



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101305447 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 200680041917. X

H01J 61/82 (2006. 01)

(22) 申请日 2006. 10. 31

H01J 9/32 (2006. 01)

(30) 优先权数据

11/270, 143 2005. 11. 09 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 05. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/042383 2006. 10. 31

(87) PCT申请的公布数据

W02007/055958 EN 2007. 05. 18

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 阿戈斯通·博罗茨基 弗伦克·巴达

克萨巴·霍瓦思

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 吴培善 封新琴

(51) Int. Cl.

H01J 61/36 (2006. 01)

H01J 61/073 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2002/0190654 A1, 2002. 12. 19, 说明书摘要、说明书附图 1, 图 2、说明书 0027 段, 0054 段, 0055 段.

US 2002/0190654 A1, 2002. 12. 19, 说明书摘要、说明书附图 1, 图 2、说明书 0027 段, 0054 段, 0055 段.

JP 特开平 10-289690 A, 1998. 10. 27, 说明书全文.

US 5497049 A, 1996. 03. 05, 说明书全文.

US 2003/0042856 A1, 2003. 03. 06, 说明书附图 5、说明书 0036 段, 0093 段.

EP 0338637 B1, 1995. 08. 02, 说明书全文.

US 6426592 B2, 2002. 07. 30, 说明书附图 6、说明书第 1 栏 14-36 行.

US 6426592 B2, 2002. 07. 30, 说明书附图 6、说明书第 1 栏 14-36 行.

审查员 孙鹏

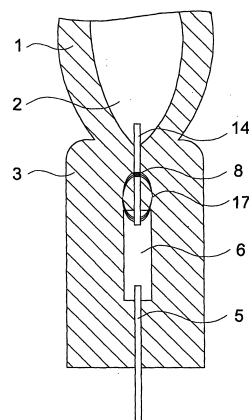
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

裂纹控制改善的高强度放电灯及其制造方法

(57) 摘要

一种高强度放电灯, 包括由至少一个密封部分 (3) 封端的电弧管 (1), 该密封部分包封电极组件。电极组件包括电极 (14)、引入线 (5) 和导电箔 (6)。电极中的至少一个在导电箔和电弧室之间的区域内设置有表面奇点 (8), 以控制电极周围的密封壁中裂纹 (17) 的形状和尺寸。在该方法中, 在具有预定几何形状和结构的电极 (14) 上设置至少一个人造表面奇点 (8)。随后, 将包括所述电极、密封箔 (6) 和引入线 (5) 的电极组件引入电弧室 (2), 并将电极组件封于其中, 使得电极的奇点 (8) 形成在导电箔和电弧室之间的区域内。也可在制造电极组件之后在电极上设置人造表面奇点 (8)。



1. 一种高强度放电灯,包括:

包封电弧室的电弧管,该电弧室包含气体填充物,所述电弧管由至少一个末端为密封部分封端;

所述密封部分包封电极组件,该电极组件包括:伸入所述电弧室的至少一个电极,从所述密封部分中伸出的引入线以提供与电源的电接触,以及连接所述引入线和所述电极的导电密封箔,该导电密封箔提供经过所述密封部分的密封电连接,并且所述电极中的至少一个仅在所述导电密封箔和所述电弧室之间的区域内设置有至少一个人造表面奇点,以控制所述电极周围的密封壁中裂纹的形状和尺寸;其中所述至少一个人造表面奇点位于所述导电密封箔和所述电弧室之间距离的  $1/4$  至  $3/4$  处,其中所述至少一个人造表面奇点作为环形凸缘、作为环形凹槽、作为孔或作为突起形成在所述电极的表面上。

2. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点位于所述导电密封箔和所述电弧室之间距离的  $1/3$  至  $2/3$  处。

3. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点位于所述导电密封箔和所述电弧室之间距离的约  $1/2$  处。

4. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点包括至少一个孔或突起。

5. 权利要求 4 的灯,其中所述至少一个孔或突起的尺寸为所述电极的最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

6. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点包括沿所述电极的周线且相互间基本以等间距排列的多个孔或突起。

7. 权利要求 6 的灯,其中所述多个孔或突起的尺寸为所述电极的最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

8. 权利要求 4 的灯,其中所述至少一个孔为形成在所述电极表面上的孔。

9. 权利要求 4 的灯,其中所述至少一个突起为形成在所述电极表面上的突起。

10. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点为形成在所述电极表面上的环形凸缘或环形凹槽。

11. 权利要求 10 的灯,其中所述奇点为形成在所述电极表面上的环形凹槽。

12. 权利要求 11 的灯,其中所述凹槽的尺寸为所述电极的最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

13. 权利要求 10 的灯,其中所述奇点为形成在所述电极表面上的环形凸缘。

14. 权利要求 13 的灯,其中所述凸缘的尺寸为所述电极最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

15. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点通过机械方法形成。

16. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点通过化学方法形成。

17. 权利要求 1 的灯,其中所述奇点通过热处理方法形成。

18. 一种制造高强度放电灯的方法,该方法包括以下步骤:

提供具有预定长度、几何尺寸和结构的电极;

在所述电极上设置至少一个表面奇点,其中所述至少一个表面奇点作为环形凸缘、作为环形凹槽、作为孔或作为突起形成在所述电极的表面上;

制造电极组件,该电极组件包括所述电极、密封箔和引入线;

将所述电极组件引入电弧管;以及

利用密封件封闭所述电弧管,将所述电极组件密封于所述电弧管中,从而在密封部分之间形成电弧室,使得所述电极的表面奇点仅形成在所述密封箔和所述电弧室之间的区域

中,其中所述表面奇点位于所述密封箔和所述电弧室之间距离的  $1/4$  至  $3/4$  处。

19. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点位于所述密封箔和所述电弧室之间距离的  $1/3$  至  $2/3$  处。

20. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点位于所述密封箔和所述电弧室之间距离的约  $1/2$  处。

21. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点包括至少一个孔或突起。

22. 权利要求 21 的方法,其中所述至少一个孔或突起的尺寸为所述电极的最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

23. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点包括沿环形且相互间基本以等间距排列的多个孔或突起。

24. 权利要求 23 的方法,其中所述多个孔或突起的尺寸为所述电极的 最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

25. 权利要求 21 的方法,其中所述至少一个孔为形成在所述电极表面上的孔。

26. 权利要求 21 的方法,其中所述至少一个突起为形成在所述电极表面上的突起。

27. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点为形成在所述电极表面上的环形凸缘或环形凹槽。

28. 权利要求 27 的方法,其中所述奇点为形成在所述电极表面上的环形凹槽。

29. 权利要求 28 的方法,其中所述凹槽的尺寸为所述电极的最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

30. 权利要求 27 的方法,其中所述奇点为形成在所述电极表面上的环形凸缘。

31. 权利要求 30 的方法,其中所述凸缘的尺寸为所述电极最大截面尺寸的至少  $1/10$ 。

32. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点通过机械方法形成。

33. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点通过化学方法形成。

34. 权利要求 18 的方法,其中所述奇点通过热处理方法形成。

## 裂纹控制改善的高强度放电灯及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及裂纹 (crack) 控制改善的高强度放电灯及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 放电灯通常具有由充有放电气体的放电管包封的放电空间,放电气体通常包括惰性气体和在放电管内维持放电所需的添加剂。放电通常发生在电极之间,电极伸入放电空间中且通常为具有其它添加剂或外皮或没有其他添加剂或外皮的钨或钨合金。在密封部分中电极被放电管的玻璃材料支撑和包围。为了实现严格的真空密封,电极构造为包括内部、实际电极、外部(也称作引入线 (lead-in wire)) 三部分的电极组件,外部用于将电极连接到外部电源和由薄金属箔制成的密封箔上,密封箔同时与电极和引入线电连接。

[0003] 从家用照明(金属卤化物灯)到汽车头灯(高强度放电灯)在照明技术的所有领域均探寻到了放电灯的应用。

[0004] 高强度放电 (HID) 灯包括汞蒸气灯 (HPM)、钠灯 (HPS)、金属卤化物灯 (MH) 和氙灯。氙灯由于其高的流明输出而主要用于探照灯。在汽车工业中,使灯具有长寿命、高效率并快速起动是至关重要的。作为金属卤化物和氙灯的组合,得到适合于汽车反光灯的 HID 灯。当起动所述反光灯时,工作过程中,灯中的氙填充物赋予快速起动,灯中的金属卤化物填充物赋予高效率。在起动过程中,采用高压脉冲串,以造成电极之间的放电气体击穿。流过灯的电流导致阴极通常达到 2500℃。由于阴极温度的大范围变化以及阴极材料(通常为钨)和密封材料(通常为石英玻璃)之间热膨胀的差异,在密封材料中形成裂纹。这种裂纹可扩展到外表面,造成外壳内部空间和外部大气之间的连通通道。通常,电极和放电管壁的接触部位处高的时空热梯度(temporal and spatial thermal gradient)造成的机械应力所引起的这种裂纹扩展将导致泄漏通道的形成,放电管的高压填充物和添加剂从此处漏失,最终灯无法工作。

[0005] 通常,高强度放电 (HID) 灯的电弧管,特别是标准金属卤化物灯或车用 HID 灯的电弧管,由熔融石英 (fused silica)(石英玻璃)制成。在图 1 中给出了这种电弧管的结构实例。在所示实例中,电弧管由中部即电弧室 2 组成,在灯工作期间放电在所述电弧室 2 中进行。电弧室由外壳 1 包封并以真空密封的方式在电弧管的端部密封,即通过还包含电极组件的密封件或箍缩部分 (pinch section) 3 密封,电极组件用于经过密封件引导电流。为保证真空度,电极组件通常由图 1 所示的三部分组成。电极柄 4 通常由钨制成并将载流子(电子)射入放电等离子体中。通常由钼制成的非常薄(至多几十微米)的金属密封箔 6 通过其塑性和弹性变形保证密封的真空度。电极组件的金属引入线 5 将电弧管连接到电源上并可由钼制成。

[0006] 具有高壁面负载 (wall load) 电弧管的高强度放电 (HID) 灯中金属密封区 3 玻璃的温度可明显高于标准 HID 灯制品的温度。壁面负载是指稳态工作时灯消耗的能与两电极端部之间的电弧室外表面面积之比。高的箍缩温度可对灯的寿命造成负面影响,特别是对金属卤化物灯。对于这些灯,主要的寿命限制因素之一在于密封件例如钼电流引线密封箔

6 中的金属成分和来自电弧室的金属卤化物配料成分之间的化学反应动力学。反应成分的温度越高,化学反应对灯寿命的影响越严重。

[0007] 通常,对具有高的涌流 (in rush) 和 / 或稳态操作电流的 HID 灯的要求非常高。特别是对 HID 车灯,其中对“瞬时光”产生和“热重启”能力的额外要求在灯工作过程中的开启和起动阶段对灯造成大的电流和功率过载。因而在起动阶段,与稳态条件相比,电极体大部分处于较高的温度。从而在电极与电弧管壁的界面区域 (电极覆盖区 (foot-point)) 造成极高的电极温度,而周围的放电管壁温度仍较低。

[0008] 在真空密封封闭放电管的密封区中,热电极周围的管壁中高的时空温度梯度造成高的机械应力。当灯反复开启关闭时,热致附加机械应力可在具有玻璃叠层电极柄的箍缩密封区中造成微裂纹扩展。这是因为电极和周围玻璃之间热膨胀失配造成的微裂纹的形状和尺寸很难控制。最终导致形成泄漏通道,放电室的填充气体和配料成分从此处漏失,灯变得无法工作。这种早期失效或短寿命灯样严重影响灯的寿命性能和可靠性。最终对公路安全产生不利影响,并增加了维护成本。

[0009] 为防止填充物接触密封件中的钼箔 4, 授予 Van Gennip 等的美国专利 No. 5, 461, 277 提出了在电极柄周围形成石英玻璃层。根据该专利,形成在电极上的玻璃层消除了通常可在传统放电灯中观察到的电极柄周围的宽通道。通过石英玻璃和钨电极柄之间热膨胀系数失配造成的电极周围放电管壁的开裂,形成玻璃层。与其上没有所述玻璃层的电极柄周围的常规通道相比,玻璃层的优势在于微裂纹的宽度较小。所述玻璃层结构是一种良好的解决方案,然而难以实现避免裂纹扩展至表面所需的所述理想的对称规则结构。只能通过非常昂贵的制造工艺实现所述精确的形状和结构,甚至将产生大量废品。所述玻璃层极小的形状和结构不规则仍可导致形成所不希望的可扩展至周围玻璃壁表面上的裂纹结构。

[0010] 此外,美国专利 No. 5, 905, 340 披露了电极经处理的 HID 灯。在将电极组装在一起形成电极组件之前,在高温、高真空下对电极进行长时间的热处理。由于热处理,电极部分地或完全地重结晶,并除去可脱气 (out-gas-able) 成分,以赋予电极和密封壁材料之间较好的附着性,以降低 HID 灯的开裂失效。该方法以及所得电极对于批量生产过于昂贵,耗时的热处理使得制造过程困难且效率低,除此之外,不能保证裂纹分布与所控制的裂纹形态一致。

[0011] 因而,特别需要具有电极密封结构的 HID 灯,这种灯能够抵抗灯反复开启造成的高的热应力和机械应力并且具有改善的可靠性和较长的制品寿命。尽管密封区内的微裂纹不可避免,但期望控制微裂纹的形状和尺寸以避免微裂纹扩展至 HID 灯壁的外表面。

## 发明内容

[0012] 在本发明的示范性实施方案中,提供高强度放电灯,其包括包封电弧室的电弧管。电弧室包含气体填充物,电弧管由至少一个密封部分封端。密封部分包封至少一个电极组件。电极组件包括电极、引入线和导电箔。电极伸入电弧室。引入线从密封部分中伸出,用于提供与电源的电接触。导电箔与引入线和电极连接,并提供经过电弧管密封部分的密封电连接。至少一个电极在导电箔和电弧室之间的区域中设置有至少一个人造表面奇点 (surface irregularity),以控制电极周围密封壁中的裂纹的形状和尺寸。

[0013] 在本发明另一方面的示范性实施方案中,还提供高强度放电灯的制造方法。在该方法中,提供具有预定长度、几何形状和结构的电极。该电极设置有至少一个人造表面奇点。制造包括该电极、密封箔和引入线的电极组件。将电极组件引入电弧管,利用密封件封闭电弧管并将电极组件密封于其中,从而在密封部分之间形成电弧室。电极的表面奇点形成在导电箔和电弧室之间的区域内。

[0014] 在本发明另一方面的示范性实施方案中,在制造包括电极、密封箔和引入线的电极组件的步骤之后在电极上设置至少一个人造表面奇点。

[0015] 发现裂纹分布 (crack pattern) 的成因与一个或多个奇点的位置密切相关。可通过适当的选择电极表面上有意形成的一个或多个奇点的位置,控制裂纹分布。受控裂纹分布可有效地降低失控微裂纹扩展的可能性,从而降低了灯早期失效的产生或者沿裂纹分布的残余机械应力造成的失效的产生。

[0016] 所披露的 HID 灯允许避免可扩展至周围玻璃壁表面的有害裂纹结构的形成。HID 灯和制造该灯的方法可容易用于批量生产并且没有明显增加生产成本。该电极结构可可靠地控制电极周围微裂纹的形状,从而建立闭合裂纹结构,该结构不会产生可能造成短寿命的泄漏。

## 附图说明

[0017] 现参考附图对本发明进行详述,其中

[0018] 图 1 为现有高强度放电灯的截面俯视图;

[0019] 图 2 为裂纹控制改善的高强度放电灯的局部截面俯视图;

[0020] 图 3 为具有孔状奇点的电极的放大侧视图;

[0021] 图 4 为具有突起状奇点的电极的放大侧视图;

[0022] 图 5 为具有凹槽状奇点的电极的放大侧视图;以及

[0023] 图 6 为具有凸缘状奇点的电极的放大侧视图。

## 具体实施方式

[0024] 现参考图 1,示出了用于汽车工业的高强度放电 (HID) 灯。该灯具有通常由石英或二氧化硅玻璃制成的密封灯外壳 1 形式的电弧管。外壳 1 具有限定电弧室 2 的密封内部空间,电弧室 2 填充有合适的气体,例如氙气、氮气或氙气。电弧管的两端均以气密方式封端,至少一个端部包括包封电极组件的密封部分 3。电极组件包括伸入电弧室 2 的电极 4、从密封部分 3 中伸出以与电源 (未示出) 电接触的引入线 5、以及连接引入线 5 和电极 4 的导电密封箔 6,密封箔 6 提供经过电弧管密封部分 3 的密封电连接。在图 1 中,示出了具有两个基本相同的电极组件的具有对称结构的 HID 灯。除所示实例以外,HID 灯还有多种其他不同形式,可以同样的方式作为本发明的基础。HID 灯还可仅利用一个箍缩或密封部分单侧封端,所有电极组件位于一侧,具有或者没有用于起动过程的附加电极。与对称的交流驱动 HID 灯不同,不对称的直流驱动 HID 灯的密封部分中可封闭有不同的电极结构。

[0025] 在图 1 所示的 HID 灯的制造过程中,将电极组件轴向引入放电管的开口端并固定在该轴向位置中,同时压封或缩封放电管的端部,从而形成密封部分。在约 2000-2500℃下完成密封。形成密封后,使玻璃冷却。由于其较高的线性热膨胀系数,电极条比其嵌入的玻

璃管的密封部分收缩的快。从而在电极条周围形成微裂纹结构。通常由钼制成的金属箔由于其几何形状而周围没有形成这种裂纹结构。当起动电流供给灯能量时,电极条由于大电流流过而温度骤升。密封部分的石英玻璃没有立即随之升温。由于较高的温度和较高的热膨胀系数,在密封部分中电极的膨胀程度大于玻璃材料。因而,电极与石英玻璃接触并对石英玻璃施加压力。所述压力造成密封部分 3 壁中的微裂纹 7。在随后的起动阶段这些微裂纹可在数量和尺寸上扩大并可扩展至密封部分 3 的外表面,并造成灯的泄漏。现有灯具由于这种现象而具有较短的寿命,特别是在短时间工作后频繁开启关闭的情况下。

[0026] 图 2 示出了裂纹控制改善的 HID 灯的局部截面侧视图。图 2 的 HID 灯除电极以外与图 1 所示的现有灯具具有相同的结构。电极 14 具有人造表面奇点 8,以控制密封壁中微裂纹 1 7 的形状和尺寸。如图所示,表面奇点 8 形成在电极 14 表面上密封箔 6 和电弧室 2 之间的区域中。这些奇点可位于密封箔 6 和电弧室 2 之间距离的  $1/4$  至  $3/4$  处。此时,所述距离沿电极 14 和密封壁之间的接触区域从密封箔 6 的内端延伸至电弧室 2 的起始处。这些奇点 8 还可位于密封箔 6 和电弧室 2 之间距离的  $1/3$  至  $2/3$  处。在所示实施方案中,这些奇点 8 位于密封箔 6 和电弧室 2 之间距离的约  $1/2$  处。利用人造奇点,可影响和控制电极周围玻璃壁的热应力和机械应力造成的微裂纹 1 7 的起源点。正如所发现的,一个起源点在密封箔的内端位置或者密封箔内端与电极外端之间的焊点区。选择表面奇点 8 的位置形成其他起源点,从而可控制微裂纹 17 的形状和结构。至少一个表面奇点 8 可能足以达到所需的效果。在密封箔 6 和电弧室 2 之间距离的约  $3/4$  至  $2/3$  处(较靠近电弧室),发现微裂纹 17 结构改变,且微裂纹趋于形成闭合结构,而不是现有灯具中导致裂纹扩展至密封壁外表面的开放结构。表面奇点 8 的位置越接近密封箔 6 的内端,微裂纹 17 建立闭合结构的距离越短。然而,因为存在在表面奇点另一例上形成第二微裂纹结构的危险,所以该距离不能够选择为小于密封箔 6 和电弧室 2 之间距离的  $1/4$  至  $1/3$ (较接近密封箔端)。

[0027] 随后的附图示出了可结合本发明使用的电极结构的不同实施方案。图 3 ~ 6 示出了一端与密封箔 6 连接的电极。在电极的中部,具有表面奇点。

[0028] 在图 3 和图 4 所示的电极上,表面奇点可为孔 18 或突起 19 的部位形式。如图 3 和图 4 所示,在电极的相对侧上存在两个奇点部位(突起或孔)。表面奇点的数量还可为三个、四个或更多。当采用两个以上表面奇点时,有利于沿周线相互间以等距离排列。为达到所期望的形成短且闭合的裂纹结构的效果,必须在电极表面上密封箔和电弧室之间距离的  $1/4$  至  $3/4$  的区域中或者优选在密封箔和电弧室之间距离的  $1/3$  至  $2/3$  的区域中,形成至少一个奇点部位。奇点部位的尺寸(宽度和/或高度或深度)为电极最大截面尺寸的至少  $1/10$ ,以达到所期望的效果。如果电极为柱状,则所述尺寸为电极的直径。

[0029] 如图 5 和图 6 所示,电极在其表面上中部区域内具有奇点,所述奇点为环形表面区域形式。如图 5 所示,电极 14 可具有环形凹槽 20。该凹槽 20 可具有任意截面形状并且其表面有利地也为不规则的。为达到所期望的形成短且闭合的裂纹结构的效果,环形凹槽 20 必须形成在电极表面上在密封箔和电弧室之间距离的  $1/4$  至  $3/4$  的区域中或者优选在密封箔和电弧室之间距离的  $1/3$  至  $2/3$  的区域中。凹槽 20 的尺寸(宽度和/或深度)为电极最大截面尺寸的至少  $1/10$ ,以达到所期望的效果。如图 6 所示,电极可具有环形凸缘 21。该凸缘 21 可具有任意截面形状并且其表面有利地也为不规则的。为达到所期望的形成短且闭合的裂纹结构的效果,凸缘 21 必须形成在电极表面上在密封箔和电弧室之间距离的  $1/4$

至 3/4 的区域中或者优选在密封箔和电弧室之间距离的 1/3 至 2/3 的区域中。凸缘 21 的尺寸（宽度和 / 或高度）为电极截面尺寸的至少 1/10, 以达到所期望的效果。表面奇点可通过本领域已知的任何机械、化学或热处理方法形成在电极上。

[0030] 还提出了如结合图 1 ~ 6 所描述的高强度放电灯的制造方法。在该方法的示范性实施方案中, 提供具有预定长度、几何形状和结构的电极。该电极可具有可用于 HID 灯的任何几何形状和结构。用于此目的的电极是本领域公知的。以本领域公知的方法制造包括所述电极、密封箔和引入线的电极组件。结合本发明使用的电极在 HID 灯中分别以密封箔和电弧室为终端的区域内设置有至少一个人造表面奇点。随后, 将电极组件引入电弧室, 利用压封或缩封密封电弧室并将电极组件密封于其中。也可在制造包括电极、密封箔和引入线的电极组件的步骤之前, 在电极上设置至少一个人造表面奇点。在本发明的构思中, 还可在制造具有预定几何形状和结构的电极的过程中, 例如电极与电极引线分离的过程, 在电极上设置表面奇点。可在通过本领域已知的任何机械、化学或热处理方法制造电极组件之前或之后, 在电极上形成表面奇点。

[0031] 本发明不限于所示和所披露的实施方案, 其他要素、改进和改变也可落在本发明范围内。例如, 本领域技术人员应当理解的是, 除所示的表面奇点形状以外, 还可采用任何其他形状。此外, 用于 HID 灯的电极的几何形状和结构可与所示实例不同。



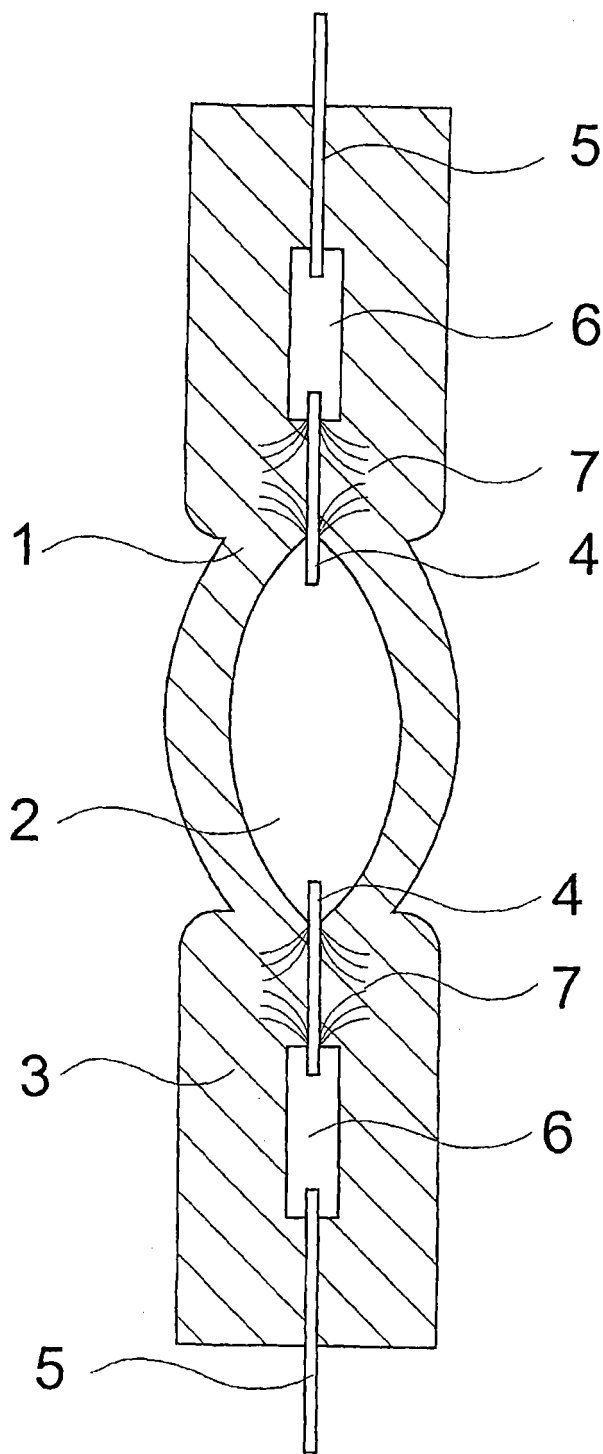


图 1

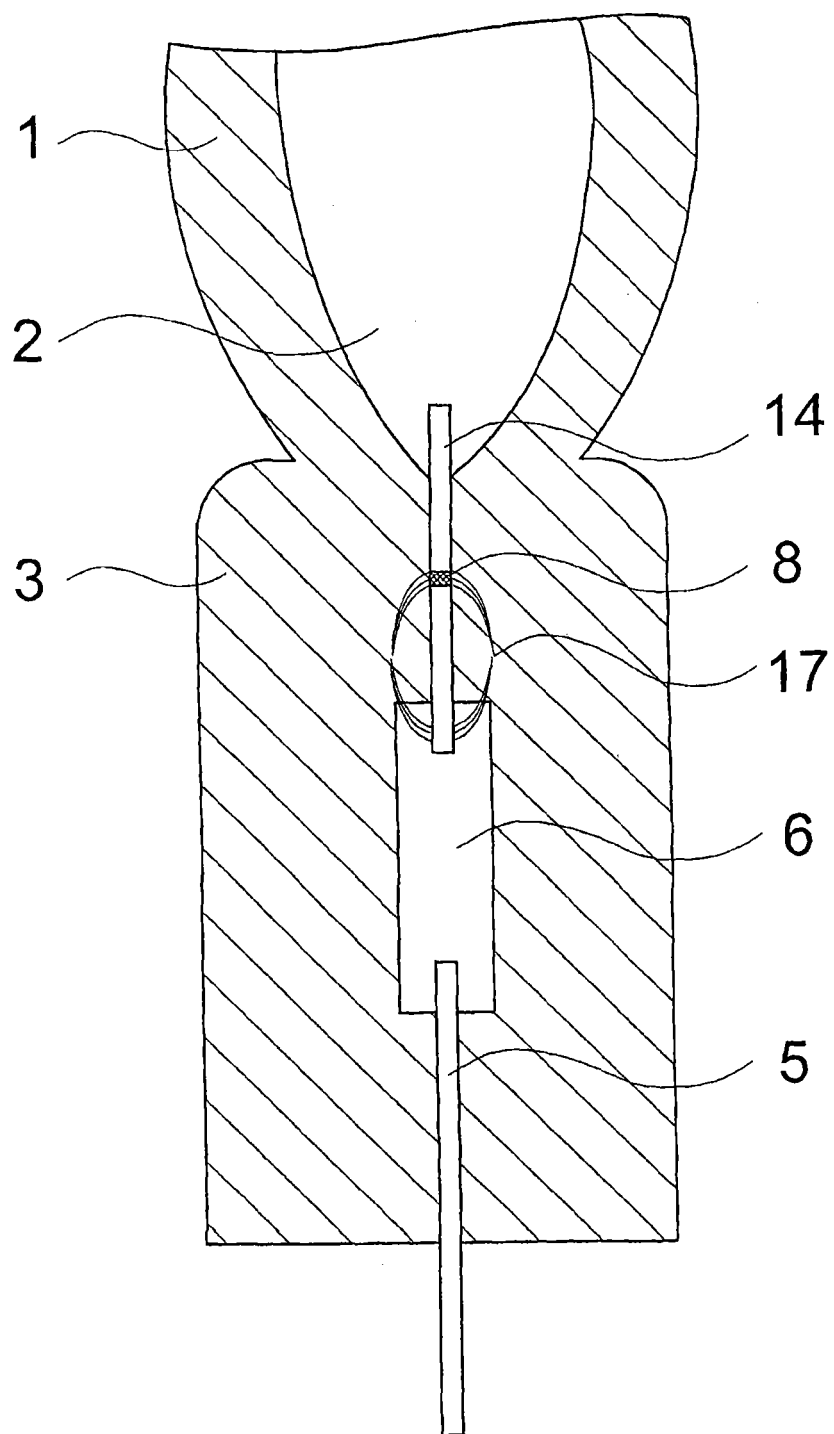


图 2

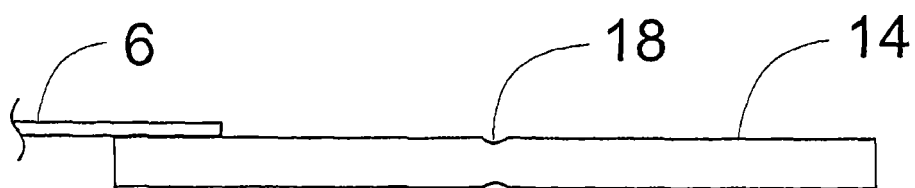


图 3

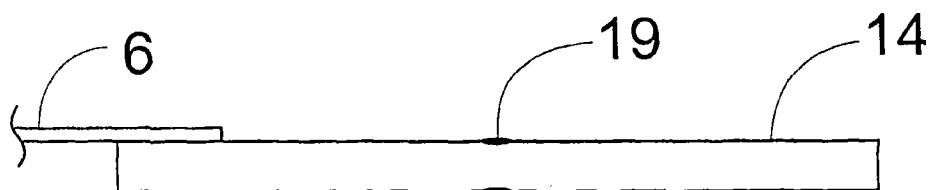


图 4

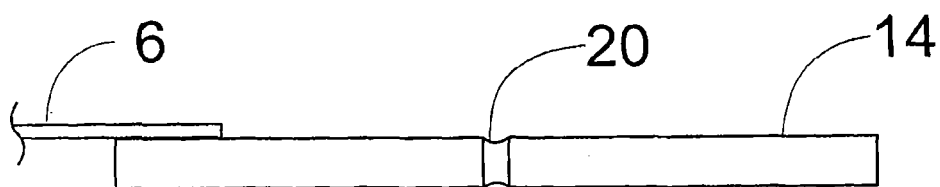


图 5

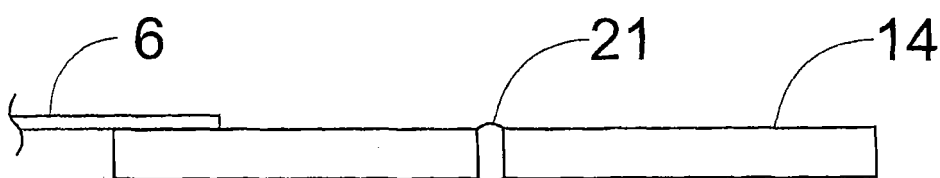


图 6