹盘包括一中心,所述升举顶针组件与所述中心之间的距离小于等于第一距离,所述第一距离与所述静电夹盘的热膨胀系数和所述静电夹盘的工作温差成反比。

7. 如权利要求6所述的静电夹盘,其特征在于:所述升举顶针组件到所述静电夹盘中心的距离小于等于50mm。

8. 如权利要求6所述的静电夹盘,其特征在于:所述升举顶针组件到所述静电夹盘中心的距离小于等于30mm。

9. 如权利要求2所述的静电夹盘,其特征在于:所述升举顶针通道包括所述静电夹层对应的通道和所述基座对应的通道,所述顶针保护套设置在所述基座对应的通道的内壁。

10. 如权利要求9所述的静电夹盘,其特征在于:所述静电夹层对应的通道的开口尺寸大于所述顶针保护套的内径,小于所述顶针保护套的外径。

11. 如权利要求9所述的静电夹盘,其特征在于:所述顶针保护套靠近所述静电夹层的一端外侧设置一绝缘环。

12. 一种等离子体处理装置,其特征在于,包括一反应腔,所述反应腔内设置一如权利要求1-11任一项所述的静电夹盘。

## 一种静电夹盘及其所在的等离子体处理装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及等离子体刻蚀技术领域,尤其涉及一种在高射频功率下防止静电夹盘内产生电弧的等离子体处理技术领域。

### 背景技术

[0002] 对半导体基片或衬底的微加工是一种众所周知的技术,可以用来制造例如,半导体、平板显示器、发光二极管(LED)、太阳能电池等。微加工制造的一个重要步骤为等离子体处理工艺步骤,该工艺步骤在一反应室内部进行,工艺气体被输入至该反应室内。射频源被电感和/或电容耦合至反应室内部来激励工艺气体,以形成和保持等离子体。在反应室内部,暴露的基片被静电夹盘ESC支撑,并通过某种夹持力被固定在一固定的位置,以保证工艺制程中基片的安全性及加工的高合格率。

[0003] 为了满足工艺要求,不仅需要工序处理过程进行严格地控制,还会涉及到半导体基片的装载和去夹持。半导体基片的装载和去夹持是半导体基片处理的关键步骤,通过在静电夹盘内部设置若干升举顶针组件,当工艺制成结束后,利用升举顶针的支撑力实现基片与静电夹盘的分离和托举,位于反应腔外部的机械手探入基片和静电夹盘之间,实现对基片的卸载。

[0004] 在对基片进行制程工艺过程中,静电夹盘除了用于支撑固定基片,还用于对基片的温度进行控制,随着基片的加工精度越来越高,对静电夹盘的温度均匀性控制要求也越来越高。随着3D存储技术的发展,刻蚀工艺需要更高的晶圆温度以及更高的射频功率。高温高功率容易导致升举顶针组件内部发生电弧作用,严重的电弧作用会诱发电弧损伤,甚至导致静电夹盘的永久性破坏。

[0005] 因此,亟需提供一种升举顶针组件以适应反应腔内不断提高的温度和射频功率以及基片处理均匀性间的要求。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种静电夹盘,包括一基座及设置在所述基座上方的静电夹层,所述静电夹盘用于在工艺制程中实现对基片的支撑和固定,贯穿所述静电夹盘设置若干升举顶针组件,所述组件包括升举顶针、顶针夹持件和升举顶针通道,所述顶针夹持件设置在所述升举顶针通道远离所述基片的一端,用于带动所述升举顶针在所述升举顶针通道内上下移动,并在上下移动过程中始终位于所述基座下方。

[0007] 进一步的,所述升举顶针组件包括一顶针保护套,所述升举顶针保护套设置在所述升举顶针通道的内壁。

[0008] 进一步的,所述升举顶针在上下移动过程中,所述升举顶针的侧壁与所述顶针保护套之间的距离大于等于0.01mm。

[0009] 进一步的,所述静电夹盘的工作温差大于20℃。

[0010] 进一步的,所述静电夹盘的工作温差大于50℃。

[0011] 进一步的,所述静电夹盘包括一中心,所述升举顶针组件与所述中心之间的距离小于等于第一距离,所述第一距离与所述静电夹盘的热膨胀系数和所述静电夹盘的工作温差成反比。

[0012] 进一步的,所述升举顶针组件到所述静电夹盘中心的距离小于等于50mm。

[0013] 进一步的,所述升举顶针组件到所述静电夹盘中心的距离小于等于30mm。

[0014] 进一步的,所述升举顶针通道包括所述静电夹层对应的通道和所述基座对应的通道,所述顶针保护套设置在所述基座对应的通道的内壁。

[0015] 进一步的,所述静电夹层对应的通道的开口尺寸大于所述顶针保护套的内径,小于所述顶针保护套的外径。

[0016] 进一步的,所述顶针保护套靠近所述静电夹层的一端外侧设置一绝缘环。

[0017] 进一步的,本发明还公开了一种等离子体处理装置,包括一反应腔,所述反应腔内设置所述的静电夹盘。

### 附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附实施例。

[0019] 图1示出一种等离子体处理装置结构示意图;

[0020] 图2和图3示出一种静电夹盘的结构示意图;

[0021] 图4示出一种静电夹盘受热偏移后的结构示意图;

[0022] 图5示出静电夹盘上不同位置设置升举顶针组件的俯视示意图;

[0023] 图6示出另一种实施例的静电夹盘的结构示意图。

### 具体实施方式

[0024] 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。

[0025] 图1示出一种等离子体处理装置,包括一由外壁155围成的可抽真空的反应腔100。反应腔100用于对基片进行处理。一静电夹盘(ESC)130设置在所述反应腔的底部,用于支撑并固定基片150。一气体注入装置120将反应气体注入反应腔100,反应气体在射频功率源160的激励下解离为等离子体并保持,实现对基片的等离子体处理。真空泵170可以对反应腔抽真空,以保证等离子体在真空环境中对基片进行处理。

[0026] 在对基片的处理工艺过程中,等离子体对基片的轰击会造成基片发热,温度上升,为了保证基片不同区域温度的均匀性和工艺处理的稳定性,需要在静电夹盘上设置对基片温度进行均匀冷却的设计,目前业内常规的做法为向基片背面输送冷却气体,例如为氦气,利用该冷却气体在基片背面的均匀扩散,实现对基片的均匀降温。冷却气体主要通过静电夹盘内设置的冷却气体通道140进行输送,冷却气体到达基片背面后在基片与静电夹层之

间扩散,实现对基片的均匀冷却。除此之外,冷却气体还通过升举顶针组件110进行输送。

[0027] 图2和图3示出本发明所述的静电夹盘的结构示意图,详细描述了升举顶针组件110的结构。升举顶针组件110包括升举顶针115和升举顶针通道116,升举顶针通道116远离基片的一端设置一顶针夹持件114,顶针夹持件114用于夹紧升举顶针115并在驱动装置的驱动下带动升举顶针上下移动。升举顶针通道116内壁设置顶针保护套112,用于实现升举顶针115与基座134的有效隔离。如图3所示,升举顶针的作用是在完成基片的制程工艺后,利用升举顶针的托举实现基片150与静电夹盘130的分离,并将基片150托举到一定高度后,由反应腔外部的机械手臂接管基片,实现基片自反应腔的卸载。

[0028] 随着集成电路行业的不断发展,半导体基片处理的精度要求越来越高,为了提高处理精度,施加到反应腔内的射频功率源的功率不断增大。为了保证对基片的冷却效果,升举顶针通道要输送一定压力的冷却气体,随着施加到反应腔内的射频功率的增大,升举顶针通道内冷却气体被点燃成为等离子体的危险性也会变大,冷却气体被点燃成为等离子体的现象又成为电弧放电现象。冷却气体在升举顶针通道内电弧放电会损坏反应腔内部件,引发一系列危险后果,因此需要绝对避免。

[0029] 升举顶针为了能实现对基片的托举需要有一定的机械强度和稳定性能,因此升举顶针不能过于纤细,且与顶针保护套112之间要保证一定的间隙,这导致升举顶针通道116尺寸不能过小。研究发现,冷却气体发生电弧放电现象与冷却气体所处容器的尺寸以及容器内的气体压力有关,容器尺寸越大,或者容器内气体压力越大,气体越容易发生电弧放电现象。为了避免发生电弧放电现象,应该尽量控制升举顶针通道116的尺寸。

[0030] 在图2公开的静电夹盘结构示意图中,顶针夹持件114设置在升举顶针通道116远离基片的一端,位于基座134下方,在驱动升举顶针115上下移动的过程中,顶针夹持件114始终位于升举顶针通道116的外部,在基座下表面下方移动。本发明通过将顶针夹持件设置到升举顶针通道116的外部,使得升举顶针通道116内只需要容纳升举顶针115,可以进一步减小升举顶针通道116的开口尺寸。然而由于静电夹盘在工作过程中温度会发生较大变化,随着静电夹盘温度的变化,基座受热膨胀会使得升举顶针通道116沿着径向方向向外移动,而升举顶针本身由于部分静电夹盘热接触仍处于低温状态,所以顶针位置保持不变。这会导致出现如图4所示的现象发生,升举顶针通道116内靠近静电夹盘边缘一侧的顶针保护套与升举顶针之间的距离大于靠近静电夹盘中心一侧的升举保护套与升举顶针之间的距离。靠近静电夹盘边缘一侧的顶针保护套与升举顶针之间的距离增大会大大缩小冷却气体的压力适用范围。除此之外,当静电夹盘的温差超过一定数值,顶针保护套向外横向位移过大,会发生与升举顶针的贴合挤压,使得升举顶针无法顺利上下移动,造成部件工作失灵。

[0031] 为解决上述问题,本发明设计将升举顶针组件向静电夹盘中心移动。在本实施例中,基座134的材质为铝,热膨胀系数为 $-23.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ,静电夹层132的材质为陶瓷,热膨胀系数为 $-7.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。本实施例中选择顶针孔径为2.2毫米(mm),顶针外径为2.0毫米(mm)。图5示出逐渐将升举顶针组件向静电夹盘中心移动的示意图,表1示出当升举顶针组件在图5所示的不同位置时,升举顶针通道116在不同温度下的偏移尺寸,其中 $\Delta Z$ 为静电夹盘受热膨胀时顶针保护套向外偏移的尺寸,“通道两侧尺寸”指顶针保护套向外偏移后升举顶针通道116内靠近静电夹盘边缘一侧的顶针保护套与升举顶针之间的距离和靠近静电夹盘中心一侧的升举保护套与升举顶针之间的距离。

[0032] 表1

[0033]

升举顶针位置	ESC (°C)	20	40	60	80
A1, B1, C1 90mm	$\Delta Z$ (mm)	0	0.042	0.084	0.127
	通道两侧尺寸	0.100/0.100	0.142/0.058	0.184/0.016	无法使用温度
A2, B2, C2 70mm	$\Delta Z$ (mm)	0	0.033	0.066	0.099
	通道两侧尺寸	0.100/0.100	0.133/0.067	0.166/0.034	无法使用温度
A3, B3, C3 50mm	$\Delta Z$ (mm)	0	0.024	0.047	0.071
	通道两侧尺寸	0.100/0.100	0.124/0.076	0.147/0.053	0.171/0.029
A4, B4, C4 30mm	$\Delta Z$ (mm)	0	0.014	0.028	0.042
	通道两侧尺寸	0.100/0.100	0.114/0.086	0.128/0.072	0.141/0.059

[0034] 由表1可知,当静电夹盘温度在20°C常温条件下,无论升举顶针位于静电夹盘的何处,顶针保护套都不会向外发生偏移。但在80°C度时,升举顶针在距离静电夹盘中心90mm和70mm的(A1,B1,C1)(A2,B2,C2)处都会发生由于顶针保护套偏移尺寸过大导致无法使用的情况发生。由表1中的数据规律可知,升举顶针组件越靠近静电夹盘中心位置,热膨胀效应对升举顶针通道116偏移的影响越小,升举顶针组件越能适应更高温度的静电夹盘工作条件。

[0035] 本发明人发现, $\Delta Z$ 与静电夹盘的热膨胀系数、顶针通道到静电夹盘中心的距离以及静电夹盘的工作温差均成正比。在静电夹盘的热膨胀系数一定的情况下,为了适应不断提高的静电夹盘温度,需要减小顶针通道到静电夹盘中心的距离。在实际工作中,当升举顶针与顶针保护套之间的距离小于0.01mm时,升举顶针即面临被挤压不能正常工作的危险,因此升举顶针与顶针保护套之间的距离需要大于等于0.01mm。

[0036] 当设计升举顶针组件到静电夹盘中心的距离时,需要考虑静电夹盘可能需要的最高温度,对于需要应付较高工作温度的静电夹盘,升举顶针组件需要设置在离静电夹盘中心较近的位置。

[0037] 根据计算通道偏移量 $\Delta Z$ 的公式,

$$[0038] \quad \Delta Z = \beta * Z * (T - T_0)$$

[0039] 其中, $\beta$ 为静电夹盘的热膨胀系数, $Z$ 为升举顶针组件到静电夹盘中心的距离, $T$ 为静电夹盘工作的工作温度, $T_0$ 为静电夹盘工作的常温温度。当静电夹盘的工作温度高于常温温度时,静电夹盘有向外膨胀的趋势,此时升举顶针通道向外倾斜;当静电夹盘的工作温度低于常温温度时,静电夹盘有向内收缩的趋势,此时升举顶针通道向内倾斜。在确定 $Z$ 的数值时,先确定升举顶针的尺寸 $b$ 和容纳升举顶针通道的尺寸 $a$ ,为了满足升举顶针与顶针保护套之间的距离大于等于0.01mm,

$$[0040] \quad |1/2(a-b) - \Delta Z| \geq 0.01$$

[0041] 然后再根据 $T - T_0$ 的数值确定 $Z$ 的数值。

[0042] 本发明公开的静电夹盘尤其适用于需要工作在较高温度和施加较大功率的等离子体处理装置内。为了降低高功率可能引发的容纳升举顶针通道内部的电弧放电现象,本发明将顶针夹持件设置在升举顶针通道116的外部,使得升举顶针通道内只需容纳升举顶针,进一步减小升举顶针通道的尺寸。同时为了满足静电夹盘工作温差较大的需求,本发明

将若干升降顶针组件整体向静电夹盘的中心移动,减小升降顶针通道到静电夹盘中心的距离,以在不产生点火现象的前提下尽量提高静电夹盘的工作温度适应能力。

[0043] 图6示出另一种实施例的静电夹盘结构示意图。在该实施例中,升降顶针组件包括升降顶针215和升降顶针通道216和217,其中基座234对应的为升降顶针通道216,静电夹层232对应的为升降顶针通道217。升降顶针通道216远离基片的一端设置一顶针夹持件214,顶针夹持件214用于夹紧升降顶针215并在驱动装置的驱动下带动升降顶针上下移动。升降顶针通道216内壁设置顶针保护套212,用于实现升降顶针215与基座234的有效隔离。由于静电夹层为绝缘材料,因此升降顶针通道217内部无需设置顶针保护套。由于移除基片后反应腔100内存在用于清洁的等离子体,为避免等离子体与基座中的金属接触,本实施例在顶针保护套212靠近静电夹层232的一端外侧设置一圈绝缘环213。升降顶针通道216的开口小于顶针保护套212的开口,使得静电夹层232部分覆盖顶针保护套212的上端面,以避免清洁等离子体与基座中的金属接触。静电夹层232和基座234之间还设置一粘结层233。

[0044] 图6所示的实施例将升降顶针通道设置为两部分,其中,在基座234对应的升降顶针通道侧壁设置顶针保护套212,而在静电夹层对应的升降顶针通道侧壁不设置顶针保护套,避免了由于基座和静电夹层的材料不同,热膨胀系数存在差异,当静电夹盘的温度升高时,基座和静电夹层对应的顶针保护罩上受到的横向应力不相同,可能诱发的顶针保护罩的损伤。

[0045] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

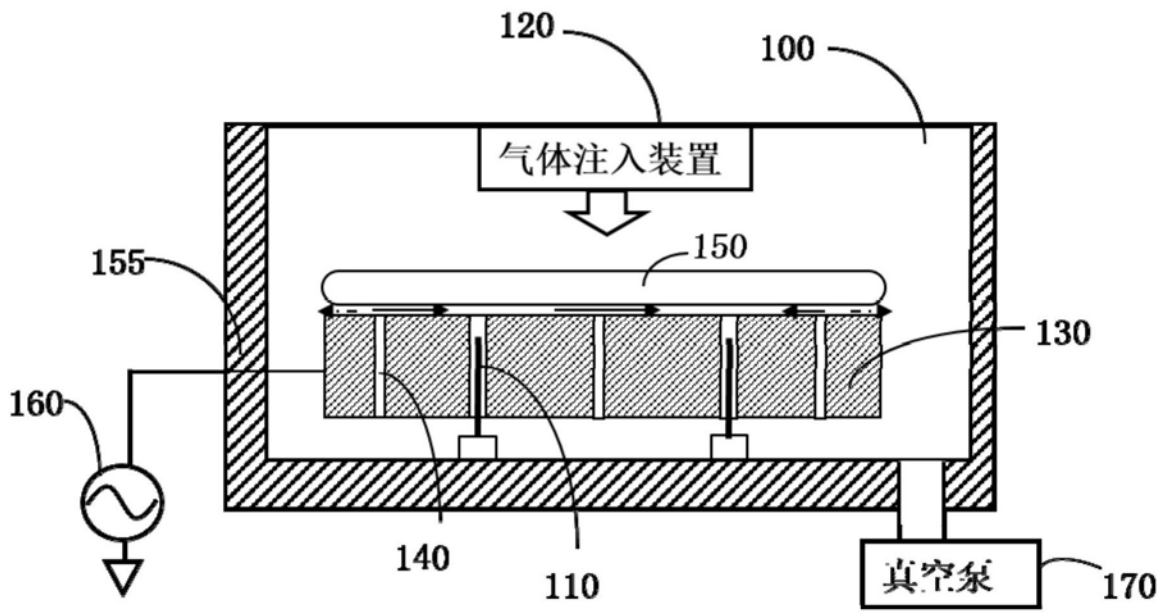


图1

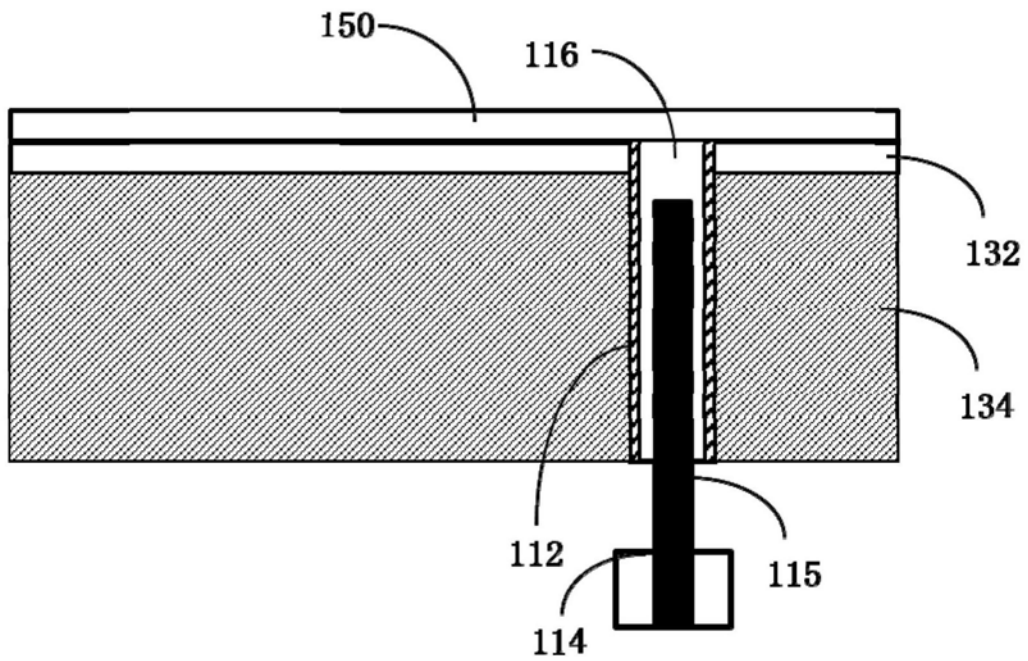


图2



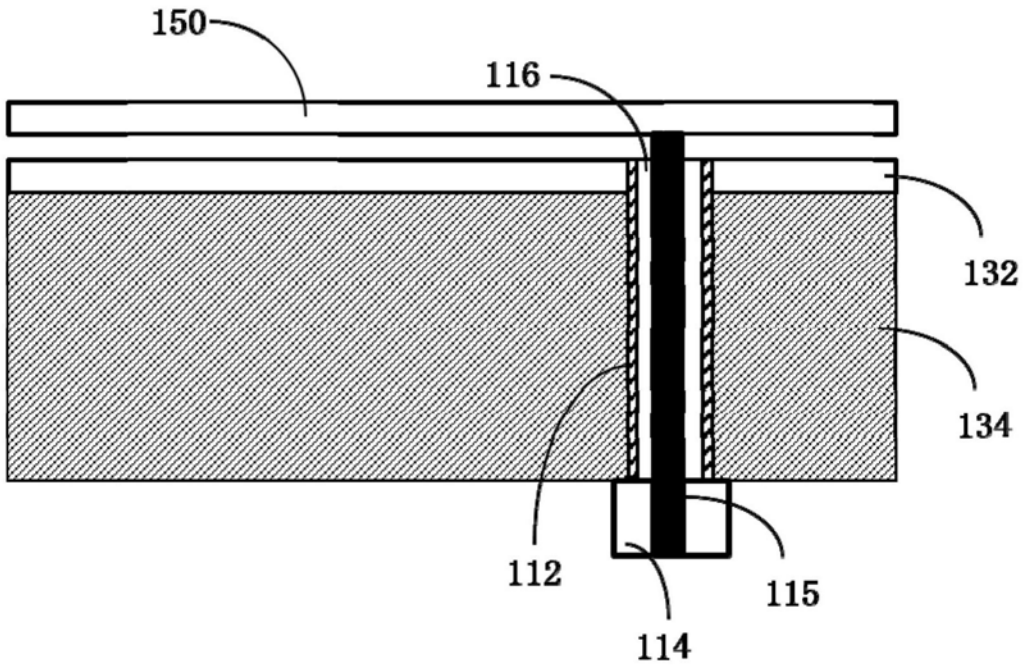


图3

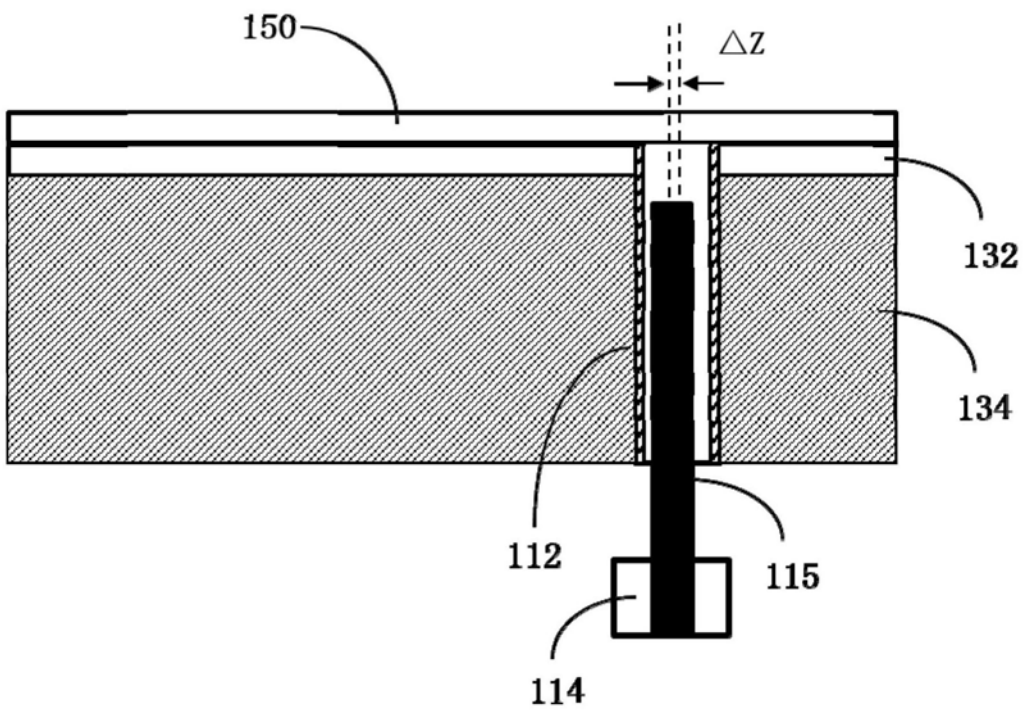


图4

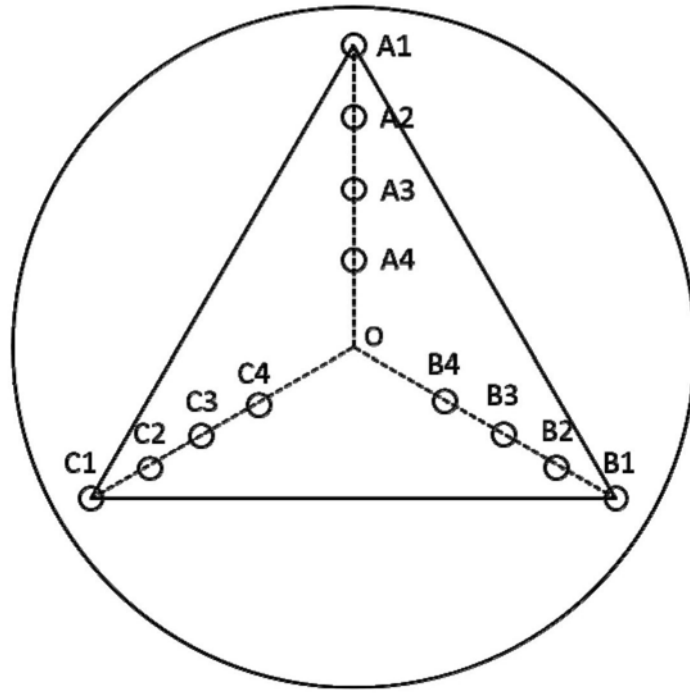


图5

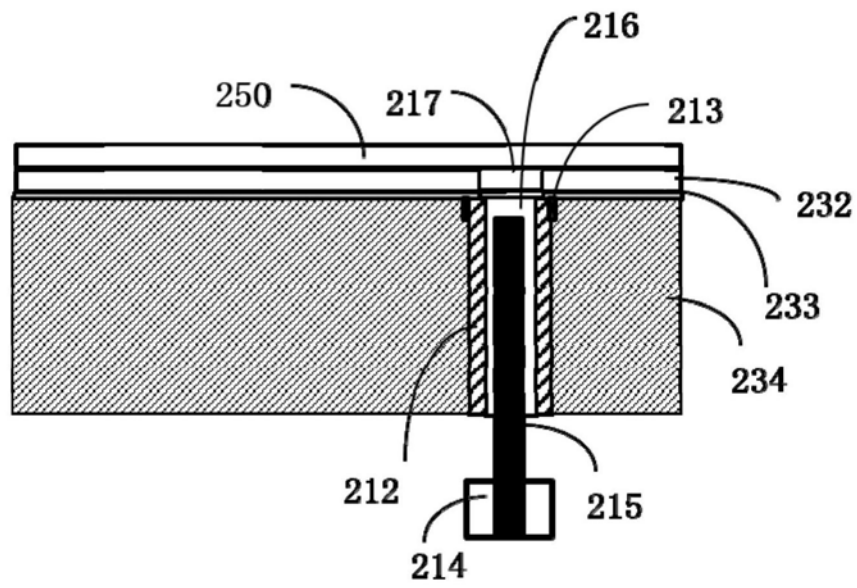


图6