

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01J 61/02

H01J 61/12



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97192060.5

[45] 授权公告日 2004 年 2 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1139100C

[22] 申请日 1997.10.20 [21] 申请号 97192060.5

[30] 优先权

[32] 1996.12.4 [33] EP [31] 96203434.4

[86] 国际申请 PCT/IB97/01313 1997.10.20

[87] 国际公布 WO98/25294 英 1998.6.11

[85] 进入国家阶段日期 1998.8.4

[71] 专利权人 皇家飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 J·A·J·M·范维利艾特

J·J·F·盖藤贝克

审查员 汤志明

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

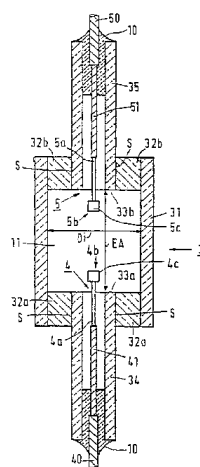
代理人 邹光新 张志醒

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称 金属卤素灯

[57] 摘要

本发明涉及一种配备了具有陶瓷侧壁的放电腔的金属卤素灯。放电腔具有两个电极头间距为 EA 的电极。放电腔的内径 D_i 大于距离 EA。根据本发明,放电腔具有包含 NaJ 和 CeJ_3 的填充物,同时满足关系式 $EA/D_i > 5$ 。



1. 一种金属卤素灯, 配备了具有陶瓷侧壁的放电腔, 陶瓷壁围绕着一个填充了可电离填充物的放电空间, 电极头间距为 EA 的两个电极安置在放电空间内, 后者的内径 D_i 至少大于距离 EA , 其特征在于可电离填充物包含 NaJ 和 CeJ_3 , 满足关系式 $EA/D_i > 5$ 。

2. 根据权利要求 1 的灯, 其特征在于该灯的放电腔侧壁载荷值 $\leq 30 \text{ W/cm}^2$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 的灯, 其特征在于陶瓷放电腔的侧壁厚度至少为 1 mm 同时至少要大于距离 EA 。

4. 根据权利要求 1 或 2 的灯, 其特征在于 NaJ 和 CeJ 的摩尔比 $NaJ : CeJ$ 处于 3 到 25 之间。

5. 根据权利要求 1 或 2 的灯, 其特征在于存在着过量的 NaJ 和 CeJ , 和在灯的工作状态下, 最低为 1100 K 、最高 1500 K 的最低点温度 T_{kp} 普遍地存在于元素过量的区域。

金属卤素灯

本发明涉及一种配备了具有陶瓷侧壁的放电腔的金属卤素灯，陶瓷
5 侧壁环绕着一个填充了可电离填充物的放电空间，电极头间距为 EA 的
两个电极安置在该放电空间内，后者的内径 D_i 至少要大于距离 EA 。

首段提及的这种灯见于 EP-A-0 215 524 (PHN 11.485)。已知的这
种灯，同时具有高发光效率和优异的色彩特性（特别是全色重现系数
 $R_a \geq 80$ 和色温 T_c 介于 2600 和 4000K 之间），特别适用于室内照明光源。
10 该灯的结构基于这样一种认识，即当利用卤化钠作为灯的填充物成分，
并且在灯工作过程中在 Na-D 谱线处发生强烈的 Na 辐射反转和展宽时，
可能得到较好的色彩重现。这要求放电腔中较高的最低点温度 T_{kp} 为，
例如，1170K (900℃)。Na-D 谱线反转和展宽意味着它们表现为具有两
个相互间距为 $\Delta\lambda$ 的最大值的光谱发射带。 T_{kp} 值较高的要求排除了在实际
15 条件下利用石英或石英玻璃制作放电腔侧壁的可能性，这就使得必须
利用陶瓷材料制作放电腔侧壁。

本说明书和权利要求中“陶瓷侧壁”一词理解为包括金属氧化物侧
壁，如，兰宝石或致密烧结的多晶 Al_2O_3 、及金属氮化物，例如 AlN。

已知的灯具有较好的色彩重现特性和相对较宽的色温范围。放电腔
20 的填充物至少包含 Na 卤化物和 Tl 卤化物。此外，放电腔优选地包含由
Sc、La、和镧系元素 Dy、Tm、Ho、和 Er 等构成的元素组中的至少一种
元素。已知的灯具有相对较短的放电腔，因此 $0.9 \leq EA/D_i \leq 2.2$ 、侧壁载
荷较高，对实际的灯侧壁载荷大于 $50W/cm^2$ 。这里侧壁载荷定义为灯功
率和位于电极头之间的放电腔部分外表面的商。

25 已知灯的一个缺点是对通常的照明目的而言它的发光效率相对有
限。

US-A-4, 972, 120 公开了一种灯，它能够发射出具有适当色彩特
性 ($3000K \leq T_c \leq 4000K$; R_a 约 50-60) 的白光并且具有较高的发光效率。然
而，这种灯需要螺线电场为放电过程供能，为达到这一目的，该灯配备
30 了主要缠绕在放电腔周围的外部线圈。线圈以高于 1 MHz 的超高频工作。
虽然在本质上该灯发出的光适用于一般照明目的，但是特殊的结构
以及所需的特殊电源设备使得将该灯用作一般照明目的很不现实。

US-A-3, 786, 297 描述了具有很高发光效率且具有电极的放电灯。为此, 该放电灯的填充物至少包含 Cs 卤化物和含量较大、工作压力大于 3 的 Hg (在约 3 mg/cm^3 到 20 mg/cm^3 之间)。虽然 Cs 具有较低的电离电压, 但是 Cs 的发射光中有相当大的一部分位于可见光谱之外。发现
5 该灯发射的光所具有的色彩特性使之不大适用于一般照明。考虑到环境因素, 也不期望使用大剂量的 Hg。

装有电极并具有高发光效率的金属卤素灯的主要缺点是在放电过程中具有较大的发生螺旋不稳定性的危险, 以及较大的放电腔填充物发生附加离解的危险。

10 为此, 本发明提出一种制作发光效率高、适用于一般照明目的的金属卤素灯的方法。

为此, 根据本发明, 首段提及的那种灯的特征在于可电离填充物包含 NaJ 和 CeJ_3 , 且还在于满足关系式 $\text{EA}/\text{Di} > 5$ 。

根据本发明的灯的优点是发光效率高、色彩特性好 ($R_a \geq 40$, 色温 T_c :
15 $2800 \leq T_c \leq 6000\text{K}$), 这使得该灯特别适于用作一般光源。由于放电腔的直径相对于电极空间较小, 因此相对于电弧长度也较小, 所以电弧被放电腔侧壁包围起来, 由此得到的电弧是直的。人们惊异地发现放电腔侧壁均匀地受热以至于由热应力产生的放电腔侧壁碎裂的危险性非常小。因此, 发生螺旋不稳定性和离解的可能性大大地减小了。

20 电弧被包围起来的事实意味着放电腔侧壁陶瓷材料所具有的较好的导热率有利于降低放电腔侧壁中的热应力。此外, 这还受到优选地选择侧壁载荷至多为 30 W/cm^2 的影响。

通过适当地选择侧壁厚度, 可以进一步改进对放电腔侧壁的壁温和热应力的控制。当陶瓷侧壁的厚度至少为 1mm 时, 陶瓷侧壁的较好的导热特性将更进一步得到利用。侧壁厚度的增加不仅增加了放电腔侧壁的热辐射, 而且提高了热量从电极之间的侧壁区域向放电腔的相对冷端传导的能力。因此, 放电腔侧壁上的温差限制在 $200\text{--}250 \text{ K}$ 。侧壁厚度的增加还可降低侧壁载荷。

通过增加 EA 来增加比值 EA/Di 也可以降低侧壁载荷。然而, 放电
30 腔侧壁辐射损耗也会增加, 因此在灯工作时增加了放电腔的热损耗。在其它所有因素保持不变的条件下, 这会使 T_{kp} 下降,。

为了获得高发光效率和较好的色彩特性, Na 和 Ce 的浓度必须足够

地高, 这是通过 $\Delta\lambda$ 值表现出来的。 $\Delta\lambda$ 值与摩尔比 $\text{NaJ}:\text{CeJ}_3$ 和 T_{kp} 值是紧密相关的。根据本发明, 对灯而言, 相对较低的 $\Delta\lambda$ 值就足够了, 优选地在 2 nm 到 6 nm 之间。实验发现, 当 T_{kp} 值为 1100K 时, 可以得到理想的 $\Delta\lambda$ 值。因此, 1100K 是灯工作过程中 T_{kp} 所需的最小值。优选地, T_{kp} 取 1200K 或更大。

上述 $\Delta\lambda$ 范围的优点是只需有限范围的 T_{kp} 。因此, 不必使用非常高的 T_{kp} 值, 这有利于延长灯的寿命。显然, 在各种情况下必须确保 T_{kp} 值低于陶瓷侧壁能够长期承受的最高温度。

进一步的实验表明希望将 1500K 作为 T_{kp} 的最大值。在 $T_{\text{kp}} > 1500\text{K}$ 的放电腔中普遍采用的温度和压力使得放电腔侧壁的化学腐蚀过程令人难以接受地降低了灯的寿命。优选地, 当致密烧结的 Al_2O_3 用作放电腔侧壁时, T_{kp} 至多为 1400K。

根据本发明, 摩尔比 $\text{NaJ}:\text{CeJ}_3$ 优选地处于 3 和 25 之间。该比值低于 3 一方面会令人难以接受地降低发光效率, 另一方面会使灯发出的光中含有过多的绿光。光的色彩修正, 例如在放电腔的可电离填充物中加入盐, 只可能会降低发光效率。比值高于 25, Ce 对灯色彩特性的影响就太小以至于这些色彩特性与已知的那些高压钠灯具有极强的相似性。

如果要使灯适用于普通照明, 就必须要求发光效率与该领域中广泛使用的高压钠灯具有可比性。这些高压钠灯的发光效率通常在 100 lm/W 到 130 lm/W 之间。这些已有的高压钠灯的缺点是发射光是黄光而不是白光且全色重现系数 R_a 值大约为 20。然而, 对普通照明, 可接受的 R_a 值至少应为 40。优选地, R_a 值至少为 45, 该值最好位于 50 和 70 之间。作为比较, 注意到在实际的普通照明中使用的高压汞灯和金属卤素灯的发光效率分别为大约 50 lm/W, 最高可达 90 lm/W, R_a 值位于 50 和 90 之间。

通常将惰性气体加入到用来点亮灯的放电腔中的可电离填充物中。通过选择惰性气体的填充压力可以影响灯的光度特性。此外, 可以通过添加金属, 例如 Hg, 来获得期望的灯电压。Zn 也适用于此目的。Zn 还适于获得较高的 T_c 值。Zn 可以以金属的形式添加。对于 Zn, 也可以盐的形式添加到填充物中, 例如 ZnJ_2 。

下面将参照附图(非真实比例)更详细地描述根据本发明的灯的上述

和其它方面。

附图中：

图 1 图示了根据本发明的灯，和

图 2 详细显示了图 1 中灯的放电腔。

- 5 图 1 显示了配备了具有陶瓷侧壁的放电腔 3 的金属卤素灯，侧壁环绕着包含可电离填充物的放电空间 11。电极头间距为 EA 的两个电极安置在放电空间内，放电腔的内径 D_i 至少要大于间距 EA。放电腔一侧用凸式陶瓷插头 34、35 封闭，该插头将电流输入导体(图 2: 40、41、50、51)以较窄的间隔密封到位于放电腔内部的电极 4、5 上，并以气密的方式通过远离放电空间端上的熔融陶瓷结点(图 2: 10)与该导体相连。
- 10 放电腔由在其一端配备了灯头 2 的灯泡外壳 1 包围。当灯工作时，放电将在电极 4、5 之间发生。电极 4 通过电导体 8 连接到构成灯头 2 一部分的第一电触点上。电极 5 通过电导体 9 连接到构成灯头 2 一部分的第二电触点上。放电腔，更详细地示于图 2(非真实比例)，具有陶瓷侧壁，
- 15 由内径为 D_i 、两端分别由端壁部分 32a、32b 界定的圆柱形制成，每个端壁部分 32a、32b 构成放电腔的端面 33a、33b。端壁部分均具有一个孔，在孔中，凸式陶瓷插头 34、35 以气密的方式通过烧结结点 S 固定在端壁部分 32a、32b 中。凸式陶瓷插头 34、35 分别紧紧地封闭具有电极头 4b、5b 的电极 4、5 的电流输入导体 40、41、50、51。电流输入
- 20 导体在远离放电空间侧以气密的方式利用熔融陶瓷结点 10 连接到凸式陶瓷插头 34、35。

- 电极头 4b、5b 相互距离为 EA。每个电流输入导体包括一个卤素电阻元件 41、51，例如 $\text{Mo-Al}_2\text{O}_3$ 形式的金属陶瓷，和分别通过熔融陶瓷结点 10 以气密的方式紧固在端点插头 34、35 上的部件 40、50。熔融
- 25 陶瓷结点在 Mo 金属陶瓷 40、41 上延伸一段距离，例如约 1mm。部件 41、51 可以用另一种不同于 $\text{Mo-Al}_2\text{O}_3$ 金属陶瓷的方式制成。其它可行的结构见于，例如，EP-0 587 238(US-A-5,424,609)。一个具体的、合适的结构是环绕在相同材料制成的轴上的卤素电阻线圈。Mo 非常适于用作高卤素电阻材料。部件 40、50 用延展系数与末端插头匹配得非常好的金属制成。例如，Nb 是一种非常适用于此的材料。部件 40、50 以一种没有示出任何细节的方式连接到电流导体 8、9。上述输入结构在任何所需的点亮条件下均能使灯工作。
- 30

每一个电极 4、5 具有在电极头 4b、5b 附近配备了线圈 4c、5c 的电极棒 4a、5a。凸式陶瓷插头利用烧结结点 S 以气密的方式紧固在端壁部件 32a 和 32b 上。电极头位于由端壁部件形成的端面 33a、33b 之间。在根据本发明的灯的另一实施方案中，凸式陶瓷插头 34、35 在端壁部件 32a、32b 后面是凹陷的。在那种情况下，电极头基本上位于端壁部件确定的端面 33a、33b 中。

在图示的、根据本发明的实例中，灯的额定功率为 150 W。适于在现存的用来运行高压钠灯(改型灯)的装置中工作的灯的灯电压为 91 V。放电腔中的可电离填充物包含 0.7 mg Hg ($<1.6 \text{ mg/cm}^3$) 和 8 mg Na 和 Ce 摩尔比为 7: 1 的碘盐。Hg 用来确保灯电压处于 80 V 和 100 V 之间，这是改型所必须的。此外，填充物包含作为点燃气体、充入压为 250 mbar 的 Xe。

电极头间距 EA 为 32 mm，内径 Di 为 4mm，因此比值 $EA/D_i=8$ 。放电腔侧壁的厚度为 1.4mm。因此，灯的侧壁载荷为 21.9 W/cm^2 。

在工作状态，灯的发光效率为 130 lm/W，工作 2000 小时之后降至 126 lm/W。该灯发射光的 R_a 值和 T_a 值分别为 58 和 3900K。该灯发射光的色彩点 (x, y) 的值为 (.395, .416)，位于黑体线之外 (.05, .05)。黑体线由黑体或普朗克辐射体的一系列色彩点构成。色彩点稍稍偏离黑体线的光被认为是用作一般照明目的的白光。这里最低点温度 T_{kp} 为 1200 K， $\Delta\lambda$ 值为 3.3 nm。250 mbar 的 Ar 用作对照灯中的惰性气体。这使得灯具有可比较的光度特性。

值得注意的是为了比较，相同功率的高压钠灯 (Philips 制造，SON PLUS 型) 的发光效率为 110 lm/W，发出 $T_c=2000 \text{ K}$ 和 $R_a=21$ 的黄光。高压汞放电灯 (Philips 制造，HPL Comfort 型) 发出的发射光具有和根据本发明的灯可比的色彩特性，但是发光效率不超过 50 到 60 lm/W。在改进方案中，唯一的变化是将 NaJ 和 CeJ_3 的摩尔比调节到 25: 1，这使得在灯电压为 80 V、色温为 2820 K 和色彩重现系数为 41 的条件下，发光效率为 124 lm/W。在这些条件下， T_{kp} 为 1200 K， $\Delta\lambda$ 值为 4 nm。色彩点坐标为 (0.459; 0.423)。该灯发射光的光度特性只能用于一般照明目的。

在另一实例中，灯不含 Hg。灯的电极间距 EA 为 32 mm，内径 D_i 为 4 mm。放电腔填充物包含 8 mg 摩尔比为 7: 1 的 NaJ/ CeJ_3 和 Xe。侧壁

载荷为 21.9 W/cm^2 。在 Xe 的充入压力为 1250 mbar 的第一实施方案中， T_{kp} 为 1200K 时，灯的功耗为 150 W，灯电压为 47 V。本实施方案中 $\Delta\lambda$ 值为 4.1 nm，发光效率为 150 lm/W，色温 T_c 为 3300K，全色重现系数 R_a 为 49。色彩点坐标 (x; y) 为 (0.436; 0.446)。在该灯的第二实施方案中，Xe 的充入压力为 500 mbar。第二实施方案的灯电压为 45 V， $\Delta\lambda$ 值为 3.8 nm，发光效率为 145 lm/W， T_c 为 3600K， R_a 为 53，(x; y) 为 (0.421; 0.447)。

在几何形状相同而 Xe 的压力为 1250 mbar 的进一步改进方案中，NaJ: CeJ₃ 的摩尔比改为 5: 1。灯的工作功率为 185 W。在这些条件下，当 $\Delta\lambda$ 为 4.5 nm 时， T_{kp} 的值为 1240K，灯电压为 53 V，发光效率为 177 lm/W， T_c 为 4232K， R_a 为 61，(x; y) 为 (0.394; 0.457)。该情况下的侧壁载荷为 27.1 W/cm^2 。上述无汞灯由电子镇流器产生的矩形波电压驱动。

根据本发明制作的具有改进几何形状的灯的功率为 150 W、电极间隔为 66 mm、内径为 2.6 mm、Xe 充入压为 1250 mbar。在第一实施方案中，填充物包含 8 mg 摩尔比 7: 1 的 NaJ 和 CeJ₃。该灯的灯电压为 119 V，发光效率为 125 lm/W。 T_{kp} 值为 1250 K， $\Delta\lambda$ 为 3.1 nm。 T_c 、 R_a 和 (x; y) 值分别为 3480K、45 和 (0.426; 0.445)。

在第二实施方案中，Na 盐和 Ce 盐的摩尔比为 3.1。在这些条件下，对 1460 K 的 T_{kp} 值，第二实施方案的灯电压为 130V，发光效率为 130 lm/W， T_c 为 4312K， R_a 为 61，(x; y) 为 (0.383; 0.441)。 $\Delta\lambda$ 值为 2.4 nm。这两个实施方案也用矩形波驱动。

在另一实施方案中，制作了四盏功率为 150 W、添加物为 Zn 的灯。所有的灯都包含摩尔比为 7: 1 的 NaJ 和 CeJ₃。放电腔的侧壁厚度均为 1.4 mm。在第一盏灯中，内径为 2.6 mm，电极间隔为 32 mm。Zn 以 ZnJ₂ 的形式添加了 0.4 mg。该灯的灯电压为 95V，发光效率为 134 lm/W， T_c 为 4400K， R_a 为 63，色彩点坐标 (x; y) 为 (0.378; 0.429)。 T_{kp} 值为 1370 K， $\Delta\lambda$ 为 3.9 nm。

在第二盏灯中，电极间隔增加到 42 mm，Zn 盐减少到 0.2mg。当弧电压为 110V 时， T_{kp} 为 1350 K， $\Delta\lambda$ 为 3.7 nm，发光效率为 138 lm/W， T_c 为 4600K， R_a 为 64，色彩点坐标 (x; y) 为 (0.368; 0.436)。

与第一盏灯相比，第三盏灯放电腔的内径增加到 40 mm。在该情况下，Zn 以金属的形式添加 4 mg。对 3.3 nm 的 $\Delta\lambda$ ，这使得 T_{kp} 下降到 1250

K. 灯电压为 85 V. 在 T_c 为 4000 K、 R_a 为 62、色彩点坐标 (x ; y) 为 (0.395; 0.427) 的条件下, 发光效率为 115 lm/W.

在第四盏灯中, 2 mg 的金属 Zn 添加到放电腔中, 与第二盏灯相比, 该腔的内径增加到 40 mm. 这使得 T_{kp} 进一步减少到 1230 K, $\Delta\lambda$ 减小为 3.2 nm. 灯电压为 89V, 发光效率为 111 lm/W, 色温为 3900 K. R_a 值为 59, 色彩点坐标 (x ; y) 为 (0.402; 0.432).

