



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105518825 B

(45)授权公告日 2018.02.06

(21)申请号 201480020826.2

(22)申请日 2014.03.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105518825 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(30)优先权数据
13/831,670 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.10.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/028937 2014.03.14

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/144502 EN 2014.09.18

(73)专利权人 部件再设计股份有限公司
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 B·D·埃李奥特 F·巴尔马
A·G·埃利奥特 A·维伊特泽
D·G·雷克斯 R·E·舒斯特

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 柳爱国

(51)Int.Cl.
H01L 21/145(2006.01)
H01L 21/22(2006.01)

审查员 霍淑利

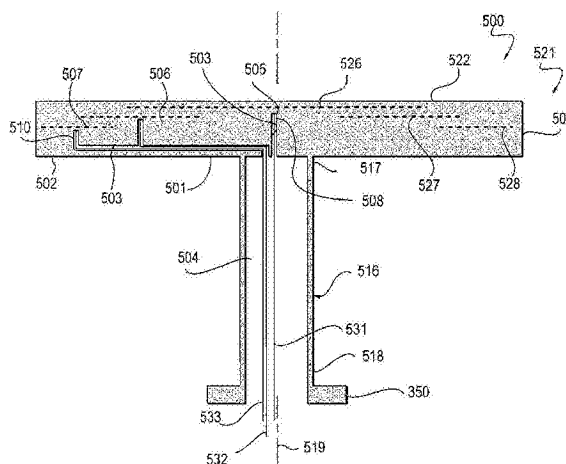
权利要求书1页 说明书18页 附图10页

(54)发明名称

多区加热器

(57)摘要

一种硅片夹,包括具有轴线的轴和连接到轴的端部的板。所述板能够具有从所述轴线径向向外延伸超过所述轴的部分。温度传感器能够布置在板的所述部分中并且电引线能够从所述温度传感器延伸穿过轴,以用于在半导体制程期间测量板在温度传感器附近的温度。



1. 一种用于在半导体制程中使用的硅片夹,包括:轴,所述轴具有轴线和端部;板,所述板连接到所述轴的端部并且具有从所述轴线径向向外延伸超过所述轴的部分,所述板设置有在所述部分中延伸的凹部;温度传感器,所述温度传感器布置在所述板的所述部分中;以及电引线,所述电引线从所述温度传感器延伸穿过所述凹部和所述轴,以用于在半导体制程期间测量所述板在所述温度传感器附近的温度,其特征在于,通过由铝的重量百分比高于92%的铝钎焊元件制成的铝连接部,所述凹部与腐蚀性处理气体气密性地密封隔离,并且所述板在所述铝连接部周围不含扩散层。

2. 根据权利要求1所述的硅片夹,其中,所述板是陶瓷板。

3. 根据权利要求1所述的硅片夹,还包括:附加温度传感器,所述附加温度传感器与所述温度传感器相距一定径向距离地布置在所述板的所述部分中;以及附加电引线,所述附加电引线从所述附加温度传感器延伸穿过所述轴,以用于测量所述板在所述附加温度传感器附近的温度。

4. 根据权利要求3所述的硅片夹,还包括:第一加热器,所述第一加热器用于在所述温度传感器附近加热所述板;以及第二加热器,所述第二加热器用于独立于所述第一加热器地在所述附加温度传感器附近加热所述板。

5. 根据权利要求3所述的硅片夹,其中,所述板由至少第一板层和毗邻的第二板层形成,所述第二板层气密性地连接到所述第一板层,所述第一板层具有第一表面,所述第二板层具有与所述第一表面相对的第二表面,所述第一表面和第二表面中的至少一个在其中具有凹部,以用于在所述第一板层和第二板层之间形成在所述温度传感器和所述轴之间延伸的用于接收所述电引线的凹部。

6. 根据权利要求5所述的硅片夹,其中,所述凹部包括:用于接收所述电引线的第一通道;和用于接收所述附加电引线的第二通道。

7. 根据权利要求5所述的硅片夹,其中,所述凹部包括以所述轴线为中心的筒形腔。

8. 根据权利要求1所述的硅片夹,其中,所述铝连接部是通过将铝钎焊元件加热到至少800℃的温度而形成的铝连接部。

9. 根据权利要求1所述的硅片夹,其中,所述温度传感器是热电偶。

多区加热器

技术领域

[0001] 本发明涉及在半导体处理中使用的加热器,并且更具体地涉及具有多个加热区的加热器和用以检测这些加热区的热电偶。

背景技术

[0002] 在半导体制造中,硅衬底(硅片)在升高的温度下接受处理,以用于沉积多种不同的材料。温度通常介于300℃至550℃范围内,但是有时可能高达750℃甚至更高。沉积的材料在硅片表面上的层中“生长”。这些材料中的很多种具有对温度极其敏感的生长速率,因此硅片上的温度变化能够影响薄膜的局部生长速率,导致随着薄膜在硅片上生长,薄膜厚度发生变化。

[0003] 理想的是控制沉积薄膜的厚度变化。有时,理想的是在硅片中心处的薄膜更厚(如同穹顶)。有时,理想的是在边缘上的薄膜更厚(如同凹坑或者凹窝)。有时,理想的是使薄膜厚度尽量薄(在数十埃的范围内)。

[0004] 最直接的用于控制硅片温度并且由此控制所沉积的薄膜的厚度分布的方法之一是将硅片放置在加热器上。通过将加热器设计成具有特定的用以在硅片上生成所需温度分布的功率密度“图”,就能够生成理想的薄膜厚度分布。下面的加热器的功率密度在硅片上需要较高温度的一个或多个部位处增加且在需要较低硅片温度的一个或多个部位处减小。

[0005] 芯片制造商希望获得在同一处理室中运行不同处理的能力。用于使薄膜生长的主要设备非常昂贵(通常每个处理室超过1百万美元),因此理想的是使所需处理室的使用最大化并且使所需处理室的数量最小化。使用不同化学品的不同温度处理在同一处理室中运行,以便生成不同的薄膜。这些不同的薄膜也可以具有不同的生长速率与温度特性。这就导致芯片制造商希望获得快速地改变指定处理室中的加热器的功率密度图以实现所需的薄膜厚度分布的能力。

[0006] 另外,理想的是芯片制造商能够在多个处理室中精确运行相同的“配方”并且生产具有匹配的薄膜厚度分布(以及能够由温度影响的其它性质例如薄膜应力、折射率等)的薄膜。因此,理想的是能够生产这样的加热器,其能够在各单元之间具有高度可重复的功率密度图。

[0007] 加热器能够制造成具有通过在加热器中使用多条独立的加热器电路来改变功率密度图的能力。通过改变施加到不同电路的电压和电流,就能够改变单条电路中的各部位的功率水平。这些特定电路中的各部位被称作“区(zone)”。通过针对指定区增加电压(并且由此当这些加热元件均为电阻性加热器时也增加电流),即可升高该区中的温度。相反地,当针对一个区减小电压时,即可降低该区中的温度。以这种方式,能够通过改变针对各个区的功率而由相同的加热器生成不同的功率密度图。

[0008] 至少两种限制因素会影响到芯片制造商有效使用多区加热器的能力。第一限制因素是现有技术中的加热器仅具有一个控制热电偶。因为目前用于加热器的板和轴的设计仅允许热电偶的位置位于加热板的中心处或者位于加热器中心的大约1英寸的半径以内,所

以只能使用一个控制热电偶。热电偶由与硅片的处理环境不相容并且因此必须与该环境隔离的金属制成。另外,为了热电偶(TC)的更快速的响应,最好使其在大气压力环境下而不是在典型处理室的真空环境下操作。因此,热电偶只能位于加热轴的不与处理环境相连通的中央中空区域中。如果存在位于加热轴的2英寸直径之外的加热区,则不能将热电偶安装于此以监测并帮助控制该加热区的温度。

[0009] 已经通过利用“受控(slaved)”的功率比控制位于加热器中央区域以外的加热区来解决该限制。根据施加到中央区和每一个其它区以生成理想的功率密度图的功率来建立该功率比。中央控制热电偶监测中央区的温度,并且(基于中央控制热电偶的反馈)施加到中央区的功率随后通过预先建立的功率比进行调节而被施加到所有区。例如,对于双区加热器,假定施加到外区和内区的功率比为1.2比1.0的功率生成所需的温度分布。假定加热器控制系统通过读取由中央控制热电偶提供的温度数据而确定需要100VAC的电压来实现适当的温度。利用受控的比例控制方法,由此将120AVC的电压施加到外加热区并将100VAC的电压施加到内加热区。由此通过改变受控比例即可调节功率密度图。

[0010] 这就导致对第二限制因素的讨论。现有技术中的加热器具有嵌入式加热器所固有的电阻变化。由于在当前陶瓷加热器的制造过程中需要高温和高压,因此所能实现的电阻容差能够接近于50%。换言之,用于半导体级陶瓷加热元件的典型电阻介于1.8欧姆至3.0欧姆的范围内(在室温条件下,加热元件的材料通常是随着运行温度的升高而电阻增大的钼)。

[0011] 这种变化导致的问题是:对于通过受控比方法控制的多区加热器保持各单元之间的可重复的功率密度图。对于单区加热器,电阻变化不是问题,原因在于控制热电偶被用于监测实际的运行温度,并且相应地调节供应给加热器的功率水平。但如果是多区加热器,并且加热元件的电阻变化能够接近于50%,则受控比控制方法将不能生成各单元间可重复的功率密度图。

[0012] 要求是建立一种加热器设计,其允许安装多个控制热电偶,所述多个控制热电偶能够物理地位于相应的加热区中以便允许反馈和直接控制,而且仍然保持热电偶与处理室中的处理环境相隔离。

附图说明

[0013] 本文所描述的在多个方面均为示意性的附图仅仅是为了进行图解而并非是为了限制本公开的范围。

[0014] 图1是根据本发明某些实施例的在半导体处理中使用的板轴装置的视图。

[0015] 图2是根据本发明某些实施例的板和轴之间的连接部的剖视图。

[0016] 图3是根据本发明某些实施例的处理室中的板轴装置的视图。

[0017] 图4是根据本发明某些实施例的加热器装置的视图。

[0018] 图5是根据本发明某些实施例的多区加热器的示意性剖视图。

[0019] 图6是根据本发明某些实施例的多区加热器的示意性仰视图。

[0020] 图7是根据本发明实施例的已连接的盖板的示意图。

[0021] 图8是根据本发明某些实施例的盖板的示意图。

[0022] 图9是根据本发明某些实施例的加热器的透视图。

- [0023] 图10是根据本发明某些实施例的加热器的透视分解图。
- [0024] 图11是根据本发明某些实施例的具有多层板的加热器的示意性剖视图。
- [0025] 图12是根据本发明某些实施例的多层板的放大局部剖视图。
- [0026] 图13是根据本发明某些实施例的具有多个加热区和热电偶的加热器的示意性剖视图。
- [0027] 图14是根据本发明某些实施例的沿着图13中的线14-14截取的板和轴的连接区域的放大剖视图。
- [0028] 图15是根据本发明某些实施例的沿着图14中的线15-15截取的中央衬套的俯视图。
- [0029] 图16是图解了根据本发明某些实施例的沿着图15中的线16-16截取的中央衬套的各方面的局部剖视图。
- [0030] 图17是根据本发明的某些实施例的沿着图13中的线17-17截取的多个加热区的映像图。

具体实施方式

[0031] 在本发明的一个实施例中,提供了具有多个热电偶的多区加热器,以使得能够独立地监测不同加热区的温度。独立的热电偶可以使它们的引线在通道或凹部中从加热器的轴分出,能够利用连接处理来闭合所述通道或凹部,所述连接处理导致适于承受处理室中的轴和处理化学品的内部气氛的气密性密封。独立的热电偶可以使它们的引线在板层之间的空间、凹部或腔中从加热器的轴分出,并且可以利用连接处理来连接各板层,所述连接处理导致适于承受处理室中的轴和处理化学品的内部气氛的气密性密封。热电偶及其引线能够通过连接处理包封,在所述连接处理中,利用任何适当的连接材料(例如铝)将能够作为底板层的第一板层或通道盖钎焊到第二板层或加热板。

[0032] 图1图解了在半导体处理中使用的示例性的板轴装置100例如加热器。在一些方面中,板轴装置100由陶瓷例如氮化铝构成。加热器具有轴101,所述轴101相应地支撑板102。板102具有顶部表面103。轴101可以是中空的筒体。板102可以是平盘。可以具备其它的子部件。在本发明的某些处理中,板102可以在初始处理中单独制成,所述初始处理涉及处理炉,在所述处理炉中形成陶瓷板。在一些实施例中,可以利用如下所述的低温气密性连接处理将板连接到轴。

[0033] 图2示出了剖视图,在所述剖视图中,第一陶瓷件(可以是陶瓷轴191)例如可以连接到第二陶瓷件,所述第二陶瓷件例如可以由相同或者不同材料制成并且可以是陶瓷板192。可以包括连接材料例如钎焊层190,所述连接材料能够从本文所描述的钎焊层材料的组合中选择并且可以根据本文所描述的方法输送到连接部。在一些方面中,板可以是氮化铝而轴可以是氮化铝、氧化锆、铝或者其它陶瓷。在某些方面中,理想的可以是使用具有低传导传热系数的轴材料。

[0034] 关于图2中示出的连接部,轴191可以定位成使得其抵接板,其中,仅钎焊层介于所连接的表面例如轴的表面193和板的表面194之间。板192的接触表面194可以位于板中的凹部195中。为了图解清晰,放大了连接部的厚度。在示例性实施例中,板和轴均可由氮化铝制成并且均已预先使用液相烧结处理而单独形成。板的直径可以约为9-13英寸而厚度为0.5-

0.75英寸。轴可以是中空的筒体,其长度为5-10英寸而壁厚为0.1英寸并且外径介于1-3英寸的范围内。板可以具有适于接收轴的第一端部的外表面的凹部。

[0035] 如图3所示,加热器或其它装置上使用的连接部的钎焊材料可以桥接在两个不同的气氛之间,所述两个不同的气氛均可针对现有的钎焊材料存在显著问题。在半导体处理设备例如半导体硅片夹的加热器205的外表面207上,钎焊材料必须与正在进行的处理和使用加热器205的半导体处理室200中所存在的环境201相容。处理室200中所存在的环境201可以包括氟化学品。加热器205可以具有衬底206,所述衬底206固定到板203的顶部表面,由轴204支撑所述板203。在加热器205的内表面208上,钎焊层材料必须与不同的气氛202相容,所述气氛202可以是含氧气氛。与陶瓷一起使用的现有钎焊材料尚不能满足这两个标准。例如,包含铜、银或金的钎焊元件可以与正在处理的硅片的晶格结构发生干扰,并且因此不适用。然而,在钎焊连接部将加热板连接到加热轴的情况下,轴的内部通常会经历高温,并且在中空轴的中心内具有含氧气氛。钎焊连接部的将暴露于该气氛的部分将发生氧化,并且可以氧化到连接部中,导致连接部处的气密性失效。除了结构附接之外,在半导体制造中使用的这些装置的轴和板之间的连接部在多种(即便不是所有,也是大部分)应用中必须是气密性的。

[0036] 图4示出了应用在半导体处理室中的加热器管柱的示意性视图的一个示例。可以是陶瓷加热器的加热器300能够包括射频天线310、加热元件320、轴330、板340和安装凸缘350。

[0037] 在本发明的一些实施例中,如图5所示,能够提供用于应用在半导体制程中的设备,例如硅片夹或者加热器500。所述设备能够包括长形轴516,所述长形轴516能够是圆柱体并且设置有相对的第一和第二端部517、518以及在两端部517、518之间延伸的中央纵向轴线519。通路或者中心孔504从第一端部517至第二端部518延伸贯穿轴516。板521能够连接到轴516的第一端部517。板521能够具有任何适当的形状例如圆柱形并且能够以轴线519为中心。在一个实施例中,板521的半径大于轴516的半径。在一个实施例中,板521具有部分522例如环形部分,所述部分522从轴线519径向向外延伸超过轴516。轴516和板521中的每一个均能够由任何适当材料例如陶瓷材料制成,并且在一个实施例中轴和板均由氮化铝制成。板521能够设置有多多个加热区,每个加热区在其中均具有至少一个加热器。在一个实施例中,板521具有:第一或者中央加热区526,所述第一或者中央加热区526能够例如以轴线519为中心;第二或者中部加热区527以及第三或者边缘加热区528。当在平面图中观察时,加热区中的每一个均可具有任何适当形状,并且在一个实施例中,中央区526在平面图中为圆形而中部区527和边缘区528在平面图中皆为环形。加热区能够重叠(例如如图5所示),或者相互不重叠而且相互径向间隔开。

[0038] 设备500能够设置有多多个温度传感器,例如每个加热区设置至少一个温度传感器。在一个实施例中,第一温度传感器505布置在板521中的中央加热区526附近或者毗邻中央加热区526,第二温度传感器506布置在板中的中部加热区527附近或者毗邻中部加热区527,第三温度传感器507布置在板中的边缘加热区526附近或者毗邻边缘加热区526。在一个实施例中,温度传感器中的每一个均布置在相应加热区的径向中心处,不过温度传感器相对于相应加热区的其它定位也处于本发明的范围内。在一个实施例中,第二和第三温度传感器506、507中的每一个均布置在板521的部分522中。在一个实施例中,温度传感器505、

506、507相互径向间隔开,并且在一个实施例中,第二温度传感器506与第一温度传感器505径向向外地间隔开,而第三温度传感器507与第二温度传感器506径向向外地间隔开。温度传感器中的每一个都可以是任何适当的类型,并且在一个实施例中,温度传感器中的每一个都是热电偶。

[0039] 电引线从温度传感器中的每一个延伸到轴516的第一端部517并且穿过中心孔504延伸到轴的第二端部518。在这方面,第一电引线531的一个端部电耦合或者电连接到第一传感器505,第二电引线532的一个端部电耦合或者电连接到第二传感器506,并且第三电引线533的一个端部电耦合或者电连接到第三传感器507。引线中的每一条均延伸穿过轴516,以便能够接在轴的第二端部518处并且允许独立地监测板521的温度,更具体地监测板的在相应温度传感器附近的温度并且由此监测在相应加热区526、527、528附近的温度。

[0040] 能够以任何适当的方式形成板516,并且在一个实施例中,板由多层例如多个平面层制成。在一个实施例中,设备500的第一板层或者盖板501可以结合到设备500的第二板层或者加热板502的背侧,从而覆盖中空区域或者凹部503,所述中空区域或者凹部503可以与加热轴中空芯部504相连或者连通。凹部能够作为用于温度传感器引线531-533的导管,并且引线531至533中的一根或者多根能够布置在每一个凹部或者通道中。使用径向配电馈线、凹部或者通道例如被覆盖的中空区域就允许单独控制热电偶,以便用于直接监测多区加热器500中的每个加热区例如加热区526-528处的局部温度。热电偶505、506、507可以安装在相应的热电偶套管508、509、510内,所述热电偶套管508、509、510位于每个单独的加热区中。热电偶可以安装到这些套管中,所述套管位于被覆盖的中空区域或者通道503中。在一些实施例中,在通道503中可以执行板的机械加工,以便允许更深入地安装温度传感器或者热电偶505-507。随后可以用陶瓷盖板501覆盖热电偶,所述陶瓷盖板501定位在加热板背侧并且位于加热板和轴之间。加热板502、中空区域盖板501和加热轴516随后能够结合在一起。这就将热电偶与处理环境隔离开,并且提供了每个加热区的温度的直接反馈以用于常规控制。在一些加热器的设计中,在板的制程期间,加热器被完全嵌入在板中。这种处理在形成板期间可能需要高温和高冲压接触力,所述高温可以处于1700℃的范围内。尽管加热元件自身可以适于承受这样的处理,但是热电偶505-507和用于热电偶的引线531-533不能承受这个处理,所述引线531至533可以由因科内尔合金(Inconel)制成。在陶瓷板521的最终烧结和冲压之后安装热电偶531-533的情况中,必须相应地保护热电偶免于与在加热器500使用期间将暴露给加热器500的处理化学品接触。使用多个热电偶监测板521的具有单独加热器的区域的温度,以允许基于实际温度读数控制板的这些区域的温度。

[0041] 热电偶套管可以伸入板521中到达加热元件的高度。在某些实施例中,加热元件可以具有开放区域,以使得热电偶套管不会向下伸入加热元件而是到达一区域中的同一深度处,在该区域的加热元件中存在间隙或者空间。在某些实施例中,在将加热板加工成在其中具有多区加热元件之后,中空区域503和热电偶套管可以机械加工成加热板。在制造加热板时,多区加热元件可以处于陶瓷加热板中。利用如本文所述的低温连接处理,中空区域盖板502可以连接到加热板501,并且在一些方面中还连接到轴516的一部分或者端部517。

[0042] 图6是半导体处理硅片夹500中的板例如板521的仰视图,其中,轴例如轴516附接于此。凹部、槽或者中空通道区域503从板的位于中空轴516的中央的部分径向向外延伸。一个或多个热电偶套管能够位于该中空通道区域503内,以允许将温度传感器或者热电偶插

入到设置在相应加热区(例如否则将不能直接监测的中部加热区527和边缘加热区528)中的相应的加热元件。

[0043] 图7图解了根据本发明的某些实施例的加热板502的具有凹部、空间或者中空区域503以及盖板501的部分的剖视图,所述加热板502被包括作为例如用于在半导体制程中使用的加热器或硅片夹的部件。盖板501可以适于装配在设于加热板底部的狭缝、凹部或者开口中。槽、通道、凹部或者狭缝设置在加热板502和盖板503中的至少一个中。在一个实施例中,图7的剖视图中示出的凹部或者通道503可以位于狭缝的下方并且适于将电引线或者联接件520从温度传感器或者热电偶分接到轴中心。特别地,适当的温度传感器或者热电偶被径向超过轴的外径地布置在板中,并且因此不与轴重叠。因为通道503可能会体验轴的中心内的气氛,这样很可能被氧化,所以连接件521能够例如是在本文公开的任何一种连接层,其将盖板501附接到加热板502以桥接不同的气氛。通道内的这种气氛可以允许通道区域内的热电偶实现明显更好的热电偶功能。连接件的另一侧将体验处理室内的气氛,所述气氛可以包括腐蚀性处理气体例如含氟化学品。适当的连接方法得到与这些不同的气氛相容的连接件例如本文所公开的类型的气密性连接件。图7中图解的设备或者加热器的电引线520延伸穿过凹部、通道或者通路中的加热板502,所述凹部、通道或者通路与在其中使用该设备的半导体处理室的环境气密性地密封隔离。

[0044] 图8图解了第一板层或者加热板502的一部分的剖视图,所述第一板层或者加热板502被包括作为例如用于应用在半导体制程中的加热器或者硅片夹的一部分,其中,第二板层或者中空盖板530适于连接到加热板502的底部。加热板502和盖板530能够形成加热器的板例如板521。中空盖板530可以覆盖电引线或者热电偶耦合线520以及加热板的底部中的热电偶套管。加热板502和盖板530的相对的表面中的至少一个设置有槽、通道、凹部或者狭缝,以用于使形成的凹部、通道、凹部或狭缝545与半导体处理室的环境气密性地密封隔离并且适于用作耦合到温度传感器或者热电偶的电引线或接线520所用的导管,所述温度传感器或者热电偶布置在加热板的从加热器的轴径向向外延伸的部分中。能够例如为在本文公开的连接层中的任意一种的适当的连接层或者连接部546能够将盖板530附接到加热板502并且形成它们之间的气密性密封。在图8所图解的实施例中,通道545位于盖板530内或者延伸穿过盖板530,而不是位于加热板或结构502内或者延伸穿过加热板或结构502。

[0045] 图9和图10分别以透视图和局部分解透视图来图解根据本发明的某些实施例的加热器550。加热器550与上述的加热器类似并且相同的附图标记被用于描述该加热器550中的相同部件。设置了中空盖板551并且所述中空盖板551可以具有连续的环状结构或者环状件552,所述连续的环状结构或者环状件552适于安装在轴516和加热板502的底部之间。在一个实施例中,盖板551和环状结构或者环状件552由相同的材料形成为一体,因此并非不同的部件。加热板502和盖板551的相对的表面中的至少一个设置有槽、通道、凹部或者狭缝,用于形成与半导体处理室的环境气密性地密封隔离并且适于用作耦合到温度传感器或者热电偶的电引线532、533所用的导管,所述温度传感器或者热电偶布置在板521的从加热器550的轴516径向向外延伸的部分中。在加热器550中,与位于加热板或者加热结构502内或者延伸穿过加热板或者加热结构502相反地,用于温度传感器引线的槽、通道、凹部或者狭缝位于盖板551内或者延伸穿过盖板551。中空盖板551允许将热电偶引线或者电线532、533从板521的底部、轴526的周界的外侧布线至轴的中心。在一些实施例中,可以在一个加

热操作中同时连接加热板502、具有环状结构552的中空盖板551和轴516,所述一个加热操作将这些部件钎焊在一起。在这方面,可以使用在本文公开的连接处理和层中的任意一种。

[0046] 在本发明的一些实施例中,如从图11的展开图可见,板轴装置556例如加热器或者硅片夹具有板组件或者板557和轴558。板组件557具有层561、562、563,所述层561、562、563在它们被组装成板组件557之前能够是完全烧结的陶瓷层。第一层或者顶板层561覆盖第二层或者中间层562,其中电极层564位于顶板层561和中间层562之间。中间层562覆盖底部层563,其中,加热层565位于中间层562和底部层563之间。

[0047] 在一些实施例中,热电偶可以安装在板层之间,以便监测不同部位处的温度。多层板组件可以允许操作板中的一块或多块的一个或多个表面上的区域,以使得可以在最终烧结陶瓷板层之后完成表面的匹配。另外,对表面的这种操作还允许将部件组装到板层的表面中,并且组装到各板层之间的空间中。

[0048] 板组件557的层561、562、563在加热器的情况中可以由陶瓷例如氮化铝制成,或者在静电夹头的情况中由其它的材料(包括氧化铝、掺杂氧化铝、氮化铝、掺杂氮化铝、氧化铍、掺杂氧化铍和其它材料)制成。在将它们引入到板组件557中之前,构成衬底支撑件的板组件的层561、562、563可以是完全烧结的陶瓷。例如,当板处于高温高接触压力的专用炉中或者用带铸法或火花等离子体烧结或其它方法处理板时,可以完全烧结各层561、562、563,随后按照它们的用途和它们在板组件的堆中的位置来根据需要机械加工成最终尺寸。随后可以使用钎焊处理将板层561、562、563与连接层567连接在一起,这允许在不需要配备有用于高接触应力的冲头的专业高温炉的情况下完成板组件557的最后组装。

[0049] 在轴还是最终组件的部件的实施例中,例如在板轴装置的情况中,将板组件557连接到轴558的连接处理步骤也可以在不需要配备有用于高接触应力的冲头的专业高温炉的情况下使用钎焊处理来完成。在某些实施例中,可以在同步处理步骤中完成将板层和板组件连接到轴的处理。轴558可以利用连接层568连接到板组件557。连接层568在某些实施例中可以是与连接层567相同的钎焊元件。

[0050] 用于制造板或者板组件的改进方法可以涉及将板组件层连接到最终板组件中,并且无需利用高温和高接触压力的额外处理的耗时且昂贵的步骤,已经在上文描述过并将在下文更加详细地描述该方法。根据本发明的实施例可以利用用于连接陶瓷的钎焊方法来连接板层。用于将第一和第二陶瓷件连接在一起的钎焊方法的示例可以包括以下的步骤:将第一和第二陶瓷件用钎焊层(选自于由布置在第一和第二陶瓷件之间的铝和铝合金构成的组)连接在一起、加热钎焊层到至少800℃的温度、然后将钎焊层冷却至低于其熔点的温度,使得钎焊层硬化并形成气密性的密封,以便将第一构件连接到第二构件。可以根据本文所描述的方法实现钎焊连接部的各种几何结构。

[0051] 在本发明的某些实施例中,可以提出具有多层的板组件,使得在板层之间存在支撑件,以使得当加热连接层并且将轻微压力轴向施加到板时,存在略微的轴向压缩,使得连接层适度变薄,直到一块板上的支撑件接触毗邻的板为止。在某些方面中,这允许不仅控制连接部的厚度,而且还能控制板组件的尺寸和公差。例如,通过关于板层的机械公差能够设定各种板的结构的平行度,并且该方面在利用支撑件的连接处理期间能够得到保持。在某些实施例中,使用一个板层上的圆周外环状件能够实现连接后的尺寸控制,所述圆周外环状件覆盖毗邻层上的内环状件,以便提供轴向一致性。在某些实施例中,外环状件或者内环

状件中的一个还可以沿着垂直于板的轴向方向接触毗邻板,使得沿着该轴向方向也能实现位置控制。轴向位置控制还可以由此确定两块毗邻板之间的连接层的最终厚度。

[0052] 在本发明的某些实施例中,层之间的电极的材料可以与连接层的材料相同并且能够以连接层和电极两者的双重身份发挥作用。例如,先前由静电夹头中的电极占据的区域可以改为由连接层占据,所述连接层具有用作电极和连接层的双重功能,当用作电极时,其用于例如提供静电夹持力,当用作连接层时,其连接两块板,连接层位于这两块板之间。在该实施例中,迷宫式部分(labyrinth)可以位于两块连接的板的外周周围,以使从板外侧的区域到带电电极的视线和通路基本被最小化。

[0053] 图12图解了根据本发明的某些实施例的板组件的局部剖视图。板组件是多层板组件,其中加热器和电极位于不同的层之间。各层通过钎焊元件相连接并且由板上的支撑件578、579决定板在垂直于板的主平面所在的平面的方向上的最终位置。

[0054] 第一层或顶板层571覆盖第二层或者下板层572。下板层572覆盖第三层或者底板层573。尽管在图12中图解了具有三个板层,但是可以根据特定应用的需要使用不同数量的板层。顶板层571利用多功能连接层576而连接到下板层572。多功能连接层576适于将顶板层571连接到下板层572并且适于作为电极。这种电极可以是连接层,所述连接层基本为圆盘,其中,连接材料也用作电极。如图12所示,支撑件578适于沿着垂直于板层主平面的垂直方向针对下板层572控制顶板层571的位置。顶板层571的边沿适于沿着两块板之间的位于它们周界处的边界577来遮挡视线。连接层576的厚度可以成适当尺寸,以使得在板组件的加热和连接步骤之前,连接层576就与顶板层571和下板层572接触。

[0055] 下板层572覆盖底板层573。加热器574位于下板层572和底板层573之间。在这方面,凹部、腔或者腔室设置在下板层572和底板层573的相对表面中的至少一个中,以形成用于接收加热器574的凹部、腔或者腔室580。在一个实施例中,如图12所示,凹部或者腔580形成在底板层573的上表面中,以用于接收加热器574。凹部580能够具有任何适当的尺寸和形状并且当以平面图观察时例如能够是圆形,以便形成圆柱形的凹部。连接层575将下板层572连接到底板层573。连接层575可以是位于板层周界内的环形环状件。支撑件579适于控制下板层572沿着垂直于板层的主平面的垂直方向相对于底板层573的位置。在板组件的连接步骤期间,可以预先组装如图12所示的部件,随后使用本文所描述的处理连接该板预组件,以便形成完整的板组件。在某些实施例中,这个板预组件还可以与轴和轴连接层预先组装在一起,以使得可以在单个加热处理中连接完整的板轴装置。该单个加热处理可以不需要高温炉或者具有适于提供高接触应力的冲头的高温炉。另外,在某些实施例中,完整的板轴组件可以不需要任何连接后的机械加工步骤,而且仍然可以满足在半导体制程的实际使用中对这种装置的公差要求。

[0056] 在某些实施例中,顶板层和底板层是氮化铝。在某些实施例中,连接层是铝。在下文中讨论连接处理和材料的示例。

[0057] 图13是板轴装置600的剖视图,所述板轴装置600可以是加热器、硅片夹、基架或者基座,其中,多个加热区和多个热电偶使用根据本发明的某些实施例的多层板601。提供了具有第一端部641和相对的第二端部642以及在端部641、642之间延伸的纵向轴线643的长形轴。轴602的第一端部641能够通过任何适当的装置(包括在本文公开的那些装置)联接到板601的底部中心。在这些实施例中,使用同样适于承受腐蚀处理化学品的密封性连接层能

够用于将相邻板连接在一起,以便允许将温度传感器插入到板601的部分605中,所述部分605从轴602的内部603包围的区域径向向外延伸而且与由加热器可能经受的腐蚀处理气体隔离开。适当的提升销孔或者开口630能够设置在板601中,例如,如图13所示。

[0058] 在一些实施例中,使用多层板允许接近位于各层之间的空间,在所述空间中,热电偶能够放置到否则将无法进行监测的区域中。例如,在例如图13所示的板轴装置600中,所有的动力和监测通常都是通过轴602的中空中心或者中央通路603进行布线并且经由室馈通而离开处理室。在现有技术的装置中,其中,整个陶瓷板轴装置被热烧结在一起,仅可嵌入热电偶并且使遥测装置顺着中空轴向下布线的可用区域位于中空轴中央的区域中。例如,能够使用适于从中空轴中央向下的长钻头在板的底部中钻孔。随后热电偶能够被插入到该孔中并且仅用于监测在该中央区域中的板的温度。能够安装热电偶的部位的局限性排除了监测落在中空轴内部之外的部位处的温度。

[0059] 在本发明的某些实施例中,中央衬套604可以用于辅助将板层之间的内层空间与可以存在于轴中的气氛密封隔离。在这样的实施例中,中央衬套604可以用作从轴602的中央部分到板层之间的内层空间的馈通。

[0060] 在一些实施例中,可由三个板层组装成加热器600的板601。板层中的每一层均可以是完全烧结的陶瓷例如氮化铝。在被组装成多层板组件之前,板层中的每一层均可以事先机械加工为成品或者接近于成品的尺寸。第一层或者顶部板层612可以覆盖第二层或者中部板层611,所述第二层或者中部板层611相应地可以覆盖第三层或者底部板层610。板层中的每一层均可以是圆柱状,并且在一个实施例中,板层中的每一层均具有相同的横向尺寸或直径,所述横向尺寸或直径与板601的横向尺寸或直径相等。中间板层的周界可以利用连接层614连接到底板层610。顶板层612和中间板层611之间的金属层613可以用作RF层,并且用作这些板层之间的连接层。板601具有从轴线643径向向外延伸超过轴602的部分605。

[0061] 在中部板层611和下板层610之间设有一个或多个加热元件。中部板层611可以适于接收加热元件,使得加热元件621位于中部板层611的底部中的槽620中。在图17中可见多区加热元件布局的示例。对于总共六个区而言,加热元件分成三个径向区,所述三个径向区中的每一个区均具有两个半区。在这方面,板602包括:中央加热区647,所述中央加热区647能够是环形并且分成第一和第二中央半区647a、647b;中部加热区648,所述中部加热区648能够是环形并且分成第一和第二中部半区648a、648b;和边缘加热区649,所述边缘加热区649能够是环形并且分成第一和第二边缘半区649a、649b。这些半区中的每一个均能够是半环形。中央加热区647能够以轴线643为中心,中部加热区能够与轴线643和中央加热区647径向向外地间隔开,并且边缘加热区能够与轴线和中部加热区径向向外地间隔开。径向区中的两个即中部加热区648和边缘加热区649能够位于板601的部分695中并且完全位于中空轴的内部的周界外侧。加热元件621可以由钼制成,并且可以用AlN封装混合物622封装到槽中。用于加热元件621的馈电线646可以从中央衬套展开,以便将电力输送到各加热器电路。

[0062] 在一个实施例中,例如图17所示,至少一个第一温度传感器651布置在板601中的中央加热区647附近或者毗邻所述中央加热区647,至少一个第二温度传感器652布置在板中的中部加热区648附近或者毗邻所述中部加热区648,并且至少一个第三温度传感器653布置在板中的边缘加热区649附近或者毗邻边缘加热区649。相对于相应的加热区域定位温

度传感器的任何适当方式均处于本发明的范围内。在一个实施例中,第二和第三温度传感器652、653中的每一个均布置在板601的部分605中。因此,位于适于提供温度监测的加热区648、649中的温度传感器以大于轴602的内半径的径向距离被安置在板中。在一个实施例中,温度传感器651、652、653相互径向间隔开,并且在一个实施例中每个第二温度传感器652均与至少一个第一温度传感器651径向向外地间隔开,每个第三温度传感器653与至少一个第二温度传感器652径向向外地间隔开。温度传感器中的每一个均能够是任何适当的类型,并且在一个实施例中,温度传感器中的每一个均是热电偶。

[0063] 电引线661从温度传感器651至653中的每一个延伸到轴601的第一端部641并且通过中心孔603至轴的第二端部642。引线661中的每一根均延伸穿过轴601,以便能够接到轴的第二端部642并且允许独立监测板601的温度,更具体地,监测板的在相应加热区647、648、649附近的温度。

[0064] 在例如图13至16所示的实施例中,中部板层611的底部表面可以安装有不同的部件。在某些方面中,一个或多个凹部、通道、槽或者狭缝662可以机械加工到用于安装加热元件621和电引线661的表面中。这样的—个或多个凹部能够包括单个腔,所述腔例如能够是圆柱形并且在一个实施例中以轴线643为中心。可以在这个表面中钻出孔以用作热电偶套管,用于安装热电偶651至653。在该机械加工之后,可以安装并封装加热元件621。在某些实施例中,加热元件可以是放置在操作中的钎线。在某些实施例中,加热元件可以使用厚膜沉积技术沉积到槽中。还可以安装和封装热电偶651至653。加热元件可以附接到馈电线646,所述馈电线646可以是总线。在使用中央衬套的实施例中,馈电线646和热电偶引线661可以通过中央衬套布线。可以例如以倒置的方式组装多层板堆601,其中,包括钎焊层的所有元件均被组装到预组件中,然后将所述预组件处理成最终的完整的加热器组件。根据本文所描述的钎焊步骤利用气密性的密封连接所有部件,所述气密性的密封适于在支持半导体制造的同时承受加热器所体验的气氛,所述气氛可以包括含氧气氛和氟化学品。

[0065] 在使引线例如具有因科内尔合金外部的热电偶引线661通过中央衬套604来布线的情况中,这些引线可以通过中央衬套而且还针对钎焊元件密封。例如,引线可以通过中央衬套中的具有埋头孔的孔洞,并且在钎焊步骤之前圆柱钎焊元件可以放置在引线周围。中央衬套60还允许中部板层611和底板层610之间的内板空间与轴的内部空间气密性密封隔离。如图14所示,连接层615可以用于将轴与底板层610的底部隔离开,并且另一个连接层616可以用于将中央衬套604与底板层610的上表面隔离开。在某些实施例中,当在钎焊步骤期间在真空中加热整个加热器组件以连接待附接各种连接层的所有不同表面时,将用气密性的密封在真空条件下密封内板空间。在某些方面中,通过安装有热电偶的内板层将更好地使热电偶与安装有热电偶的区域之外的区域的温度热隔离。

[0066] 图15和图16分别在俯视图和局部剖视图中图解了中部衬套604。中央衬套可以用作密封馈通,所述密封馈通将轴的中央区域与中部板层611和底板层610之间的内板空间隔离开。将电力供应到加热器的引线646和热电偶引线661可以通过中央衬套布线并且在同一钎焊处理步骤中用钎焊材料密封,所述钎焊处理步骤使得其它部件互连并且密封其它部件。

[0067] 图17图解了多区加热元件例如加热器600,如在本发明的某些实施例所见。针对总共六个加热区647a、647b、648a、648b、649a、649b,加热元件分成板601中的三个径向区647、

648、649,如图17中的平面图所示,所述三个径向区域647、648、649中的每一个均具有两个半区。径向区中的两个例如,中部加热区648和边缘加热区649位于板部分605中并且完全位于中空轴602的内部的周界外侧。在一个实施例中,至少第一温度传感器或者热电偶651设置在板601中用于每个中央加热区647a、647b;至少第二温度传感器或者热电偶652设置在板601中用于每个中部加热区648a、648b,并且至少第三温度传感器或者热电偶653设置在板601中用于每个边缘加热区649a、649b。在一个实施例中,当以平面图观察时,温度传感器设置在其相应的加热区647a、647b、648a、648b、649a、649b的范围内,如图17所示。在一个实施例中,板601中的加热区基本是平面并且当以平面图观察时限定了这样的区域,关于这个加热区的至少一个温度传感器位于这个加热区的区域内,或者位于加热区的平面中或者沿着轴线643与这个平面间隔开。以这种方式,温度传感器位于加热区附近。在一个实施例中,板601中的加热区中的每一个基本为平面并且基本垂直于轴线643延伸。应当理解的是,能够如此设置温度传感器651至653中的全部或者一部分。

[0068] 根据本发明的某些实施例的连接方法依赖于控制连接材料相对于待连接的陶瓷件的润湿和流动。在某些实施例中,在连接处理中没有氧气以允许在不发生改变连接区域中的材料的反应的前提下适当地润湿。在适当润湿连接材料并且使其流动的情况下,能够以相对低的温度获得气密性密封的连接部。在本发明的某些实施例中,在连接处理之前在连接部的区域中完成陶瓷的预先金属化。

[0069] 在使用连接的陶瓷的终端产品的某些应用中,连接部的强度可能并不是关键的设计因素。在某些应用中,可能需要连接部的气密性,以允许分离开连接部任意一侧上的气氛。而且,连接材料的成分可能很重要,以使其能够耐受化学品,陶瓷组件的终端产品可能暴露于所述化学品。连接材料可能需要耐受化学品,否则所述化学品可能致使连接部退化,并且损坏气密性的密封。连接材料可能还需要是这样的材料类型,所述材料不会负面干扰由最终陶瓷装置支持的后期处理。

[0070] 在本发明的一些实施例中,连接的陶瓷组件由陶瓷例如氮化铝构成。可以使用其它材料例如铝、氮化硅、碳化硅或者氧化铍。在一些方面中,第一陶瓷件可以是氮化硅而第二陶瓷件可以是氮化铝、氧化锆、氧化锆或者其它陶瓷。在一些本处理中,连接的陶瓷组件的部件可以首先在初始处理中被单独制成,所述初始处理涉及处理炉,在所述处理炉中形成第一件和第二件。在一些实施例中,凹部可以包括在匹配件中的一个中,这允许另一个匹配件位于凹部内。

[0071] 在一些实施例中,连接部可以包括多个支撑件,所述支撑件适于保持最小的钎焊层厚度。在一些实施例中,陶瓷件之一例如轴可以采用在要被连接到板的轴的端部上的多个支撑轴或者在盖要连接到板的表面上的多个支撑轴。支撑轴可以是与陶瓷件相同结构的一部分并且可以通过从陶瓷件上机械切除一些结构从而留下支撑轴而形成。支撑轴可以在连接处理之后抵接陶瓷件的端部。在一些实施例中,支撑轴可以用于产生针对连接部的最小化的钎焊层厚度。在一些实施例中,钎焊之前的钎焊层材料将比通过轴端部和板之间的支撑轴或者粉末颗粒保持的距离更厚。在一些实施例中,可以使用其它方法来建立最小的钎焊层厚度。在一些实施例中,陶瓷球可以用于建立最小的钎焊层厚度。在一些方面中,连接部厚度可以比支撑轴或其它的最小厚度确定装置的尺寸略大,原因在于不必从支撑件和毗邻的接触表面之间挤出所有的钎焊材料。在一些方面中,在支撑件和毗邻的接触面之间

可以发现一部分的铝钎焊层。在一些实施例中,钎焊之前的钎焊材料的厚度可以为0.006英寸,其中,完整的连接部的最小厚度为0.004英寸。钎焊材料可以是铁重量比为0.4wt.%的铝。在一些实施例中,可以不使用支撑件。

[0072] 在钎焊材料是铝的装置中,当横穿连接部在两侧上发现两种类型的气氛时,所述钎焊材料应与这两种类型的气氛相容。铝具有形成氧化铝的自我限制层。这种层整体均匀并且一旦形成便防止或者显著限制其它氧气或者其它氧化化学品(氟化学品)透入到底层铝以及继续氧化过程。以这种方式,存在最初短暂的氧化期或者腐蚀铝的过程,随后通过已经形成在铝的表面的氧化层(氟化物层)基本停止或者减缓所述氧化或者腐蚀铝。钎焊材料可以是片材、粉末、薄膜或者适于本文所描述的钎焊处理的任何其它形状因子的形式。例如,钎焊层可以是片材,所述片材的厚度介于0.00019英寸至0.011英寸或者更大之间。在一些实施例中,钎焊材料可以是厚度近似为0.0012英寸的片材。在一些实施例中,钎焊材料可以是厚度约为0.006英寸的片材。通常,在铝的晶界之间随着沉淀形成铝中的合金成分(例如,镁)。尽管它们能够降低铝结合层的抗氧化性能,但是通常这些沉淀物不会形成通过铝的连续通路,并且由此不允许氧化剂透过全铝层,并且由此使得铝的自限制氧化层保持完整,所述铝的自限制氧化层提供了其耐腐蚀性。在使用包含能够形成沉淀物的成分的铝合金的实施例中,处理、包括冷却协议的参数将适于最小化晶格边界中的沉淀物。例如,在一个实施例中,钎焊材料可以是铝,所述铝的纯度至少为99.5%。在一些实施例中,可以使用商业可获得的铝箔,所述铝箔的纯度大于92%。在一些实施例中,使用合金。合金可以包括Al-5w%Zr、Al-5w%Ti、工业合金#7005、#5083和#7075。在一些实施例中,可以在1100℃的连接温度下使用这些合金。在一些实施例中,可以在介于800℃和1200℃之间的温度条件下使用这些合金。在一些实施例中,可以在更低或者更高的温度条件下使用这些合金。

[0073] 在根据本发明的实施例的处理的条件下AlN随着铝扩散的不敏感性导致在制造板轴组件过程中的钎焊步骤之后保留了陶瓷的材料性能和材料密度。

[0074] 在一些实施例中,在适于提供非常低的压力的处理室中实施连接处理。根据本发明的实施例的连接处理可能要求无氧,以用于实现气密性密封的连接部。在一些实施例中,在低于 1×10^{-4} Torr的压力条件下实施处理。在某些实施中,在低于 1×10^{-5} Torr的压力条件下实施处理。在某些实施例中,进一步实现除氧,其中,将氧化锆或者钛放置在处理室中。例如,氧化锆内室可以放置在待连接的件周围。

[0075] 在一些实施例中,可以使用除了真空之外的气氛来实现气密性密封。在一些实施例中,氩(Ar)气氛可以用于实现气密性的连接部。在一些实施例中,其它惰性气体用于实现气密性的连接部。在一些实施例中,氢气(H₂)气氛可以用于实现气密性的连接部。

[0076] 钎焊层的润湿和流动对多种因素敏感。关注的因素包括钎焊材料成分、陶瓷成分、处理室中的气氛的化学构成(尤其是在连接处理过程室中的氧气水平)、温度、保温时间、钎焊材料的厚度、待连接的材料的表面特征、待连接的件的几何结构、在连接处理期间施加在连接部上的物理压力和/或在连接处理期间保持的连接间隙。

[0077] 在一些实施例中,陶瓷的表面可以在将陶瓷件放置到室中用于连接之前承受金属化。在一些实施例中,金属化可以是摩擦金属化。摩擦金属化可以包括使用铝棒。旋转工具可以用于使得铝棒在这样的区域上旋转,当连接件时所述区域将毗邻钎焊层。摩擦金属化步骤可以在陶瓷件的表面上遗留下某些铝。摩擦金属化步骤可以例如通过移除某些氧化物

某种程度上改变陶瓷表面,使得表面更适于润湿钎焊材料。金属化步骤在某些实施例中是薄膜溅射。

[0078] 用于将第一和第二陶瓷件连接在一起的钎焊方法的示例包括这样的步骤:即,使得第一和第二陶瓷件与选自布置在第一和第二陶瓷件之间的铝和铝合金构成的组的钎焊层连接在一起、加热钎焊层至至少800℃的温度、和将钎焊层冷却至低于其熔点的温度,使得钎焊层硬化并且产生气密性密封部,以便将第一构件连接到第二构件。可以根据本文所描述的方法实施钎焊连接部的各种几何结构。

[0079] 根据本发明的某些实施例的连接处理可以包括以下步骤中的一些或者全部。选择两个或者更多个陶瓷件,用于连接。在一些实施例中,可以在同一组处理步骤中使用多个连接层连接多个件,但是为了讨论清晰,将在此讨论利用一个连接层连接两个陶瓷件。陶瓷件可以是氮化铝。陶瓷件可以是单晶或者多晶氮化铝。每个陶瓷件的部分均已经认定为每个陶瓷件将连接到彼此的区域。在图解的实施例中,陶瓷板结构的底部的部分将连接到陶瓷中空筒形结构的顶部。连接材料可以是包括铝的钎焊层。在某些实施例中,钎焊层可以是商业可获得的铝箔,其铝含量大于99%。在一些实施例中,钎焊层可以由多层箔构成。

[0080] 在一些实施例中,待连接的具体表面区域将承受预先金属化步骤。可以以多种方式实现预先金属化步骤。在一种方法中采用了摩擦预先金属化,通过使用6061铝合金的金属棒可以随着旋转工具一起旋转并且压抵在连接部区域的陶瓷上,使得某些铝可以沉积到连接部的区域中的两个陶瓷件中的每一个上。在另一种方法中,PVD(物理气相沉淀)、CVD(化学蒸汽沉淀)、电镀加工、等离子喷涂或者其它方法可以用于施加预先金属化。

[0081] 在连接之前,可以相对于彼此固定两个陶瓷件,以便在处于处理室中期间保持某些位置控制。固定还有助于应用外加负荷,以便在施加温度期间在两个陶瓷件之间并且在整个连接部上产生接触压力。可以将压重物放置在固定陶瓷件的顶部上,使得接触压力施加在连接部上。压重物可以与钎焊层的面积成比例。在某些实施例中,作用在连接部接触区域上的施加在连接部上的接触压力可以处于大约2psi至500psi范围内。在某些实施例中,接触压力可以处于2psi至40psi的范围内。在某些实施例中,可以使用最小压力。应用在这个步骤中的接触压力远远低于如在现有处理中使用热冲压/烧结的连接步骤中的接触压力,所述现有技术处理可以使用介于2000psi至300psi范围内的压力。

[0082] 在使用支撑轴作为支撑件或者使用例如陶瓷球的连接部厚度控制的其它方法的实施例中,在施加热量之前的钎焊层的原始厚度可以大于支撑轴的高度。当钎焊层温度达到并且超越液相温度时,钎焊层上的正在连接的陶瓷件之间的压力将致使陶瓷件之间相对运动直到第一陶瓷件上的支撑轴接触第二陶瓷件上的接触表面为止。此时,连接部上的接触压力将不再由外力供应(如果有的话,除了钎焊层内的排斥力的阻力)。在完全润湿陶瓷件之前支撑轴可以防止钎焊层被推出到连接部区域并且由此可以允许在连接处理期间更好和/或更全面地润湿。在某些实施例中,没有使用支撑轴。

[0083] 固定组件可以放置在处理炉中。炉可以排空至小于 5×10^{-5} Torr的压力。在某些方面中,真空移除了剩余的氧气。在某些实施例中,使用低于 1×10^{-5} Torr的真空。在某些实施例中,固定组件放置在锆内室内,所述锆内室作为氧引诱剂,从而进一步减少了可能在处理期间已经达到连接部的剩余氧气。在某些实施例中,用纯净的脱水惰性气体(例如氩气)净化并且再次填充处理炉,以移除氧气。在某些实施例中,用净化氢气净化并且再次填

充处理炉,以便移除氧气。

[0084] 然后固定组件承受温度升高,并且保持处于连接温度条件下。在启动加热循环时,温度可以缓慢升高,例如每分钟15℃升高至200℃,此后以为每分钟20℃升高至标准温度,例如600℃和连接温度并且保持每个温度一固定停留时间,以允许在加热之后恢复真空,以用于最小化梯度和/或出于其它原因。当已经达到钎焊温度时,能够保持温度一有效实施钎焊反应(所需)的时间。在示例性实施例中,停留温度可以是800℃而停留时间可以是2小时。在另一个示例性实施例中,停留温度可以是1000℃而停留时间可以15分钟。在另一个示例性实施例中,停留温度可以是1150℃而停留时间可以是30至45分钟。在一些实施例中,停留温度不会超过1200℃的最大值。在一些实施例中,停留温度不会超过1300℃的最大值。在实现有效钎焊停留时间的情况下,可以以每分钟20℃的速率冷却熔炉或者当固有熔炉冷却速率较小时以更缓慢的速率冷却熔炉至室温。可以使得熔炉处于大气压力条件下,可以移除开放并且钎焊的组件,用于检查、特征描述和/或评估。

[0085] 在过长的时间段中使用过高的温度可能会因显著的铝蒸发而导致在连接层中形成空隙。因为空隙形成在连接层中,所以可能损失连接部的气密性。可以控制处理温度和处理温度保持时间,使得铝层不会蒸发掉,并且使得实现气密性的连接部。除了上述其它处理参数,在适当温度和处理时间控制的情况下可以形成连续连接部。根据本文所描述的实施例实现的连续连接部将导致产生气密性密封部件,以及结构附接。

[0086] 钎焊材料将流动并且允许润湿正在钎焊的陶瓷材料的表面。当使用铝钎焊层并且在含氧量足够低并且如本文所述使用铝钎焊层连接例如氮化铝的陶瓷时,连接部是气密钎焊的连接部。这与在某些现有陶瓷连接处理中的扩散结合的情况相反。

[0087] 在一些实施例中,待连接的陶瓷件可以构造成,使得在钎焊期间没有压力作用在钎焊层上。例如,柱或者轴可以放置到配合陶瓷件中的埋头孔或者凹部中。埋头孔可以大于柱或者轴的外部尺寸。这可以在柱或者轴周围产生随后可以填充铝或者铝合金的区域。在这种方案中,在连接期间为了保持而施加在两个陶瓷件之间的压力不会导致产生作用在钎焊层上的任何压力。而且,能够使用固定将每个陶瓷件保持在优选的端部位置中,使得在陶瓷件之间存在小压力或者没有压力。

[0088] 如上所述连而接的连接组件得到的的部件在所连接的部件之间具有气密性的密封。在使用组件的过程中气氛隔离是重要方面的情况中能够使用这种组件。此外,连接部的在连接的组件随后应用在半导体处理中时可以暴露于各种气氛的部分在这种气氛中将不会降级也将不会污染后续半导体处理。

[0089] 由于需要显著的力来分离各部件,因此气密性和非气密性的连接部均可以牢固地连接件。然而,连接部是否牢固并不取决于连接部是否提供了气密性密封。获得气密性连接部的能力可以与连接部的润湿有关。润湿描述了液体分散在另一种材料的表面上的能力或者趋势。如果在钎焊连接部中存在不充分润湿,则将存在不能实施结合的区域。如果具有足够的非润湿区域,则气体可能通过连接部,从而导致泄漏。在熔融钎焊材料的过程中的不同阶段,连接部上的压力可以影响润湿。通过使用支撑轴支撑件或者其它支撑件装置(例如插入陶瓷球或者适当直径的粉末颗粒)限制压缩钎焊层超过陶瓷最小距离可以增强连接部区域的润湿。细心控制连接处理期间由钎焊元件体验气氛可以增强连接部区域的润湿。以组合的方式,细心控制连接部厚度和细心控制在处理期间使用的气氛可以导致完全润湿连接

部接触区域,这在其它处理中是不能实现的。此外,结合其它引用因素,通过使用具有适当厚度的钎焊层可以导致非常良好的润湿、气密和连接,所述适当的厚度可以比支撑轴支撑件高度大。尽管不同的连接层厚度可能成功,但是连接层的增加的厚度可能增强连接部的气密方面的成功率。

[0090] 在钎焊处理期间存在大量氧气或氮气可以导致会干扰到连接部接触区域的完全润湿的反应,这相应地可能导致不密闭的连接部。在没有完全润湿的情况下,非润湿的区域被引入到连接部接触区域中的最终连接部中。当引入了足够的连续的非润湿区域时,将损失连接部的气密性。

[0091] 存在氮气可能导致氮气与熔融的铝发生反应形成氮化铝,并且这种反应形成可以干扰润湿连接部接触区域。类似地,存在氧气可以导致氧气与熔融铝发生反应形成氧化铝,并且这种反应形成可以干扰连接部接触区域的润湿。使用压力低于 5×10^{-5} Torr的真空气氛已经显示出移除足够的氧气和氮气,以允许完全稳健润湿连接部接触区域和气密性的连接部。在一些实施例中,使用更高的压力,包括大气压力,而且使用非氧化气体,例如氢气或者纯惰性气体,例如氩气,例如在钎焊步骤期间的处理室中还会导致稳健地润湿连接部接触区域和气密性的连接部。为了避免发生上文提到的氧反应,在钎焊处理期间处理室中的氧含量必须低到足以使得不会对完全润湿连接部接触区域造成消极影响。为了避免发生上文提到的氮反应,在钎焊处理期间在处理室中存在的氮气含量必须低到足以使得不会对完全润湿连接部接触区域造成消极影响。

[0092] 与保持最小连接部厚度相结合,在钎焊处理期间选择适当的气氛可以允许完全润湿连接部。相反地,选择不适当的气氛可能导致欠佳的润湿、产生空隙并且导致非气密的连接部。控制气氛和控制连接部厚度的适当组合连同适当的材料选择以及钎焊期间的温度允许利用气密性的连接部连接材料。

[0093] 在本发明的一些实施例中,其中,陶瓷表面中的一个或者两个在钎焊之前被预先金属化,例如利用铝薄膜溅射,连接处理步骤可以使用保持更短时间的低温。在开始加热循环时,温度可以缓慢升高,例如以每分钟 15°C 升高至 200°C 并且随后以每分钟 20°C 升高至标准温度,例如 600°C 和连接温度并且每种温度均保持一固定停留时间,以允许在加热之后恢复真空,以用于最小化梯度和/或出于其它原因。当已经达到钎焊温度时,能够保持温度一有效实施钎焊反应(所需)的时间。在使用预先金属化接触表面中的一个或多个的一些实施例中,钎焊温度可以处于 600°C 至 850°C 的范围内。在示例性实施例中,停留温度可以是 700°C 而停留时间可以是1分钟。在另一个示例性实施例中,停留温度可以是 750°C 而停留时间可以1分钟。在实现有效钎焊停留时间的情况下,可以以每分钟 20°C 的速率冷却熔炉或者当固有熔炉冷却速率较小时以更缓慢的速率冷却熔炉至室温。可以使得熔炉处于大气压力条件下,可以移除开放并且钎焊的组件,用于检查、特征描述和/或评估。

[0094] 关于不将铝层沉积到连接部接触区域上的铝钎焊处理,这样的处理在低温并且在钎焊温度条件下经历短停留时间产生了气密性的连接部,在所述处理中,例如利用薄膜溅射技术陶瓷具有沉积在其上的薄铝层。使用沉积在接触表面上的铝层可以相对更便捷并且需要更少能量润湿表面,从而允许使用更低温度和更短的停留时间来实现气密性的连接部。

[0095] 如下为这种钎焊处理的工艺总结:连接部位于多晶氮化铝的两个件之间。钎焊层

材料是0.003”厚的99.8%的铝箔。使用2微米厚的铝的薄膜沉积来金属化环状件的连接部区域。连接温度为780℃并且保持10分钟。在低于 6×10^{-5} Torr的压力条件下在处理室中实施连接。使用0.004”直径的二氧化锆球保持连接部厚度。第一件(环形件)在沉积薄铝层之前接受蚀刻处理。连接部的声像完整示出了陶瓷被良好润湿的部位中的纯深色。发现连接部良好和充分的完整性。这个连接部气密。通过小于 1×10^{-9} sccm He/sec的真空漏气速率来验证气密性;通过标准商业可获得的氦质谱检漏仪来实施验证。

[0096] 根据本发明的实施例制造多区加热器组件允许在最终烧结加热器的陶瓷件之后插入热电偶,其中利用热电偶监测加热器的区。还通过适于承受高温和那些腐蚀气体的气密性密封部将热电偶与在半导体处理期间加热器将承受的外部环境隔离开,所述外部环境可以包括腐蚀气体。另外,气密性密封部还是结构连接部,并且可以利用一个钎焊步骤结构连接并且气密性密封多部件组件。

[0097] 如本文所述的连接方法的另一个优势是根据本发明的一些实施例的连接部可以允许根据需要拆卸组件,以便维修或者替换两个部件中的一个。因为连接处理不能通过将连接层扩散到陶瓷中来修改陶瓷件,所以陶瓷件能够重复使用。

[0098] 在一些实施例中,通过部件几何结构来保持轴和板的对准和位置,从而消除了固定和柱结合机械加工。加重可以用于确保在结合处理期间除了在钎焊材料熔融时发生某些轴线运动之外不会发生其它运动。可以自上而下放置板,其中,连接元件位于板的后表面中的凹部中。轴可以垂直向下插入到板内的凹部中。加重物可以放置在轴401上,以便在连接处理期间提供某些接触压力。

[0099] 在一些实施例中,通过固定来保持轴/板的位置和垂直。固定可能因热膨胀和机械加工公差而不够精确,因此,可能需要柱结合机械加工。可以增加轴直径以容纳所需的材料去除物,以便满足最终尺寸要求。而且,加重可以用于确保在结合处理期间除了在钎焊材料熔融时发生某些轴线运动之外不会发生其它运动。可以自上而下放置板,其中,连接元件位于板的后表面上方。轴可以放置到板上,以便产生板和轴预组件。夹具适于支撑并且定位轴。夹具可以用销固定到板中,以提供位置完整性。压重物可以放置在轴上,以便在连接处理期间提供某些接触压力。

[0100] 本发明的一方面是如由选择用于连接的铝或者铝合金的随着温度递减的拉伸强度所限定的结合的轴-板的最大操作温度。例如,如果纯铝被用作连接材料,则轴和板之间的结合部的结构强度随着连接部的温度接近铝的熔融温度(通常为660℃)而变得极其低。在实践中,当使用99.5%或者纯铝时,轴-板组件将承受针对600℃的温度在典型硅片处理工具中遭遇的所有法向和预期应力。然而,某些半导体装置制程需要大于600℃的温度。

[0101] 可以如下实施检修程序,用于断开已经根据本发明的实施例连接的组件。可以使用夹具将这种组件放置在处理炉中,所述夹具适于将张力施加在连接部上。固定可以将大约2psi至30psi的张应力施加到连接部接触区域。在某些实施例中,固定可以将更大的应力施加在连接部上。固定组件随后可以被放置在处理炉中。可以排空炉,尽管在这些步骤期间可能不需要排空。缓慢升高温度,例如,每分钟15℃升高至200℃,随后以每分钟20℃升高至标准温度,例如,400℃,然后达到分开温度。在达到分开温度时,件可以相互分离开。分开温度特定于钎焊层中所使用的材料。在一些实施例中,分开温度可以介于600℃至800℃范围内。固定可以适于允许两个件之间有限运动,使得在分离时不会损坏件。分开温度可以因材

料而特异。就铝而言,分开温度可以介于450℃至660℃范围内。

[0102] 在再次使用先前使用的件之前,例如陶瓷轴,可以通过机械加工连接部区域移除不规则表面来制备件,以用于再次使用。在一些实施例中,理想的是移除所有剩余钎焊材料,使得当件连接到新的配合零件时控制连接部中的钎焊材料的总量。

[0103] 与在陶瓷内产生扩散层的连接方法相比,根据本发明的某些实施例的连接处理不会导致这样的扩散层。因此,陶瓷和钎焊材料在钎焊步骤之后保持与钎焊步骤之前相同的材料性能。因此,如果需要在分离之后重新使用一部件,则在该部件中应存在相同的材料和相同的材料性能,以允许在已知组成和性能的条件下重新使用。

[0104] 在一个实施例中,提供了一种用于在半导体制程中使用的硅片夹并且所述硅片夹能够包括:轴,所述轴具有轴线和端部;板,所述板连接到轴的端部并且具有从轴线径向向外延伸超过轴的部分;温度传感器,所述温度传感器布置在所述板的所述部分中;以及电引线,所述电引线从温度传感器延伸穿过轴,以用于在半导体制程期间测量所述板在温度传感器附近的温度。

[0105] 板能够是陶瓷板。硅片夹还能够包括附加温度传感器,所述附加温度传感器与所述温度传感器相距一定径向距离地布置在所述板的所述部分中;以及附加电引线,所述附加电引线从附加温度传感器延伸穿过轴,以用于测量板在附加温度传感器附近的温度。硅片夹还能够包括:第一加热器,其用于在温度传感器附近加热所述板;以及第二加热器,其用于独立于第一加热器地在附加温度传感器附近加热所述板。板能够由至少第一板层和毗邻的第二板层形成,所述第二板层气密性地连接到第一板层,所述第一板层具有第一表面,所述第二板层具有与所述第一表面相对的第二表面,所述第一和第二表面中的至少一个在其中具有凹部,以用于在第一板层和第二板层之间形成在温度传感器和轴之间延伸的用于接收电引线的凹部。凹部能够包括:用于接收电引线的第一通道;和用于接收附加电引线的第二通道。凹部能够包括以所述轴线为中心的筒形腔。硅片夹还能够包括连接层,所述连接层布置在所述的第一板层和第二板层之间,以用于将各板层气密性地连接在一起。温度传感器能够是热电偶。

[0106] 在一个实施例中,提供了一种多区加热器并且所述多区加热器能够包括加热板,所述加热板包括:第一加热器,所述第一加热器能够与加热板中心相距第一径向距离;第一热电偶套管,所述第一热电偶套管位于所述第一径向距离的范围内;第一热电偶,所述第一热电偶位于所述第一热电偶套管内;第二加热器,所述第二加热器位于与加热板中心相距第二径向距离的范围处,其中,与所述第一径向距离的区域相比,所述第二径向距离的范围距离加热板中心更远;以及第二热电偶套管,所述第二热电偶套管位于所述第二径向距离的范围内;第二热电偶,所述第二热电偶位于所述第二热电偶套管内;位于加热板和盖之间的通道;以及所述通道上的盖,其中,所述第二热电偶包括分路穿过所述通道的遥测引线。

[0107] 多区加热器还能够包括附接到所述加热板的中空加热轴,所述中空加热轴包括内表面和外表面。第二热电偶套管能够在加热板中位于被中空加热轴的内部包围的区域外侧。所述第二热电偶的遥测引线能够分路穿过所述通道进入到所述中空加热轴的内部。能够利用第一连接层将盖气密性地连接到所述加热板。加热板能够包括氮化铝。中空加热轴能够包括氮化铝。第一连接层能够包括铝。多区加热器还能够包括第二连接层,所述第二连接层布置在所述加热板和所述中空加热轴之间,其中,所述第二连接层气密性地密封所述

轴的内部空间以通过所述第二连接层与所述轴的外部隔离。第二连接层能够包括铝。

[0108] 在一个实施例中,提供了一种多区加热器并且所述多区加热器能够包括多层加热板,所述多层加热板能够包括:顶板层;一个或多个中间板层;底板层;以及多个板连接层,所述多个板连接层布置在所述各板层之间,其中,所述连接层连接所述各板层;位于两个板层之间的多个加热元件区,所述加热元件区适于被单独控制;和多个热电偶,所述热电偶安装在所述板层中的两个板层之间。

[0109] 热电偶能够定位成与所述多层加热板的中心相距多种距离。多区加热器还能够包括中空加热轴,所述中空加热轴附接到所述多层加热板的底部表面。热电偶能够包括热电偶引线,并且热电偶引线能够分路穿过所述中空加热轴的内部。所述热电偶中的一个或多个能够位于由附接到多层板的轴包围的区域的外侧。多区加热器还能够包括位于所述中空加热轴和所述多层板之间的连接层。多个板连接层能够包括铝。所述中空加热轴和所述多层板之间的连接层能够包括铝。顶板层和所述底板层能够包括陶瓷。中空加热轴能够包括铝。多个板连接层能够包括铝。所述中空加热轴和所述多层板之间的连接层能够包括铝。多区加热器还能够包括中央衬套,所述中央衬套布置在所述中空加热轴和所述多层板之间。

[0110] 根据以上的描述显而易见的是,通过本文所给出的描述可以构造各种实施例,并且本领域技术人员易于得到更多的优点和变型方案。因此,本发明的更广泛的方面并不局限于图示和描述的具体细节和说明性的示例。因此,在不背离本申请人的主体发明的精神和范围的前提下,可以对这些细节进行更改。

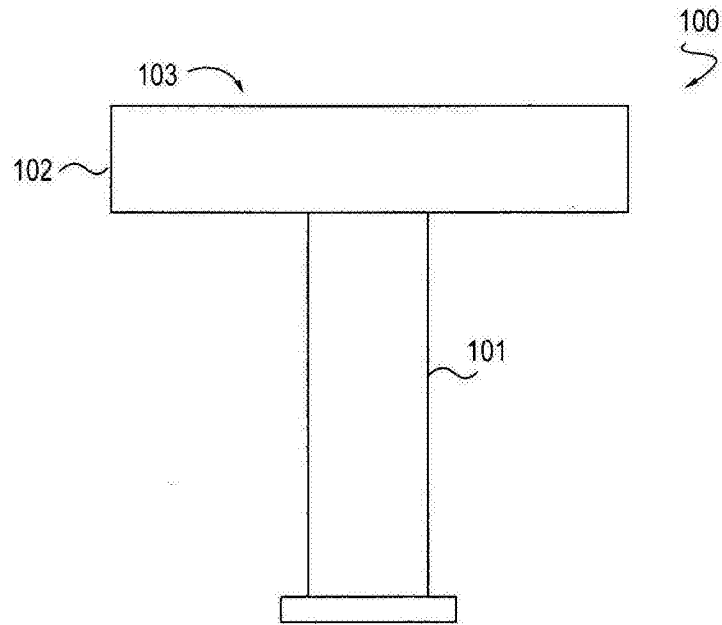


图1

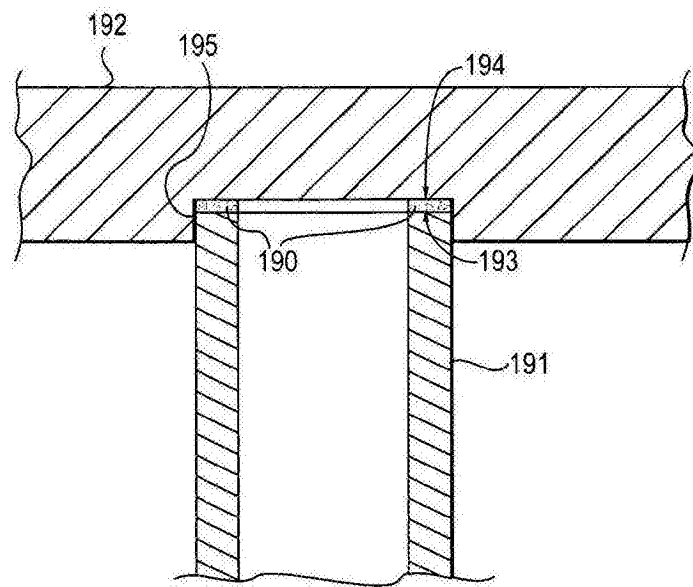


图2

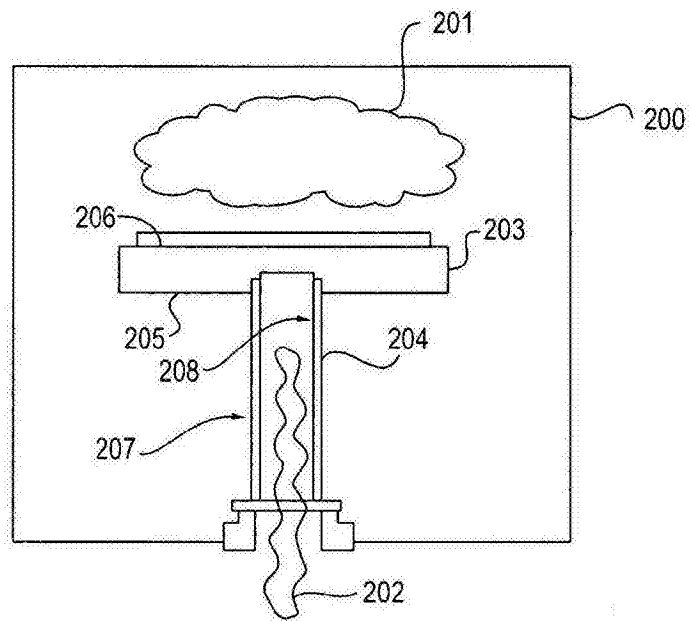


图3

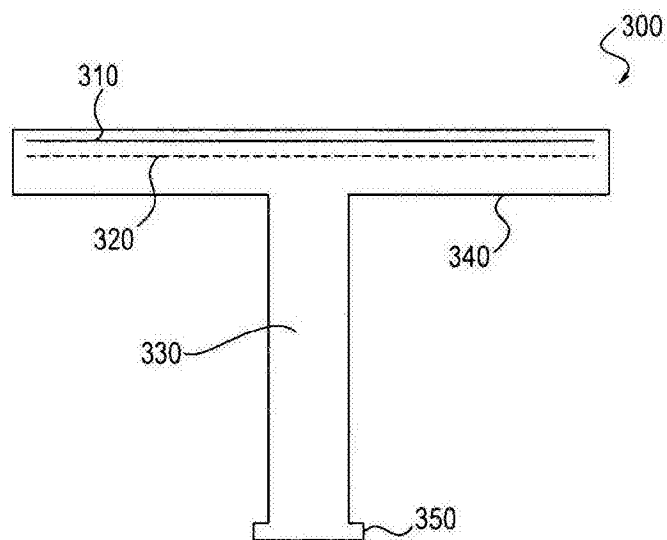


图4

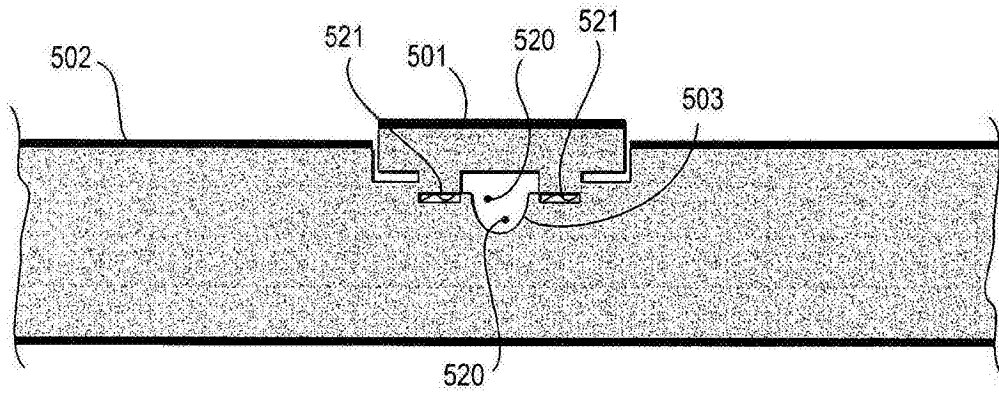


图7

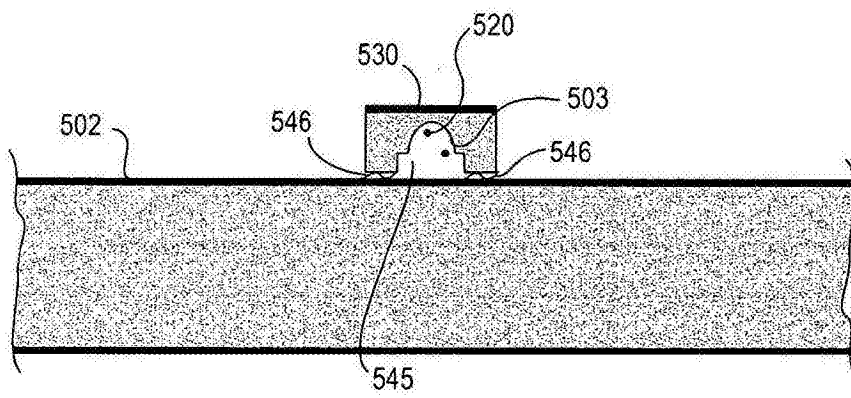


图8

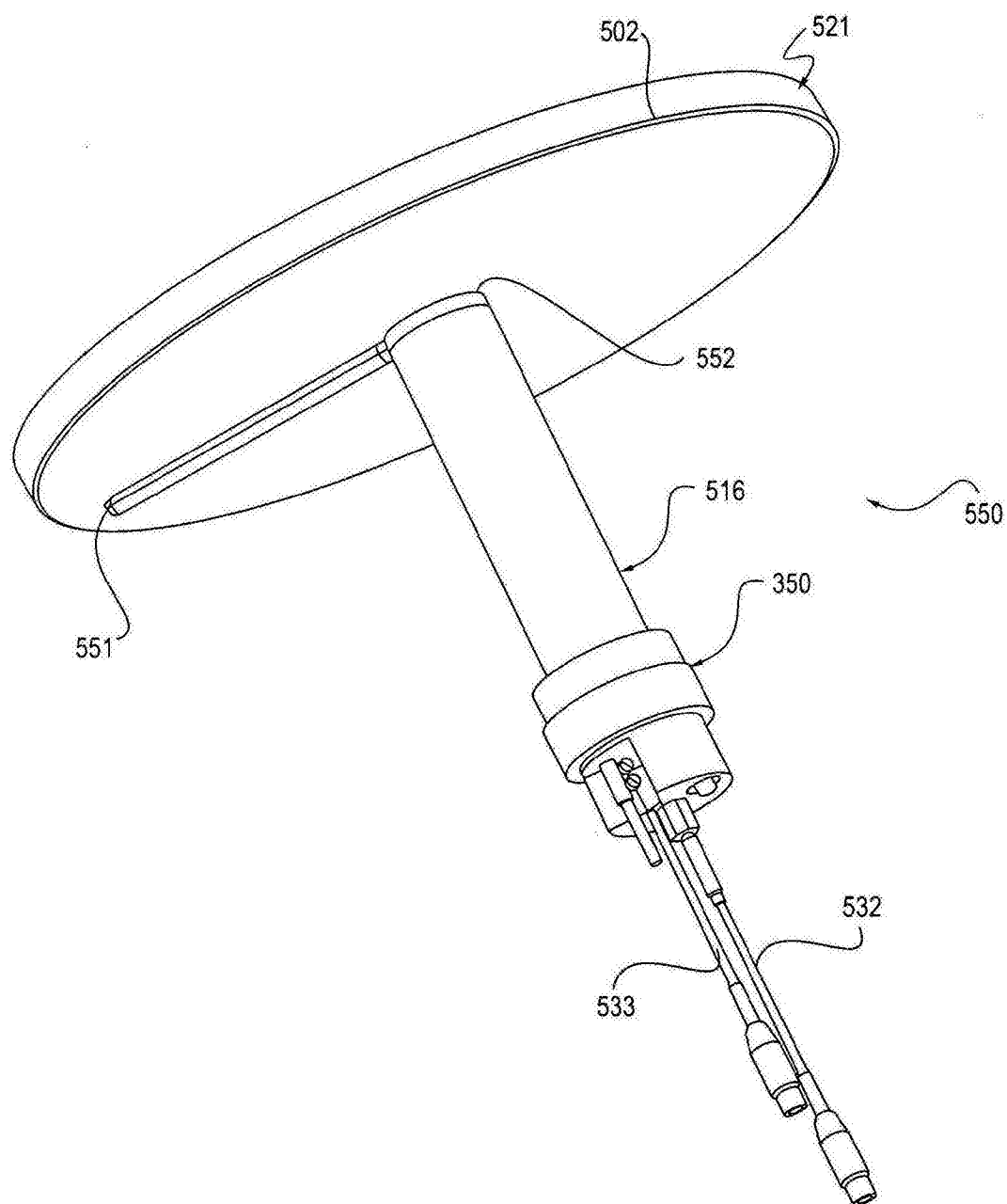


图9

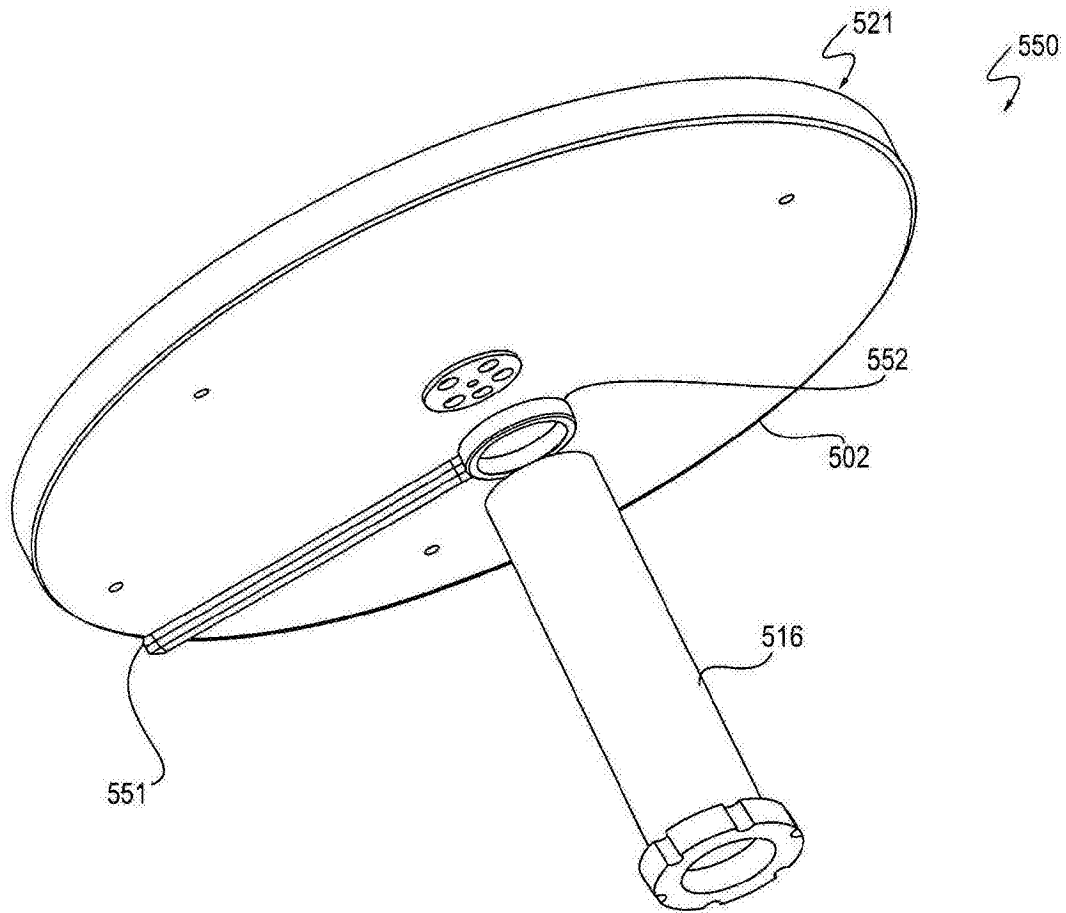


图10

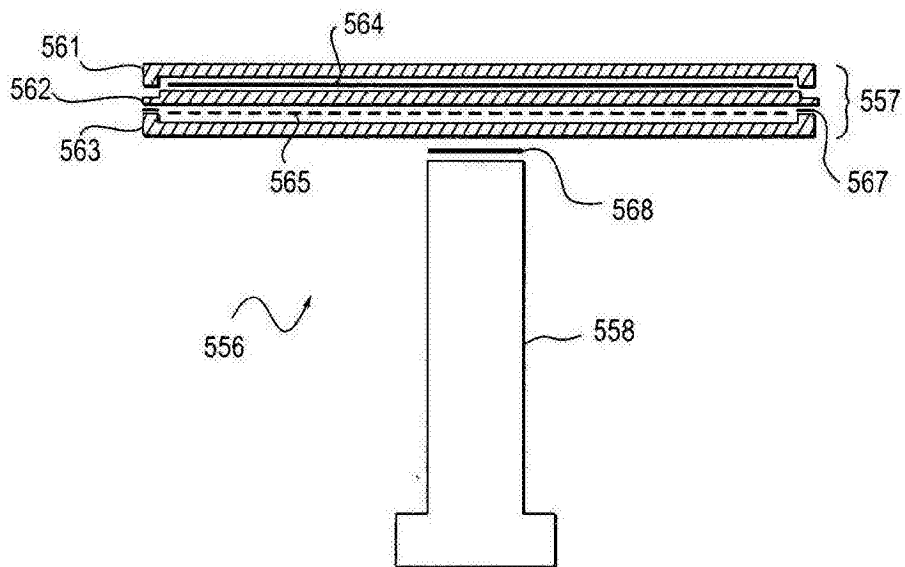


图11

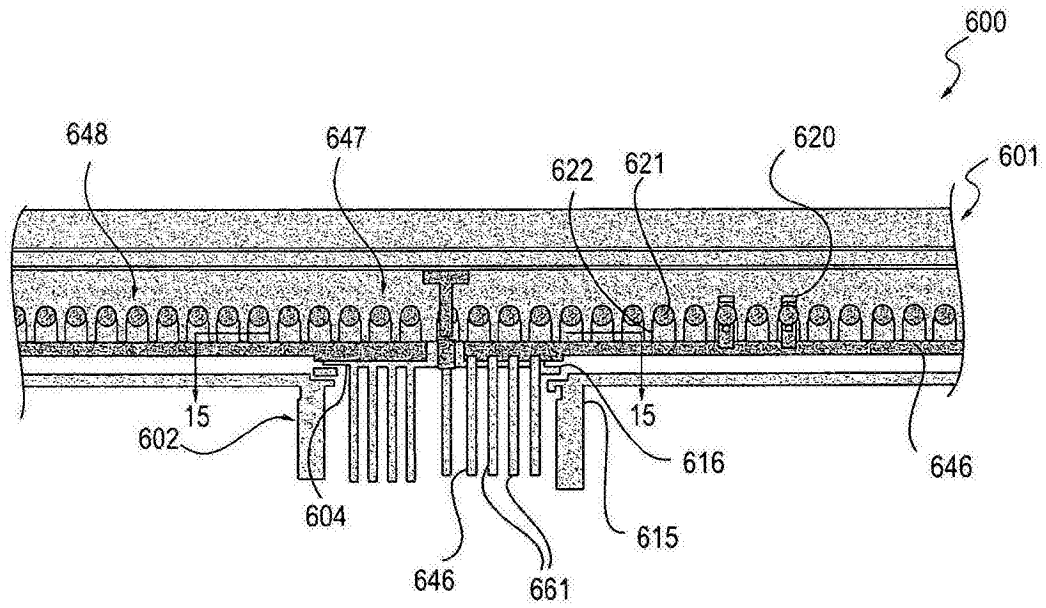


图14

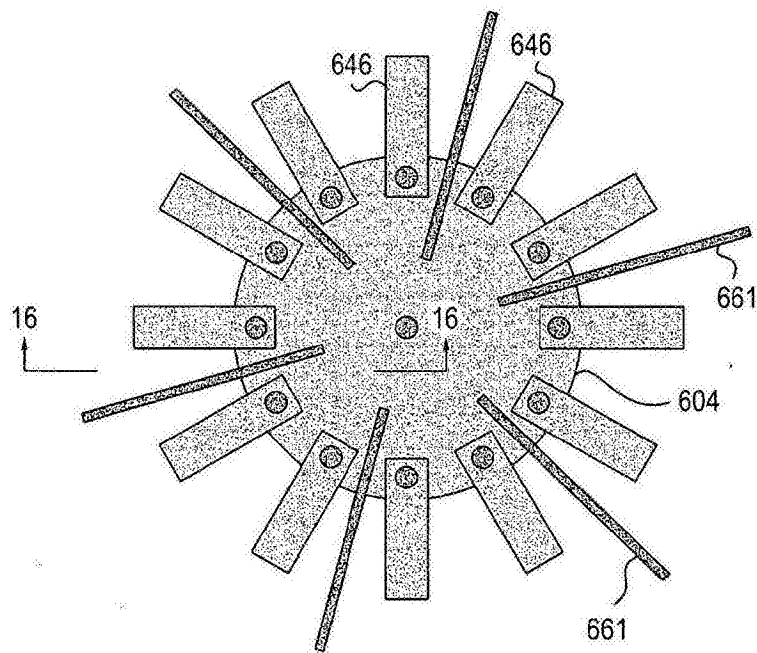


图15

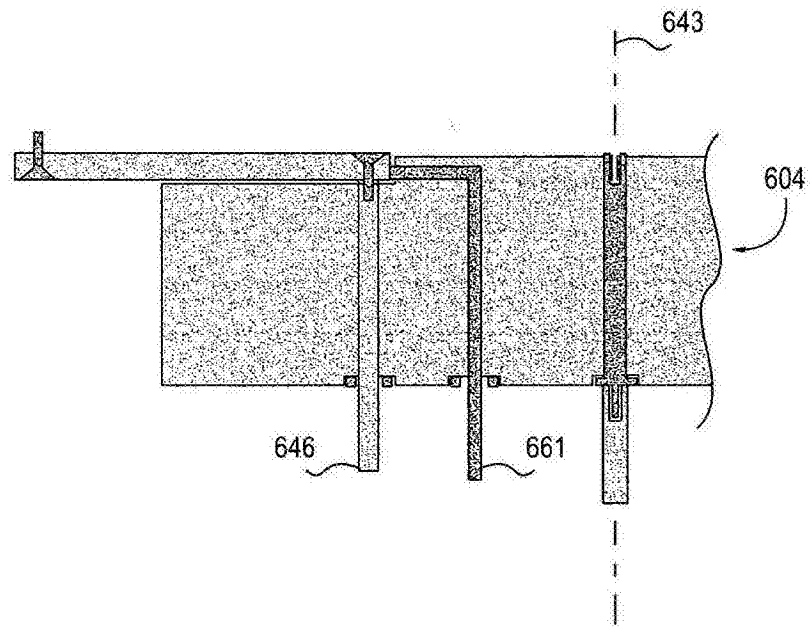


图16

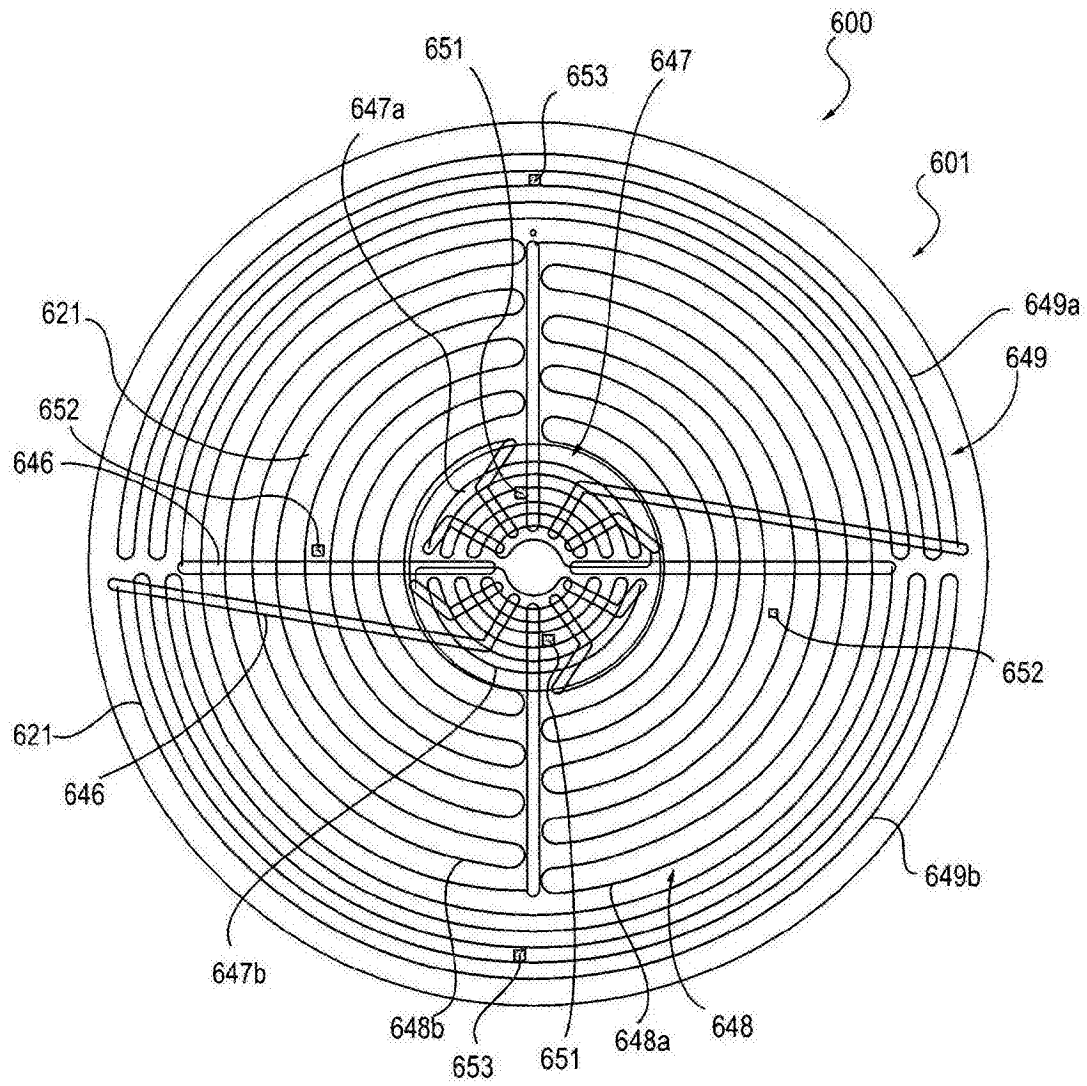


图17