



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101180923 B

(45) 授权公告日 2011.12.14

(21) 申请号 200680017282.X

(22) 申请日 2006.05.08

(30) 优先权数据

102005023060.1 2005.05.19 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.11.19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2006/051428 2006.05.08

(87) PCT申请的公布数据

W02006/123270 EN 2006.11.23

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 J·W·内夫 R·普鲁默

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李静岚 谭祐祥

(51) Int. Cl.

H05G 2/00(2006.01)

(56) 对比文件

WO 2005/025280 A2, 2005.03.17, 全文.

CN 1500369 A, 2004.05.26, 全文.

Vladimir M Borisov, Aleksander V
Eltsov, Aleksander S Ivanov, et. al. EUV
sources using Xe and Sn discharge
plasmas. 《Journal of Physics D: Applied
Physics》. 2004, 第 37 卷全文.

Joseph Pankert, Rolf Apetz, Klaus
Bergmann, et. al.. Integrating Philips'
extreme UV source in the alpha-tools.
《Proceedings of SPIE》. 2005, 第 5751 卷全文.

审查员 赵延瑞

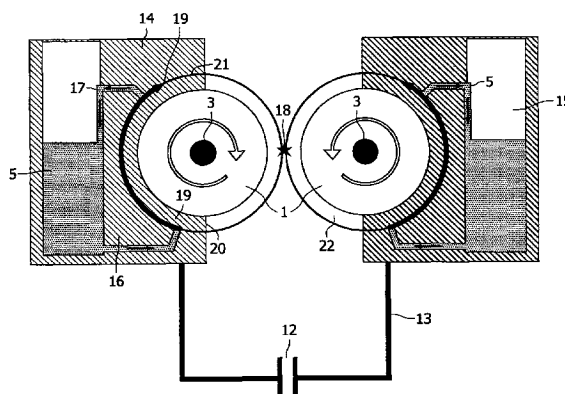
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

气体放电源, 特别是 EUV 辐射

(57) 摘要

本发明涉及一种气体放电源, 特别是涉及 EUV 辐射和 / 或软 X 射线辐射, 其中, 在真空腔体 (2) 中, 可旋转地设置了至少两个具有至少大致圆形周边的电极 (1) 以用于旋转, 其中在一个空间位置处的电极具有狭小的空间用来点燃气体放电 (6, 18) 并且在每种情况下都以这样的方式与用于液体的、导电材料 (5) 的贮液器 (15) 连接: 即在旋转过程中, 该导电材料的液体膜 (22) 可以形成在所述电极的圆形周边上, 且通过所述贮液器使得电流可能流到所述电极。在本发明的气体放电源中, 在每种情况下电极都通过连接元件 (14) 与贮液器连接, 其中在电极和连接元件之间、在每个电极的圆形周边的局部部分上形成有缝隙 (19), 在电极旋转的过程中液体材料可以通过形成在连接元件中的至少一个馈送通道 (16) 从贮液器渗透到该缝隙中。



1. 气体放电源,其中在真空腔体(2)中,可旋转地设置了至少两个具有至少大致圆形周边的电极(1)以用于旋转,其中在一个空间位置的所述电极(1)具有狭小的间距用于气体放电(6)的点燃,并且在每种情况下以这样的方式与用于液体的导电材料(5)的贮液器(15)连接:在旋转的过程中,该导电材料(5)的液体膜(22)能够形成在所述电极(1)的圆形周边上,且通过所述贮液器(15)使得电流能够流到所述电极(1),其特征在于:电极(1)在每种情况下通过连接元件(14)与贮液器(15)连接,利用连接元件(14)在电极(1)和连接元件(14)之间形成缝隙(19),所述缝隙(19)在每个电极(1)的圆形周边的局部分上延伸到大于该缝隙(19)的宽度的长度,在电极(1)旋转的过程中,液体的导电材料(5)能够通过形成在连接元件(14)中的至少一个馈送通道(16)从贮液器(15)渗透到该缝隙中。

2. 根据权利要求1的气体放电源,其特征在于:该连接元件(14)以这样的方式设计:缝隙(19)沿着电极(1)的旋转方向逐渐变细。

3. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:该连接元件(14)还具有至少一个用于液体的导电材料(5)的回流通道(17),所述回流通道开口到缝隙(19)中。

4. 根据权利要求3的气体放电源,其特征在于:该回流通道(17)通过净化过滤器或净化前腔通向贮液器(15)中。

5. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:缝隙(19)以这样的方式形成所需尺寸:通过毛细力将液体的导电材料(5)引入到缝隙(19)中和/或保持在缝隙(19)中。

6. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:缝隙(19)在该缝隙的端部逐渐变细。

7. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:缝隙(19)以这样的方式相对于该缝隙(19)的宽度形成所需尺寸且被成形:在电极(1)的狭小间距区域中的导电材料(5)的液体膜(22)具有的厚度对于每个放电脉冲来说,使气体放电(6)所需的导电材料(5)的蒸发量最小化。

8. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:贮液器(15)形成在连接元件(14)中。

9. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:贮液器(15)通过供电线与连接元件(14)中的馈送通道(16)连接。

10. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:连接元件(14)具有温度控制液体能够流经的其它通道。

11. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:电极(1)在垂直于旋转方向的横截面中圆形周边上具有梯级的轮廓,其中将两个电极(1)的轮廓以互补的方式设计使得它们在狭小间距区域中彼此啮合。

12. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:提供有磁力生成装置,该磁力生成装置防止导电材料(5)沿着与电极(1)的旋转方向相反的方向从缝隙(19)流出。

13. 根据权利要求12所述的气体放电源,其特征在于:将铁磁性材料结合到电极(1)和/或连接元件(14)的区域中,用于放大该磁力生成装置的磁力。

14. 根据权利要求1或2的气体放电源,其特征在于:提供有磁力生成装置,该磁力生成装置生成用于控制在至少一个所述电极(1)的圆形周边上的导电材料(5)的液体膜(22)的厚度的磁力。

15. 根据权利要求 1 或 2 的气体放电源,其特征在于:真空腔体(2)具有开口,该开口允许用于蒸发电极(1)狭小间距区域中液体膜(22)材料的能量辐射的引入。

气体放电源,特别是 EUV 辐射

技术领域

[0001] 本发明涉及一种气体放电源,特别是 EUV 辐射和 / 或软 X 射线辐射,其中在真空腔体中,可旋转地设置了至少两个具有至少大致圆形周边的电极以用于旋转,其中在一空间位置处的所述电极具有狭小的空间用于气体放电的点燃并且在每种情况下电极都以这样的方式与用于液体的导电材料的贮液器连接:在旋转的过程中,该导电材料的液体膜可以形成在整个所述电极的圆形周边上,且通过所述贮液器使得电流可能流到所述电极。

[0002] 所描述的气体放电源优选用于所需波长范围在约 1nm 到 20nm 的极紫外辐射 (EUV 辐射) 或软 X 射线辐射的应用中,例如在 EUV 光刻技术中或度量衡学中。

背景技术

[0003] 一般的气体放电源从 DE10342239 中已知。与本发明相似,所述文件涉及通过气体放电来工作的辐射源,其中由电极系统中的脉冲电流来产生热等离子体,所述的等离子体就是 EUV 源或软 X 射线辐射源。所述文件中的气体放电源包括两个可旋转地设置的盘形电极,在每种情况下所述电极都可以部分地浸入到包括有液态金属的温度可控浴锅 (bath) 中。通过旋转所述电极,该电极的圆形周边用该液态金属润湿,使得当所述电极从该熔融的材料中旋转出时,液态金属膜形成在所述电极的周面上。这个过程与在金属线上涂锡的制造过程相似。在所述电极表面上的液态金属的层厚,通常在 0.5-40 μm 的范围,可能受到例如液态金属的温度、电极的旋转速度、以及电极的材料性质和液态金属的材料性质这些参数的影响。此外,层厚也可以通过脱模机理 (stripping mechanism) 以定义的方式机械地设定。所述两个电极以这样的方式设置:在一空间位置处它们具有用于点燃气体放电的狭小空间。在这个位置区域中,位于所述电极周边的液态金属通过脉冲的能量射束的作用而蒸发掉,以点燃气体放电。由于电极的旋转,受气体放电影响的电极表面得以不断更新,这样的优点是,所述电极的基体材料不会发生磨损。另外,所述电极旋转经过已熔化的金属意味着与该金属熔融物进行了亲密地热接触,通过该熔融物,已经由气体放电加热的所述电极能够将其热能有效地散布到该熔融物中。因此,该旋转的电极不需要单独冷却。其所需要的是通过适当的措施将所述熔融物保持在预期温度,在该金属的熔化温度以上。这种普通的气体放电源的另一个优点是所述电极和所述金属熔融物之间存在非常小的电阻。因此,很容易将非常高的电流传送给所述电极,这在气体放电来产生适于辐射生成的非常热的等离子体的情况下是必需的。用这种方法,不需要提供电流的旋转电容器组。否则,电流会经过一个或多个馈送线从金属熔融物的外侧从而从所述电极外以固定的方式馈入。依靠该气体放电源的构造,实现了长的电极使用寿命、简单的电极冷却和辐射产生方面的高效率。

[0004] 由于在气体放电源工作过程中,需要将旋转的电极浸入到装有液态金属的两个浴锅中,因此这些浴锅的贮液器总是垂直向下地屏蔽大部分立体角。因此,这样的辐射源不能用于向下的辐射发射。另外,所述两个贮液器必需总是非常近地布置在一起以便所述浴锅外的电极在某一点足够近地靠在一起从而能够在该点点燃等离子体。这可以是这样的情况:即使在每次放电时曝露出来的少量金属材料都足以在一定时间段后造成浴锅之间的短

路。另外,在浴锅中旋转的电极在液态材料中产生波,并且由于材料的晃动,这些波也会造成短路。

[0005] J.Pankert 等 在 Proceedings of the SPIE-The International Society for Optical Engineering SPIE-Int. Soc. Opt. Eng USA, vol. 5751, no. 1, 2005 年 5 月 6 日, 第 279-290 页, XP002398185 ISSN: 0277-786X 撰写的“Integrating Philips’ extreme UV source in the alpha-tools”, 以及 V.M. Borisov 等在 JOURNAL OF PHYSICS D: APPLIED PHYSICS, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, vol. 37, no. 23, 2004 年 12 月 7 日, 第 3254-3265 页, XP002328702, ISSN: 0022-3727 撰写的“EUV source using Xe and Sn discharge plasmas”中, 公开了气体放电源, 其中设置了两个旋转电极轮以在两者之间形成有用于气体放电点燃的小间距。液态金属被涂敷到所述电极轮中的至少一个, 其在该电极的圆形周边上形成液体膜。外部激光被用来产生液态金属蒸汽且同时用来点燃放电。在 Pankert 等的著作中通过微小的喷嘴将液态金属提供到电极上。在这两篇文献中都是直接将电流馈送到电极轮上, 例如通过如 Borisov 等人所公开的通过滑动接触。

发明内容

[0006] 本发明的目的是以避免上述缺点的方式进一步改进常规的气体放电源。

[0007] 所述目的通过根据一种气体放电源来实现, 其中在真空腔体中, 可旋转地设置了至少两个具有至少大致圆形周边的电极以用于旋转, 其中在一个空间位置的所述电极具有狭小的间距用于气体放电的点燃, 并且在每种情况下以这样的方式与用于液体的导电材料的贮液器连接: 在旋转的过程中, 该导电材料的液体膜能够形成在所述电极的圆形周边上, 且通过所述贮液器使得电流能够流到所述电极, 其特征在于: 电极在每种情况下通过连接元件与贮液器连接, 利用连接元件在电极和连接元件之间形成缝隙, 所述缝隙在每个电极的圆形周边的局部部分上延伸到大于该缝隙的宽度的长度, 在电极旋转的过程中, 液体的导电材料能够通过形成在连接元件中的至少一个馈送通道从贮液器渗透到该缝隙中。

[0008] 该气体放电源的有利实施例可以从下文的描述以及实施例的实例中找到。

[0009] 本发明的气体放电源, 特别用于 EUV 辐射和 / 或软 X 射线辐射, 在真空腔体中具有可旋转地设置了至少两个具有至少大致圆形周边的电极以用于旋转。在一个空间位置处的所述电极具有狭小的间距, 该间距允许气体放电的点燃并且在每种情况下电极都以这样的方式与用于液体导电材料的贮液器连接: 在旋转的过程中, 该导电材料的液体膜可以形成在所述电极的圆形周边上, 且通过所述贮液器使得电流可能流到所述电极。该气体放电源的特征在于, 在每种情况下电极都通过连接元件与贮液器连接, 通过该连接元件在电极和连接元件之间形成缝隙, 该缝隙在每个电极圆形周边的局部部分上延伸到大于该缝隙的宽度的长度, 在电极旋转的过程中, 液态的导电材料可以通过形成在连接元件中的至少一个馈送通道从贮液器渗透到该缝隙中。

[0010] 在本发明的气体放电源中, 优选将电极设计成大致为盘形。然而, 它们也可以具有不同的形状, 假设它们在垂直于它们的旋转轴的横截面上具有大致为圆形或环形的横截面, 利用这个它们可以以与轮子类似的方式运动经过相应的贮液器。用于液态导电材料的贮液器可以优选是温度可控的, 以便于可以将金属材料, 例如优选使用的锡, 保持在金属材料熔化温度以上的适当的工作温度。为了温度控制的目的, 例如可以将适当的加热元件或

加热金属线集成在贮液器的壁中。

[0011] 由于各个电极和相关联的贮液器之间的连接元件,各个电极不再在液态材料的浴锅中自由地旋转。接触被限制到每个电极的圆形周边的局部部分和连接元件(优选金属块,如配对元件)之间的缝隙上。

[0012] 优选地,连接元件也具有至少一个用于液态导电材料的回流通道,所述回流通道开口到缝隙中。用这种方式,多余的材料可以通过所述回流通道流回到该贮液器中。

[0013] 该贮液器可以形成部分连接元件,其中连接元件必须相应地成形以形成贮液器。另外,对于连接元件或馈送通道及其任选的回流通道的可以通过特殊的管路连接到单独设置的贮液器。在电极旋转的时候,作为电极旋转的结果,液态材料被向上传送到缝隙中,其中所属液态材料在各个电极圆形周边上形成薄液体膜。优选将缝隙和/或缝隙的形状以这样的方式设计:所述液体膜在气体放电的位置处具有最佳的厚度,在该最佳厚度处蒸发的液态材料量不超过气体放电所需的量。这可例如通过缝隙的宽度来设置,也就是通过连接元件和电极之间的间距来设置。该缝隙也可以在电极的旋转方向上逐渐变细,其中多余的材料可以通过该回流通道流回到贮液器中。如该气体放电源的一个实施例中所提供的,由于在缝隙两端缝隙宽度逐渐变细或者很狭窄,还能够防止液态材料沿着相反的方向(也就是与旋转方向相反的方向)流出缝隙。优选地,在这种情况下,缝隙在两个逐渐变细的端部之间具有较大的宽度,例如 1mm,以便将电极和连接元件之间的摩擦力最小化。还可以使该缝隙以这样的方式形成所需的尺寸:借助于毛细力(capillary force)通过馈送通道将液态材料引入到该缝隙中和/或将液态材料保持到该缝隙中。

[0014] 优选地,连接元件还具有能够让温度控制流体流经的其它通道。这可以是例如加热流体或者是冷却流体,例如高温的油。借助所述流体,该连接元件可以被保持处于在导电材料的熔点以上的温度。当然,也可以使用其它装置(例如电子装置)来控制连接元件的温度。

[0015] 根据本发明气体放电源的结构,两个电极不必再浸入到金属浴锅中。更确切地说,可以将用于导电的(优选为金属的)液态材料的贮液器相对自由地设置,使得它们不再削弱向下的辐射发射。可能最后由于两个贮液器明显的空间间隔,浴锅之间不会再发生任何短路。与此同时,由于在操作的过程中,液态材料持续地替换由气体放电而从电极蒸发的材料,将气体放电所必需的电流脉冲传送给电极,并通过连接元件散布掉由气体放电所引入到电极中的热量,因此可以继续获得常规气体放电源的优点。

[0016] 气体放电源的真空腔体优选地以这样的方式设计:其中达到至少 10^{-4} hPa 的基本真空。结果,可以从电容器组向电极施加例如 2 到 10kV 的高压而不会引起无法控制的电击穿。所述的电击穿是由适当能量的脉冲(例如激光脉冲)所触发的。激光脉冲聚焦在两个电极之间最狭窄点处其中一个电极上。结果,位于电极上的部分液体膜蒸发并在电极间距上桥连(bridge)。这会在该点处导致电击穿并会导致来自于电容器组的电流的非常高的流动性。所述电流对导电材料的蒸汽(优选金属蒸汽)加热到使后者被离子化并且在箍缩等离子体中发射想要的 EUV 辐射的温度。在所述辐射源工作的过程中,两个电极不断地旋转以便持续地更新该液体膜。

[0017] 优选地,电极在垂直于旋转方向的横截面中的圆形周边上具有梯级的轮廓,其中以互补的方式设计该两个电极的轮廓以便它们可以在最小的间距内彼此啮合。该交错意味

着,气体放电过程中所形成的导电液态材料的液滴,部分地由电极自身回收,并且由此不会到达真空容器壁或者该气体放电源的光学部件。

附图说明

[0018] 下面,结合附图参照实施例的实例将更加详细地对本发明气体放电源做进一步解释说明,这些实施例以及附图并不限制本专利权利要求所限定的保护范围。其中:

[0019] 图 1 示出了常规气体放电源的示意性横截面图;

[0020] 图 2 示出了在横截面中在本发明气体放电源的情况下与连接元件和贮液器一起设置的电极布置的一个实例;以及

[0021] 图 3 示出了本发明气体放电源中关于电极圆形周边轮廓的两个实例。

具体实施方式

[0022] 图 1 示出了在真空腔体 2 中设置有两个可旋转的、盘形的电极 1 的常规气体放电源的构造。所述电极 1 以这样的方式来布置:在关于其旋转轴 3 的旋转的过程中,所述旋转轴 3 相应地连接到用于产生旋转的驱动装置,所述电极浸入到装有液态锡 5 的两个贮液器 4 中。作为该旋转的结果,在所述电极 1 的圆形周边上形成薄薄的锡膜。在一个空间位置处,该两个电极 1 形成非常短的间距,在该间距的区域中气体放电 6 被点燃。该点燃通过所引入的、聚焦在所述电极 1 的圆形周边表面上的激光脉冲 7 来实现。该图还示出了用于减少碎片的装置 8、位于电极 1 之间的金属屏蔽 9、以及朝向真空腔体 2 的壁的外部屏蔽 10。还可以看到可以用于设定所述电极 1 上的液体膜厚度的剥离器 11。电流通过电容器组 2 和适合的绝缘馈送电线 13 提供给锡浴锅 12。

[0023] 由于用于储存液态锡 5 的两个贮液器 4 的布置,在这种气体放电源中不可能发生向下辐射发射。相比之下,本发明的气体放电源,如下面实例中所描述的,允许在该气体放电源中几乎自由设置贮液器,这样可以避免所述的缺点。

[0024] 为此,图 2 示意性地示出根据本发明气体放电源的实施例的一个实例的横截面图,其中在该图中只能看到两个电极 1、连接元件、贮液器 15 和具有馈送电线 13 的电容器组 12。在每种情况下均将连接元件设计成具有加热或冷却通道(没示出)的金属块 14。没有示出真空腔体和任何屏蔽,它们可以以从前述文件中已经获知的方式体现出来。

[0025] 在所述实施例中,两个电极 1 通过金属块 14 与贮液器 15 连接,该金属块适合于电极 1 的圆形周边,以便在金属块 14 和电极 1 之间形成缝隙 19。在该实例中,贮液器 15 被集成在金属块 14 中。液态的导电材料(在本实例中是液态锡 5)经由馈送通道 16 传输到缝隙 19。在贮液器 15 中熔点为 230℃ 的锡保持在例如 300℃ 的工作温度。由于电极 1 关于其旋转轴 3 的旋转,在旋转的方向上将锡向上传送到缝隙 19 中,其中多余的锡在缝隙 19 的上端通过回流通道 17 流回到贮液器 15 中。电极 1 的旋转由箭头示出。

[0026] 为了液态锡 5 不跑到缝隙 19 的外面,在本实例中,将后者的入口 20 和出口 21 做得特别的狭窄。然而,缝隙 19 在馈送通道 16 和回流通道 17 之间的 1mm 的区域中具有恒定的厚度,以便使电极 1 和金属块 14 之间的摩擦力最小。原则上,另外,可以由泵来帮助本发明气体放电源中的液态导电材料的循环。此外,也可以将入口或出口 20,21 特殊地成形,使得在所述电极的表面上实现锡膜 22 的厚度尽可能地均匀并且由此锡膜 22 在运转时不会被

剥落掉或被甩掉。经由出口 21 的结构锡膜 22 的厚度会受到影响,这对于产生辐射同时使每个脉冲的锡的蒸发量最小化的过程来说均是很重要的。如果一些锡仍然从电极 1 和金属块 14 之间的狭窄缝隙 19 中出来,那么它可以被捕获并被传送到贮液器 15。

[0027] 如从图 2 中所能够看出的,存储电容器直接与金属块 14 连接。这样,通过液态锡 5 确保了到电极 1 的具有低电阻的电连接。在本实例中对于气体放电的源点 18 由激光束的焦点来定义(没示出)。这与关于在引言中所描述的气体放电源已经解释了的工作模式相对应。

[0028] 由于两个电极 1 的旋转,所述锡在旋转的方向上由电极 1 的表面携载并且当所述电极被旋转出的时候通过狭窄的缝隙 19 的作用再次被剥离下来形成薄膜 22。可以将所述的携载和剥离作用用于例如贮液器 15 中液态锡的目标(targeted)循环中,其结果是改善了从电极 1 到锡以及从锡到贮液器的散热。在任何情况下,在狭窄的缝隙 19 的区域中的从电极 1 到锡浴锅的散热比图 1 的常规气体放电源中的好很多。

[0029] 此外,还可以利用通过将锡携载到缝隙 19 中所产生的泵效应(pump effect)来不断地净化锡的供应。例如,图 2 中所示的回流通道 17 也可以通过转向(diversion)通向贮液器 15,其中由于电极 1 的旋转以及由缝隙 19 在出口 21 处的狭窄而引起的瓶颈作用通过回流通道 17 该锡被挤压。例如,该回流通道可以前进通过过滤器或者在最简单情况下通过前腔(autechamber),其保留例如在锡上悬浮的氧化物。

[0030] 图 3 在截面上示出了可以用于本发明的气体放电源的两种不同结构的盘形电极 1。该图示出了在截面中的金属块 14 和电极 1 的布置的侧视图。电极 1 的圆形周边的轮廓一方面可以是矩形的,如在左手的图中示出的。然而,这仅仅是一种可能的实例。如果该轮廓是梯级的,如可以从右手的图中看出的,也是有利的。如果相对电极在这种情况下以镜像方式来制造,那么在图 2 中所示的布置中生成交错的(interleaved)放电缝隙。由于所述的交错,气体放电过程中可能产生的锡液滴被电极本身部分地收回,并因此而不会到达真空腔体内的壁或其它区域。

[0031] 在根据本发明的气体放电源中,重力可以使液态锡 5 例如从电极 1 和金属块 14 之间的缝隙 19 流出。这可以通过磁力以非接触的方式而被抵消。为此,利用这个事实:由于表面效应,交替的电磁场可以只在薄的锡层中产生涡流。所述涡流与所施加的磁场 B 一起,假设在适当的几何构造下,产生抵消重力的洛伦兹力。这样的磁力也可以用于控制电极 1 表面上锡膜 22 的厚度并由此为等离子体产生设定最佳值。为了对用于防止锡流出的磁力进行放大,可以将铁磁材料结合到电极的一定区域中以及连接元件或金属块中。例如,磁场本身可以例如利用线圈和 AC 电流来产生。

[0032] 另一种防止锡流出缝隙 19 的可能性在于,在图 2 中所示的贮液器 15 中调节锡的装量(filling level)。这里,如图 2 中所示,该液面远远高于电极 1 的入口 21 区域中缝隙 19 的较低区域,以便重力会施加一定的压力。然而,原则上装量也可以低于入口 21 的位置,这样压力差异就消失了。

[0033] 防止锡流出缝隙 19 的另一个可能性在于使用具有适当表面特性的材料。例如,电极 1 的表面必需能够在气体放电发生的区域中被足够弄湿。如果金属块 14 表面不能在形成与电极 1 相对的缝隙 19 的表面的区域中被弄湿,那么毛细力就不能防止锡流出缝隙 19。

[0034] 附图标记列表

[0035]

1	电极
2	真空腔体
3	旋转轴
4	贮液器
5	液态锡
6	气体放电
7	激光脉冲
8	用于减少碎片的装置
9	金属屏蔽
10	屏蔽
11	剥离器
12	电容器组
13	馈送电线
14	具有加热 / 冷却通道的金属块
15	贮液器
16	馈送通道
17	回流通道
18	源点
19	缝隙
20	入口
21	出口
22	锡膜

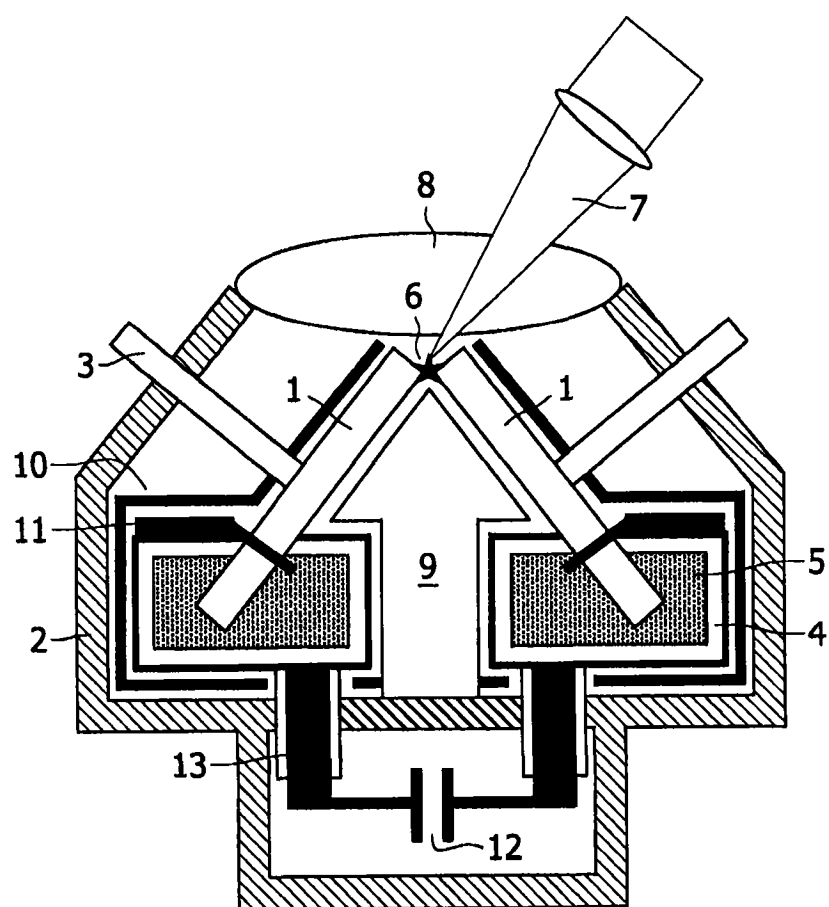


图 1

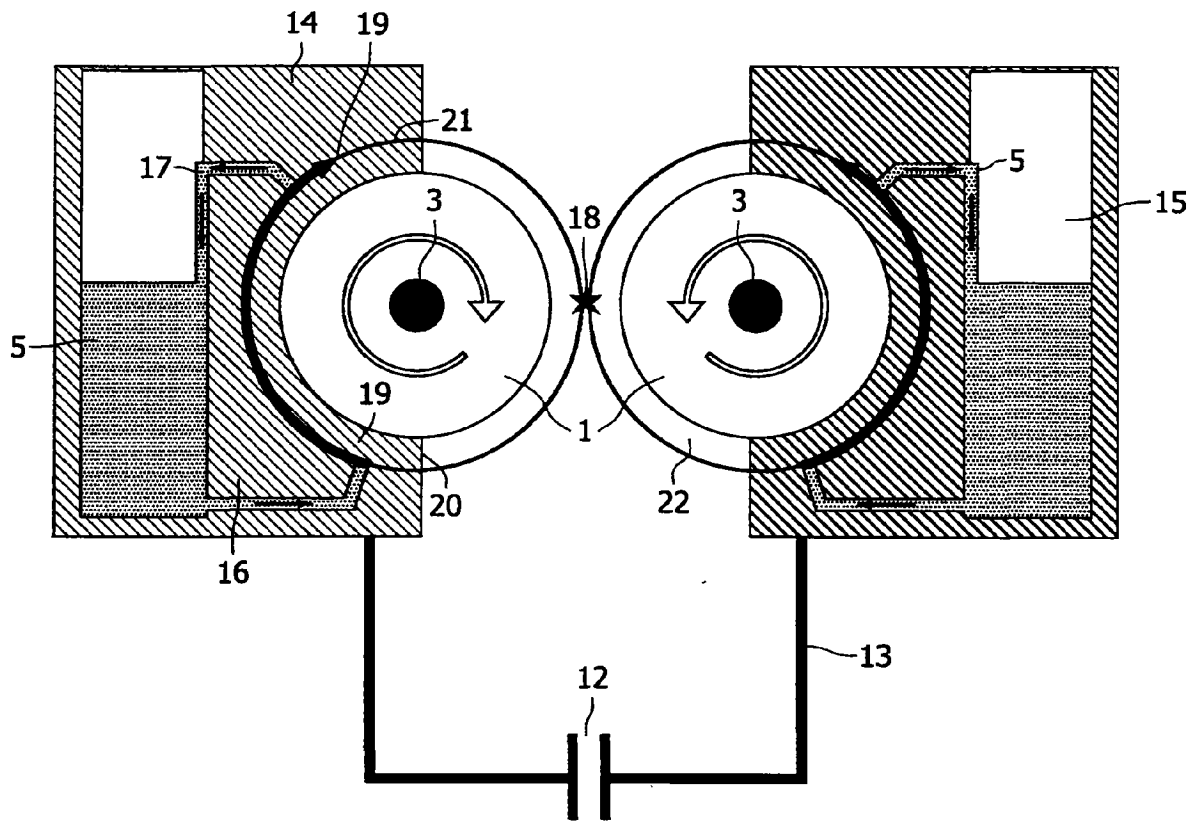


图 2

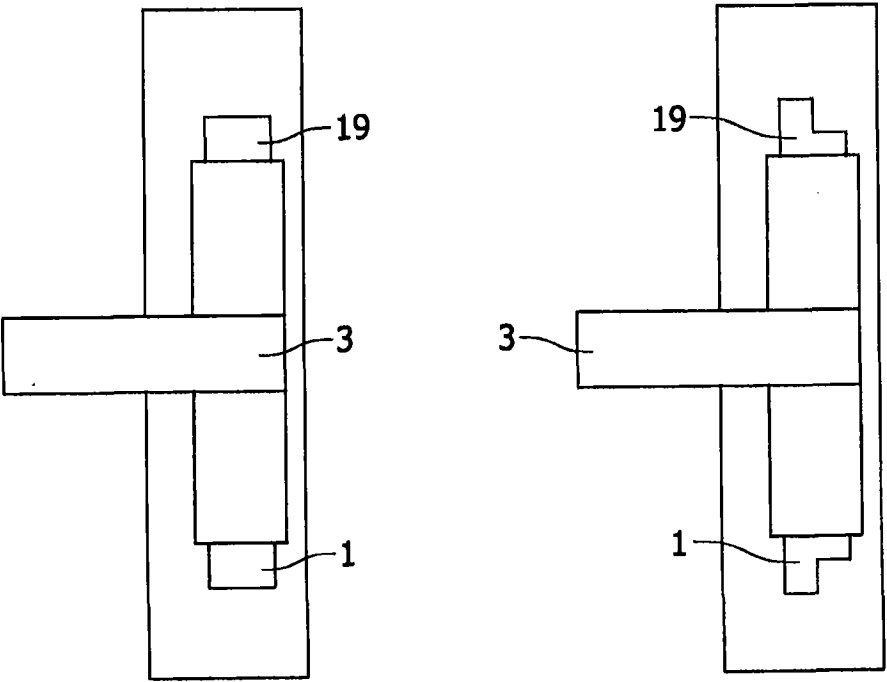


图 3