

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01J 61/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680045041.6

[43] 公开日 2008年12月10日

[11] 公开号 CN 101322220A

[22] 申请日 2006.11.28

[21] 申请号 200680045041.6

[30] 优先权

[32] 2005.11.30 [33] US [31] 11/289,976

[86] 国际申请 PCT/US2006/045505 2006.11.28

[87] 国际公布 WO2007/064622 英 2007.6.7

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.30

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 莫哈梅德·拉马尼

詹姆斯·A·布鲁尔

斯蒂文·C·埃塞托

瑟吉·扎尔尤博夫斯基

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 吴培善 封新琴

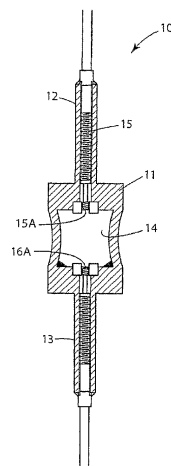
权利要求书4页 说明书12页 附图7页

[54] 发明名称

无汞金属卤化物放电灯

[57] 摘要

本发明披露一种金属卤化物放电灯(10)。该金属卤化物放电灯(10)包括灯体(11)和灯体(11)中形成的灯腔(14)。一对电极(15)和(16)伸入灯腔(14)并具有相互间隔的电极端部(15A)和(16A)。产生等离子体的放电介质组合物密封在灯腔(14)内,所述等离子体产生可见光。该组合物包括稀有气体、产生光通量的第一金属卤化物和产生所需的灯工作电压的第二金属卤化物。该组合物还可包括金属,该金属密封在灯腔(14)中,为单质形式并且不是来源于第一金属卤化物或第二金属卤化物。第二金属卤化物作为汞的替代物用于产生所需的灯工作电压。



1. 一种无汞金属卤化物放电灯 10, 包括:

具有密封灯腔 14 的电弧管 11;

置于所述灯腔 14 中的一对电极 15 和 16, 所述电极具有相互间隔预定距离的电极端部 15A 和 16A, 在所述电极端部之间形成电弧区;

在压力下密封在所述灯腔 14 中的惰性气体;

密封在所述灯腔 14 中产生光通量的第一金属卤化物;

密封在所述灯腔 14 中的第二金属卤化物, 其含有选自铝、镓、铟和锌中的金属;

密封在所述灯腔 14 中的金属, 该金属为单质形式且不是来源于所述第一金属卤化物或所述第二金属卤化物。

2. 权利要求 1 的放电灯, 其中所述第二金属卤化物中的金属选自铝、镓、铟和锌。

3. 权利要求 1 的放电灯, 其中所述第一金属卤化物包含选自包括镉、铊、铋、钨、铈和钍的金属。

4. 权利要求 1 的放电灯, 还包含一定剂量的碘化钠, 并且其中所述第一金属卤化物包含碘化镉、碘化铊、碘化铋和碘化钨、碘化铈、碘化铈、碘化铈、碘化铈或碘化铈的组合。

5. 权利要求 1 的放电灯, 其中所述第一金属卤化物的剂量为约 36mg/cc 并且所含金属卤化物的重量百分比各自为 66.8%碘化钠、9.2%碘化铊、12%碘化镉、6%碘化钨和 6%碘化铈。

6. 权利要求 1 的放电灯, 还包含碘化钠配料。

7. 权利要求 1 的放电灯, 其中所述第一金属卤化物中的卤素选自碘、溴或氯。

8. 权利要求 1 的放电灯, 其中在所述灯腔内所述第一金属卤化物的剂量为约 5mg/cc~约 100mg/cc。

9. 权利要求 1 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 内所述第一金属卤化物的剂量为约 10mg 或 36mg/cc。

10. 权利要求 1 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 内所述第二金属卤化物的剂量为约 3mg/cc~约 72mg/cc。

11. 权利要求 1 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 内所述第二金属卤化物的剂量为约 6mg/cc~约 18mg/cc。

12. 权利要求 1 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 内所述金属的剂量为约 3mg/cc~约 18mg/cc。

13. 权利要求 1 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 内所述金属的剂量为约 3mg/cc~约 54mg/cc。

14. 权利要求 1 的放电灯, 其中由产生方波电流的镇流器向所述灯 10 提供电流。

15. 一种无汞金属卤化物放电灯 10, 包括:

具有密封灯腔 14 的电弧管 11;

置于所述灯腔中的一对电极 15 和 16, 所述电极具有相互间隔预定距离的电极端部 15A 和 16A, 所述电极端部之间形成电弧区;

密封在所述灯腔 14 中的惰性气体;

密封在所述灯腔 14 中产生光通量的第一金属卤化物;

密封在所述灯腔 14 中产生灯工作电压的第二金属卤化物; 以及,

密封在所述灯腔 14 中的金属, 该金属与所述第二金属卤化物产生的卤原子或卤离子中的一部分反应, 从而防止所述卤原子与自由电子和产生所述灯的光通量的所述第一金属卤化物的金属反应。

16. 权利要求 15 的放电灯, 其中所述惰性气体是选自氩气和氙气中的一种或多种气体。

17. 权利要求 15 的放电灯, 其中所述第一金属卤化物含有选自稀土金属中的金属。

18. 权利要求 15 的放电灯, 其中所述第二金属卤化物含有选自铝、镓、铟和锌中的金属。

19. 权利要求 15 的放电灯, 其中所述第二金属卤化物中的卤素选自碘、溴和氯。

20. 权利要求 15 的放电灯, 其中所述第一金属卤化物含有选自镉、铊、铪和钽中的金属。

21. 权利要求 15 的放电灯, 还含有碘化钠配料。

22. 权利要求 15 的放电灯, 其中所述第一金属卤化物中的卤素选自碘、溴或氯。

23. 权利要求 15 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 中所述第一金属卤化物的剂量为约 5mg/cc~约 100mg/cc。

24. 权利要求 15 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 中所述第一金属卤化物的剂量为约 10mg 或 36mg/cc。

25. 权利要求 15 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 中所述第二金属卤化物的剂量为约 3mg/cc~约 72mg/cc。

26. 权利要求 15 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 中所述第二金属卤化物的剂量为约 6mg/cc~约 18mg/cc。

27. 权利要求 15 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 中所述金属的剂量为约 3mg/cc~约 18mg/cc。

28. 权利要求 15 的放电灯, 其中在所述灯腔 14 中所述金属的剂量为约 3mg/cc~约 54mg/cc。

29. 权利要求 15 的放电灯, 其中由产生方波电流的镇流器材料向所述灯 10 提供电流。

30. 一种无汞金属卤化物放电灯 10, 包括:

具有密封灯腔 14 的电弧管 11;

置于所述灯腔中的一对电极 15 和 16, 所述电极具有相互间隔预定距离的电极端部 15A 和 16A, 在所述电极端部之间形成电弧区;

在压力下密封在所述灯腔 14 中的惰性气体;

密封在所述灯腔 14 中产生光通量的第一金属卤化物成分;

密封在所述灯腔 14 中的第二金属卤化物, 其用于产生灯的工作电压并且含有选自铝、镓、铟和锌中的金属; 以及,

密封在所述灯腔 14 中的第三金属卤化物, 其用于产生灯电压并且含有选自铝、镓、铟和锌中的金属, 并且该金属与所述第一金属卤化物中的金属不同。

31. 权利要求 30 的放电灯, 还含有密封在所述灯腔 14 中的金属, 该金属为单质形式并且不是来源于所述第一金属卤化物、所述第二金属卤化物或所述第三金属卤化物。

32. 一种无汞金属卤化物放电灯 10, 包括:

具有密封灯腔 14 的电弧管 11;

置于所述灯腔 14 中的一对电极 15 和 16, 所述电极具有相互间隔预定

距离的电极端部 15A 和 16A，所述电极端部之间形成电弧区，并且所述电极各自与电源和产生方波电流的镇流器材料连通；

在压力下密封在所述灯腔 14 中的惰性气体；

密封在所述灯腔 14 中产生光通量的第一金属卤化物成分；以及，

密封在所述灯腔 14 中产生灯工作电压的第二金属卤化物。

33. 权利要求 32 的放电灯，还含有密封在所述灯腔 14 中的金属，该金属为单质形式并且不是来源于所述第一金属卤化物或所述第二金属卤化物。

34. 权利要求 32 的放电灯，其中所述第二金属卤化物含有选自铝、镓、铟和锌中的金属。

35. 权利要求 32 的放电灯，其中所述灯 10 用作汽车头灯，并且灯体和支柱由陶瓷材料构成。

无汞金属卤化物放电灯

技术领域

本发明涉及高强度放电(HID)灯。更具体地,本发明涉及石英或者陶瓷金属卤化物放电灯。

背景技术

图1所示为典型的金属卤化物放电灯10,其包括灯体11和与灯体11连为一体的第一支柱12和第二支柱13。支柱12与支柱13各自从灯体11的相对侧伸出。支柱12、13和灯体11通常由石英材料或者氧化铝基陶瓷材料(例如,多晶氧化铝、蓝宝石或者钇铝石榴石)制成。第一电极15和第二电极16分别穿过第一支柱12和第二支柱13延伸,并且端部止于灯10的灯体11中形成的灯腔14。电极的端部15A和16A在灯腔14内间隔一段预定的距离,所述距离的范围为约1mm~约20mm,从而在电极端部15A和16A之间形成电弧区。灯腔14的体积通常为约0.01cc~约3cc。在支柱12和13远离灯腔的端部,在压力作用下,将灯腔14密封。

在密封灯腔14之前,在受控气氛下,将包括惰性气体、金属卤化物配料(dose)和汞的组合物注入并密封在放电灯的灯腔中。金属卤化物配料通常为金属卤化物的组合,例如碘化钠和碘化铊或者碘化钠、碘化铊、碘化镨、碘化钕和碘化铈。金属卤化物作为发光成分。尽管汞对放电灯在蓝光区域的发射光谱稍有贡献,但它主要用于提高电弧区的电阻,以使电压升高到所需值。将电压升高到所需值有两种作用:1)灯的工作电流可保持较低值以减少电极的腐蚀,从而实现更好的流明维持率和灯用寿命;和2)减少末端损失,从而实现更好的灯用效率。高强度放电灯所需的工作电压通常为70V~150V,因而根据灯的类型和所需的功率,电流可保持在约0.2A~3.5A。

当对电极供电时,在电极端部15A和16A之间电弧触放,从而在灯腔14内形成等离子放电体。最初,弧光放电由温度达到约7000K的稀有气体(通常为氩气或氙气)形成。弧光放电加热灯腔14,使灯腔14的温度升高到约1000°K或更高。随后汞和金属卤化物配料开始蒸发。经过该预热阶段之

后,灯达到稳定的工作状态,此时等离子放电体为稀有气体原子(氩或氙)、汞原子和离子、源自金属卤化物配料的金属原子和分子及其离子和电子的混合物。等离子放电体的温度通常为约 1000°K~约 6000°K。

灯的电压强烈依赖于形成电弧的气体混合物的导电性。在典型的 HID 灯中,汞通过维持所需的灯工作电压而起到缓冲气体的作用。汞可实现所需的电压,这是因为其导电性较低,其导电性是多个参数的函数,所述参数包括所谓的缓冲气体的原子密度(或蒸气压)、电子密度(或电离能)和电子-原子动量传递横截面(electron-atom momentum transfer cross-section)。

汞作为缓冲气体具有足够高的电子-原子动量传递横截面和足够高的蒸气压,以为电弧区提供足够的电阻,从而为灯提供所需的电压。电子和金属卤化物化合物之间的碰撞造成金属原子的激发,从而以可见光的形式释放光子能量。

无论汞的能效如何,使用这种金属存在着不利之处。最为显著地,汞具有极高的毒性,增加了健康和环境方面的担忧。在世界范围内,已采用和/或提出法律和法规在所有产品中限制或在一些情况下终止汞的使用。因而,正在努力以其他与汞性能类似的单质(elemental form)或化合物替代汞,用于在高强度放电灯中发光。

已披露了在石英灯中在存在金属卤化物添加剂碘化钠(NaI)和碘化钪(ScI_3)的情况下以碘化锌作为汞的替代物。然而,钪对氧化铝基陶瓷具有侵蚀性并与之发生反应,氧化铝基陶瓷是用于下一代汽车头灯的封壳材料。

已披露了在石英灯中以稀土金属卤化物例如碘化镱和碘化铈作为碘化钪(ScI_3)的替代物,并与代替汞的第二金属卤化物组合。第二金属卤化物包括碘化铝、碘化铁、碘化锌、碘化铈、碘化镱、碘化镱、碘化铈和碘化钪。

对于本发明,在陶瓷金属卤化物灯中,组合并测试了各种金属卤化物组合,包括但不限于作为汞替代物的碘化锌与作为发光添加剂的一种或多种稀土金属卤化物、碘化钠和碘化钪组合。将这些化合物的性能与含有汞成分并结合相同的稀土金属卤化物、碘化钠和碘化钪组合作为发光成分的金属卤化物陶瓷灯进行比较。由实验测试支持的理论计算表明,替代汞的金属卤化物在电弧区内分解为金属原子和自由碘原子,从而造成自由碘原子高压。已知碘的电负性极强。即电弧区中的自由电子相对容易地被碘原

子俘获形成碘的负离子。这种效应导致电弧区内的电子密度明显减小。此外，碘与稀土金属反应形成稳定的化合物即碘化镱，从而导致稀土金属原子(发光物质)的密度减小。由自由碘原子高压造成的电子密度和发光物质原子(稀土)两者的减小，降低了可见光区的辐射功率值(灯的流明)，对灯的性能直接造成了的负面影响。

ZnI₂ 配料灯中碘和碘负离子的压力几乎比汞配料灯中碘和碘负离子的压力大一个数量级。这意味着在 ZnI₂ 配料灯中电弧区内的电子密度以及发光原子密度明显低于例如汞灯。净效应是降低的流明，这是因为电子和发光原子决定着发光金属原子激发态的形成。

发明内容

本发明涉及无汞金属卤化物放电灯，和/或用于该无汞金属卤化物放电灯的组合物。放电灯包含放电介质组合物，该组合物含有产生发光放电(luminous discharge)的第一金属卤化物和作为汞的替代物形成灯电压的第二金属卤化物。在一种实施方案中该组合物还包含纯金属，该纯金属并非来源于第一金属卤化物或第二金属卤化物。

在放电灯工作过程中第一金属卤化物和第二金属卤化物分解产生卤原子和金属原子。第一卤化物的金属原子提供灯所需的光输出，第二卤化物的金属原子提供所需的灯电压。第二卤化物的卤原子中的一部分俘获电子形成负离子，而另一部分与第一卤化物的金属反应。该现象导致流明量减少，这是因为可用于碰撞的电子和第一金属卤化物原子较少，从而造成较低的流明输出。过量的纯金属吸引卤素或与卤素反应，在灯工作过程中使可用电子和第一金属卤化物为产生光通量的形式。换言之，过量的纯金属充当过量卤素自由原子的“俘获者”。

附图说明

通过参考附图中示例的本发明具体实施方案，对以上简要描述的本发明进行更具体地描述。应当理解的是，这些附图仅仅示意了本发明的典型实施方案，因而不应对认为是对本发明范围的限制，通过附图对本发明另外的特征和细节进行描述和解释。

图1是金属卤化物放电灯的示意图。

图 2 是在金属卤化物测试灯和 Hg-CMH 灯中碘分压的曲线图。

图 3 是在金属卤化物测试灯和 Hg-CMH 灯中碘负离子分压的曲线图。

图 4 是在金属卤化物测试灯和 Hg-CMH 灯中电子分压的曲线图。

图 5 是在金属卤化物测试灯中镉物类分压的曲线图。

图 6 是在 Hg-CMH 灯中镉物类分压的曲线图。

图 7 是在 ZnI_2 测试灯、添加过量 Zn 的 ZnI_2 测试灯和 Hg-CMH 灯中镉原子分压的曲线图。

图 8A 是正弦波电流图。

图 8B 是方波电流图。

具体实施方式

本发明涉及包含放电介质的无汞高强度金属卤化物放电灯，所述放电介质包括稀有气体(例如，Ar 或 Xe)和第一金属卤化物，第一金属卤化物作为发光成分或发光添加剂发射在所需光谱范围内且具有所需流明量的光。所述介质还包括替代汞的第二金属卤化物，用于维持灯所需的工作电压。放电灯结构包括如图 1 所示及先前所述的放电灯典型部件。

在一种实施方案中，本发明还包括与放电灯工作过程中产生的卤素和/或卤离子反应的金属。在含有上述放电介质(稀有气体、第一金属卤化物和第二金属卤化物)的放电灯的工作过程中，两种金属卤化物的分子在电弧区分解为金属原子和卤原子。可确定的是大多数自由卤原子源于第二金属卤化物即电压提升剂卤化物的分解。金属卤化物分解产生的卤原子与第一金属卤化物的金属反应，形成稳定的分子化合物，该分子化合物不可能或不会释放发光所需的光子，因而降低了灯的流明输出。

使用不同的放电介质组合物对放电灯进行了测试，该放电灯具有与图 1 所示的灯相同的结构并且是应用于汽车头灯的代表性陶瓷金属卤化物灯。该放电灯为 70 瓦(70W)的陶瓷金属卤化物灯，其具有由多晶氧化铝(PCA)陶瓷制成的电弧管。该放电灯灯腔的体积为 0.28 立方厘米(cc)，并且电极端部之间的距离为 7 毫米(7mm)。电极包括形成电极端部的导电金属组合(包括铌(Nb)、钼(Mo)和钨(W))。然而，本发明的放电介质可用于由其他材料例如石英、YAG(钇铝石榴石)或蓝宝石制成的灯或不同尺寸的灯中。例如，放电介质可用于普通照明灯，普通照明灯的灯腔体积为约 0.01cc~约 3cc，电

所述结果显示在与 Hg-CMH 灯相同的功率范围(约 66 瓦~约 71 瓦)下工作的测试灯的性能。

表 I

样品号	配料类型	剂量 1 (mg)	剂量 2 (mg)	总剂量 (mg)	电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)	光通量 (lms)	LPW (Lms/W)
521	CMH-Hg	4.4	--	4.4	69	0.95	66	5488	84
629	ZnI ₂ /AlI ₃	3.8	3.5	7.3	49	1.40	69	3330	48
660	InI	4.3	--	4.3	39	1.72	67	3070	46
574	ZnI ₂	9.1	--	9.1	42	1.62	68	3018	44
700	ZnI ₂ /GaI ₂	5.4	5	10.4	96	0.74	70	3021	43
575	AlI ₃	10.1	--	10.1	47	1.41	66	2600	40
668	InI ₃	2.4	--	2.4	47	1.42	67	2607	39
565	GaI ₂	11.2	--	11.2	79	0.88	69	1321	19
636	MgI ₂	13.5	--	13.5	28	1.51	43	801	19
532	SnI ₄	15.3	--	15.3	24	1.41	34	406	12
539	CuI	16.3	--	16.3	19	1.63	31	156	5
611	SbI ₃	6.8	--	6.8	51.3	0.78	40	171	4
538	FeI ₂	18	--	18.0	28	1.24	35	131	4
643	NiI ₂	7.3	--	7.3	27	1.48	38	70	2

作为实例 Hg-CMH 灯含有剂量为 4.4mg 的汞, 在 66 瓦的功率下工作, 产生 69 伏的电压以及保持 84 流明/瓦的效率。测试灯 660 含有剂量为 4.3mg 的碘化铟(InI₃)作为第二金属卤化物汞替代物。在 67.15 瓦的功率下, 测试灯 660 保持 39 伏的电压和 46 流明/瓦的效率。

测试灯 629 含有剂量为 3.8mg 的 ZnI₂ 和剂量为 3.5mg 的 AlI₃ 作为第二金属卤化物汞替代物。该测试灯在 69 瓦下工作, 产生 49 伏的工作电压和 48 流明/瓦的效率。

含有 MgI₂、SnI₄、CuI、SbI₃、FeI₂ 或 NiI₂ 的测试灯没有在足以产生流明输出的高功率下工作, 从而 MgI₂、SnI₄、CuI、SbI₃、FeI₂ 或 NiI₂ 不能够作为容许的汞替代物。

发现增大第二金属卤化物的量或密度有助于提高灯的工作电压，但没有必然引起所需的测试放电灯流明/瓦的增加。事实上，随第二金属卤化物量的增加而提高的电压导致流明衰减。在表 II 中列出了 8 种 GaI₂ 含量各自不同的测试灯的测试结果。

表 II

样品号	配料类型	剂量 (mg)	剂量密度 (mg/cc)	电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)	光通量 (Im)	LPW (Lms/W)
583	GaI ₂	1.9	6.8	29	2.24	66	2418	37
581	GaI ₂	4.0	14.4	38	1.72	65	2398	37
582	GaI ₂	4.5	16.2	45	1.60	72	2498	35
567	GaI ₂	6.2	22.3	70	1.16	70	2087	30
568	GaI ₂	6.8	24.5	58	1.16	68	2118	31
593	GaI ₂	8.1	29.2	81	0.81	65	1744	27
565	GaI ₂	11.2	40.3	79	0.88	69	1321	19
565	GaI ₂	11.2	40.3	77	0.83	64	1196	19

如表 II 所示，测试灯 581 产生了最高的流明输出 37 流明/瓦，其含有剂量为 4.0mg 或密度为 16.2mg/cc 的 GaI₂ 作为第二金属卤化物汞替代物。测试灯 582 含有剂量为 4.5mg 的 GaI₂，其流明输出稍稍下降至 35 流明/瓦。测试灯 567 的流明输出更明显地下降，该灯含有剂量为 6.2mg 或密度为 22.3mg/cc 的 GaI₂ 并产生 30 流明/瓦的流明输出。基于所进行的测试，可确定第二金属卤化物汞替代物的剂量可为约 1mg/cc~约 100mg/cc，可为金属卤化物放电灯的工作提供足够的电压和流明。剂量的优选范围为约 5mg/cc~约 20mg/cc，其中优选剂量为约 18mg/cc。

尽管测试灯产生的流明输出没有达到 HG-CMH 灯那么高，但提高灯腔的冷点温度可增加流明。灯腔冷点温度的提高可如下实现：改变灯腔的几何形状，即减小灯腔长度、直径和/或体积；和/或改变与发光金属卤化物(第一卤化物)的剂量相关的参数。通过提高冷点温度，可同时增大灯腔内第一金属卤化物和第二金属卤化物的蒸气压，从而产生增大的流明输出。此外，选择适当的发光金属卤化物成分配料类型和组成可提高流明。

除上述测试之外，还计算了在约 1000°K~约 6000°K 的温度范围内金属

卤化物(ZnI_2)测试灯和标准 Hg-CMH 汞灯中碘、碘负离子、电子和镱物类的分压。所述温度范围是电弧区的工作温度范围, 电弧区的工作温度取决于在电弧区内的测温位置。在图 2 中绘出了灯腔内碘的压力与灯腔内的温度之间的关系曲线。如上所述, 灯中的金属卤化物汞替代物为 ZnI_2 。与 Hg-CMH 汞灯相比, 在 ZnI_2 测试灯内碘的压力明显且始终较高。

类似地, 与 Hg-CMH 灯相比, 在 ZnI_2 测试灯的灯腔中碘负离子的分压较高。在图 3 中绘出了灯腔内碘负离子的分压与灯腔内的温度之间的关系曲线。在约 3000°K ~约 6000°K 的温度下, 与 Hg-CMH 汞灯相比, ZnI_2 测试灯内的碘负离子分压始终较高。

在测试灯中增大的碘分压表明 ZnI_2 发生分解产生碘并随后产生碘负离子。已知碘的高电负性, 计算出温度范围为约 3000°K ~约 6000°K 时的电子分压。图 4 为灯腔内电子分压与温度的关系曲线图。 ZnI_2 测试灯中的电子分压始终低于 Hg-CMH 测试灯中的电子分压。可推断出碘吸引电弧区的电子, 从而减少了电弧区中可用于激发第一金属卤化物(发光成分)中金属的电子数。由此造成金属卤化物汞替代物测试灯的流明输出降低。

另外, 计算了在上述温度范围内镱物类的分压。在这种高温下, 与碘化锌类似, 碘化镱也发生分解。碘与镱原子反应生成较稳定的 DyI 、 DyI_2 和 DyI_3 分子, 这些分子不发光或不像镱原子那样发光。在图 5 和图 6 中, 计算了温度范围为约 1000°K ~约 6000°K 时金属卤化物测试灯和 Hg-CMH 灯中镱的分压。如图 5 和图 6 所示, 例如在 4000°K 时, 与 Hg-CMH 测试灯相比, ZnI_2 测试灯中的镱物类分压明显较低。相反, 在相同的温度下, 与 Hg-CMH 灯相比, ZnI_2 测试灯中的 DyI_3 、 DyI_2 和 DyI 分压明显较高。

在本申请中针对镱说明了在 ZnI_2 灯中自由碘原子高压对发光成分分压减小的影响, 然而对于其他发光成分即钠、铊、铟和铪也发现了同样的影响。

为了克服碘和碘负离子降低电子和发光成分分压和/或量的影响, 向金属卤化物测试灯的放电介质组合物中添加纯金属(非金属卤化物)。例如, 向碘化锌配料中添加铊。可添加的其它金属包括铝、镓和铟, 或者所述金属中两种、三种或四种的组合。下表 III 列出了含有碘化锌配料作为汞替代物并含有铊配料的测试样灯。与所有其他测试灯相同, 在这些测试灯中以相同的剂量使用相同的发光成分(第一金属卤化物)。另外, 还向灯腔中注入了

相同压力的氩气。

表 III

样品号	配料类型	ZnI ₂ 剂量 (mg)	ZnI ₂ 剂量密度 (mg/cc)	电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)	光通量 (lms)	LPW (Lms/W)
676	Zn/ZnI ₂	5.8	20.9	67	0.83	71	3672	52
677	Zn/ZnI ₂	6.1	22.0	75	0.87	71	3954	55
684	Zn/ZnI ₂	6.9	24.8	73	0.96	70	3846	55
693	Zn/ZnI ₂	7.1	25.6	78	0.90	70	3857	55
692	Zn/ZnI ₂	9.2	33.1	80	0.88	70	3456	49
679	Zn/ZnI ₂	9.5	34.2	83	0.86	71	3609	51
678	Zn/ZnI ₂	10.3	37.1	84	0.82	70	3271	47
690	Zn/ZnI ₂	10.9	39.2	86	0.82	70	3124	45
667	Zn/ZnI ₂	14.5	52.2	89	0.78	69	2845	41

当与碘化锌组合时，锌的剂量为约 4mg~约 14.5mg；然而不同量的锌、其他金属和组合可与一种或多种金属卤化物汞替代物结合使用。

这些测试灯在与 Hg-CMH 灯相同的电压或约 65 瓦~约 71 瓦下工作，将这些测试灯的测试结果与含有金属卤化物汞替代物的其他测试灯和 Hg-CMH 灯的测试结果进行比较。下表 IV 列出了含有金属配料与一种或多种金属卤化物汞替代物配料的组合的测试样灯。添加锌作为“碘俘获剂”。即锌与可得的碘或碘离子反应生成一碘化锌和其他碘化锌物类；从而避免大多数碘原子捕获可用于产生发光放电的自由电子和第一金属卤化物的金属原子或与它们反应。

表 IV

样品 编号	配料类型	剂量1 (mg)	剂量2 (mg)	剂量3 (mg)	总剂量 (mg)	电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)	光通量 (Im)	LPW (Lms/W)
521	CMH-Hg	4.4	--	--	4.4	69	0.95	66	5488	84
677	Zn/ZnI ₂	13.5	6.1	--	19.6	75	0.87	71	3954	55
695	Zn/ZnI ₂ /GaI ₂	19.6	4.2	3.8	27.6	77	0.91	70	3846	55
705	Zn/ZnI ₂ /AlI ₃	15	4.1	4.3	23.4	83	0.84	70	3437	49
629	ZnI ₂ /AlI ₃	3.8	3.5	--	7.3	49	1.40	69	3330	48
660	InI	4.3	--	--	4.3	39	1.72	67	3070	46
574	ZnI ₂	9.1	--	--	9.1	42	1.62	68	3018	44
700	ZnI ₂ /GaI ₂	5.4	5	--	10.4	96	0.74	70	3021	43
575	AlI ₃	10.1	--	--	10.1	47	1.41	66	2600	40
668	InI ₃	2.4	--	--	2.4	47	1.42	67	2607	39
565	GaI ₂	11.2	--	--	11.2	79	0.88	69	1321	19
636	MgI ₂	13.5	--	--	13.5	28	1.51	43	801	19
532	SnI ₄	15.3	--	--	15.3	24	1.41	34	406	12
539	CuI	16.3	--	--	16.3	19	1.63	31	156	5
611	SbI ₃	6.8	--	--	6.8	51	0.78	40	171	4
538	FeI ₂	18	--	--	18	28	1.24	35	131	4
643	NI ₂	7.3	--	--	7.3	27	1.48	38	70	2

含有过量金属的测试灯在容许的电流下始终产生较高的电压和流明值。含有金属卤化物汞替代配料而不含金属配料的测试灯中流明输出最大的为测试灯 629。该测试灯含有剂量分别为 3.8mg 和 3.5mg 的 ZnI₂ 和 AlI₃ 的组合。该灯的流明输出为 48 流明/瓦，然而，电压较低为 49 伏。此类测试灯中电压输出最高的为测试灯 565。该灯含有剂量为 11.2mg 的 GaI₂ 作为汞替代物并产生 79 伏的电压；然而流明较低为 19 流明/瓦。

与之相比，测试灯 677 含有剂量为 13.5mg 的 Zn 和剂量为 6.1mg 的 ZnI₂。该灯产生 75 伏的电压和 55 流明/瓦的流明。事实上，与未添加过量金属与

第二金属卤化物结合的测试灯相比,含有一定剂量锌与一定剂量的一种或多种第二金属卤化物结合的测试灯 695 和 705 均产生了较高的电压和流明。在灯腔中过量金属的剂量可为约 1mg~约 15mg,或密度可为约 3.6mg/cc~72mg/cc。优选地,过量金属的剂量可为约 2mg~约 5mg,或密度可为约 7.2mg/cc~约 18mg/cc。

计算了在温度范围为 1000°K~6000°K 时镉的分压。图 7 为灯腔内镉分压与温度的关系曲线图。该图说明在所选的温度范围内含过量锌的测试灯的镉分压始终高于不含金属的测试灯。更多的镉可用作发光成分,从而产生较高的流明值。因而,发现在金属卤化物放电灯中锌、铝、镓或铟的金属卤化物可作为容许的汞替代物。添加与灯工作过程中产生的卤素或卤离子反应的金属,以使发光成分和电子可用于发光放电,提高灯的功效。

用于普通照明的大多数汞陶瓷金属卤化物通常与产生正弦电流的镇流器联用。几乎所有测试灯均仿制陶瓷金属卤化物灯,使用镇流器产生正弦电流。发现采用正弦电流测试灯不能以稳定的方式工作或完全不能工作。大多数灯在工作约 30 秒到约 1 分钟后熄灭。

在正弦电流下再起弧电压过高。这是因为卤素的高分压及其电负性效应。在任何交流波形下,在极性转变过程中外加电流经过零点,因而等离子体温度和电子密度明显降低。在极性转变之后,等离子体立即再次“二次起弧”,电子密度再次增加。该现象本身通常表现为灯工作电压的波形具有称为“二次起弧电压”(re-ignite)的尖峰。在存在碘的高分压时,在汞被金属卤化物配料替代的无汞灯中,由于碘的电负性效应,在极性转变过程中电子密度进一步减小。这使得等离子体难以“二次起弧”,从而造成极高的“二次起弧电压”尖峰。净效应为在正弦电流下工作的无汞灯是不稳定的或在启动之后约 30 秒~60 秒后熄灭。

在本发明的相关工作中发现该问题可通过将电流波形由正弦波变为方波来解决。参考图 8A 和图 8B,正弦电流波形在第一个半周期和第二个半周期中最大电流绝对值之间的转变时间明显大于方波电流波形的转变时间。例如,工作频率为 60Hz 时,正弦波的转变时间为约为 8.3 毫秒,方波的转变时间为约 50 微秒。因此,采用方波时转变时间可明显缩短。通过采用这种方法,在等离子体温度降低过程中以及在电子有机会复合之处,时间周期明显缩短。总而言之,在无汞灯中采用方波时“二次起弧电压”与

汞灯相当，本发明的相关工作中所测试的所有无汞灯采用方波以稳定的方式工作。

尽管在本申请中示例和说明了本发明的优选实施方案，但显然所述实施方案仅作为实例。本领域技术人员可在不脱离本发明的情况下作出各种改进、改变和替代。因而，本发明仅受限于所附权利要求的构思和范围。

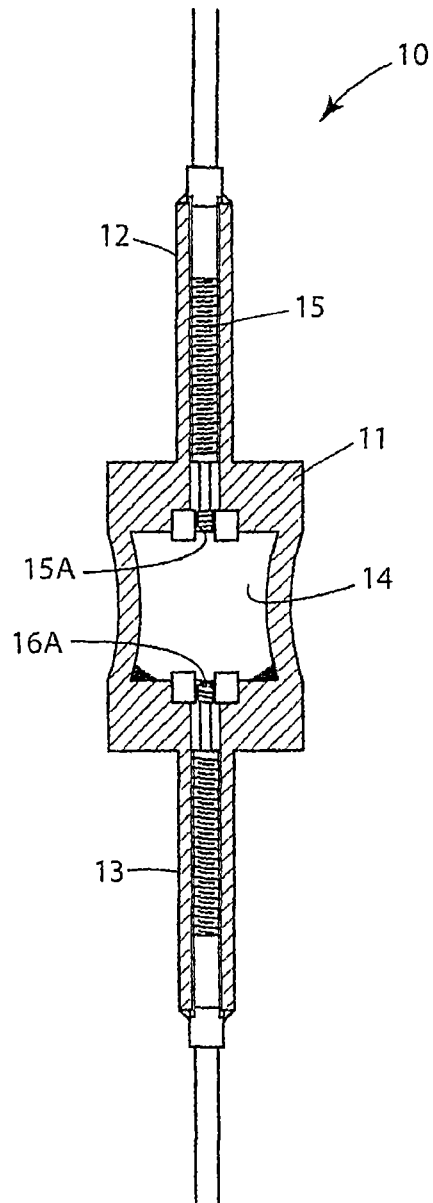


图 1

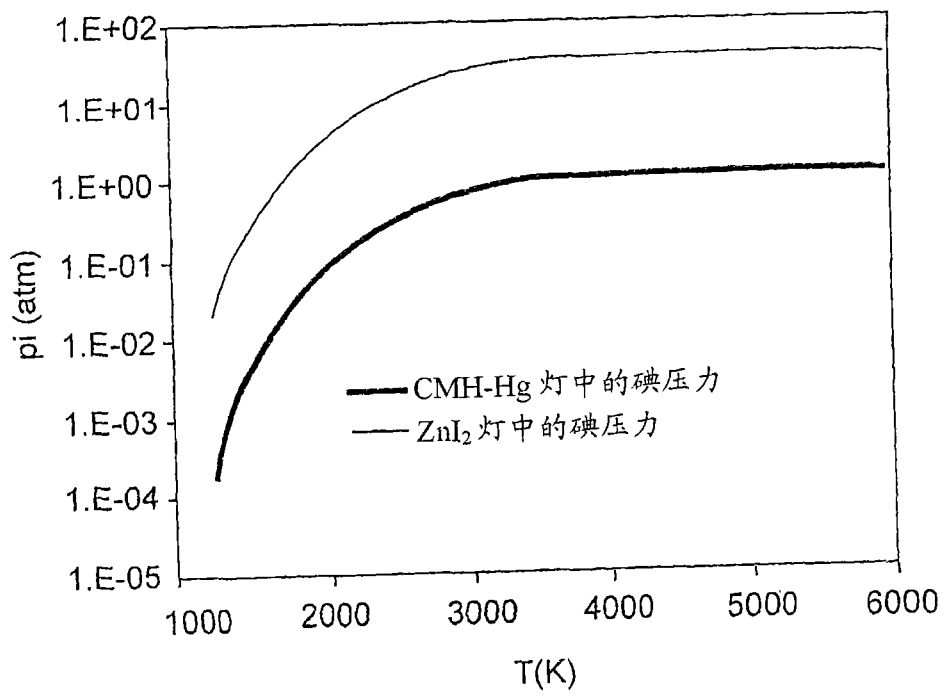


图 2

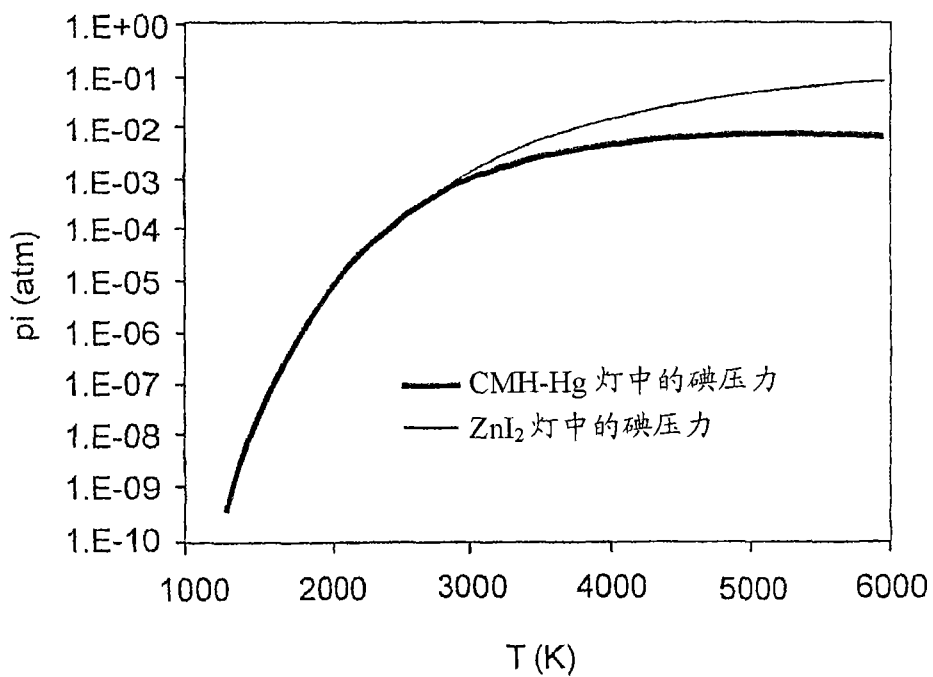


图 3

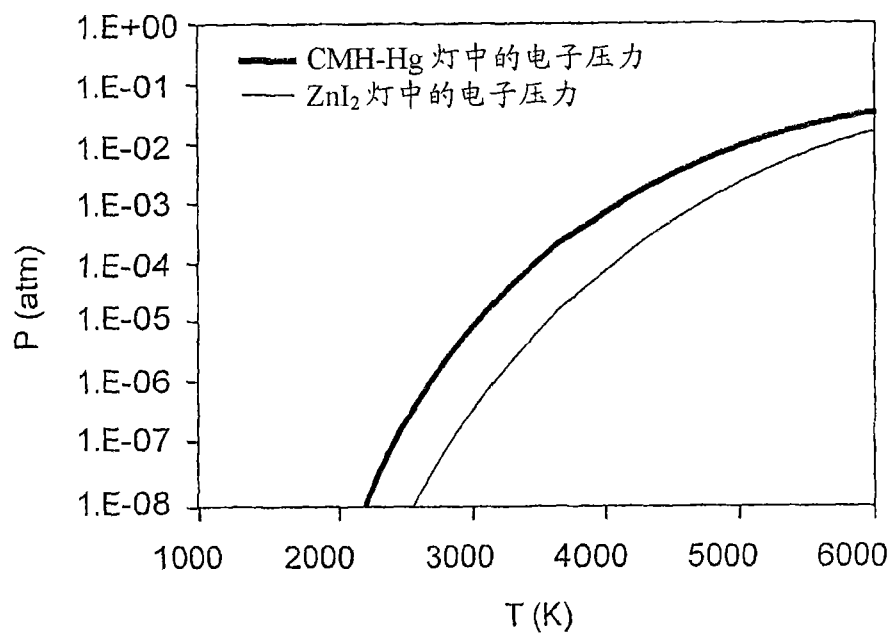


图 4

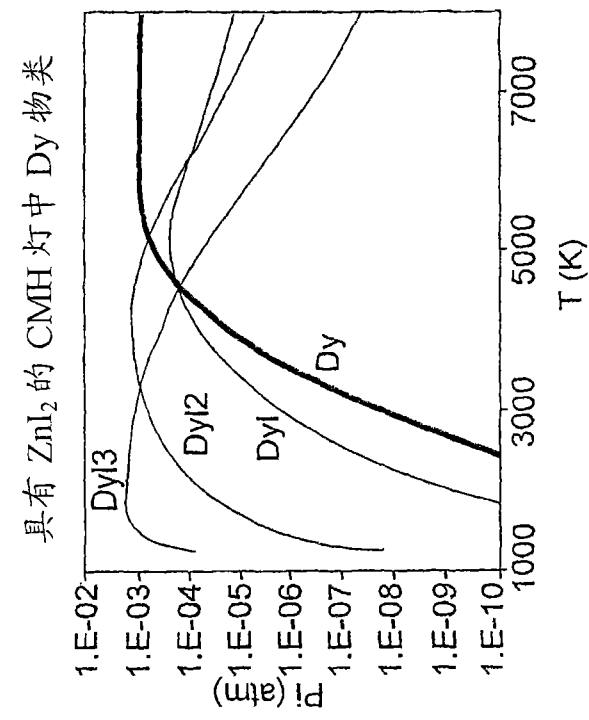


图 6

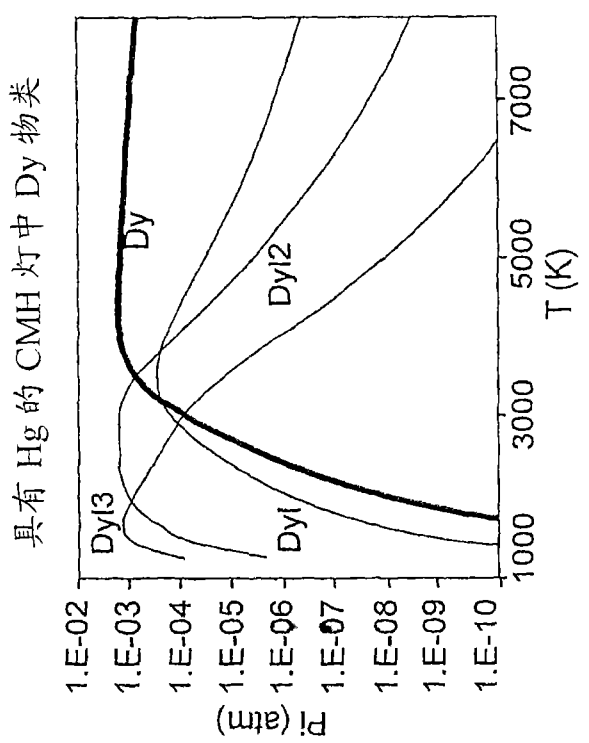


图 5

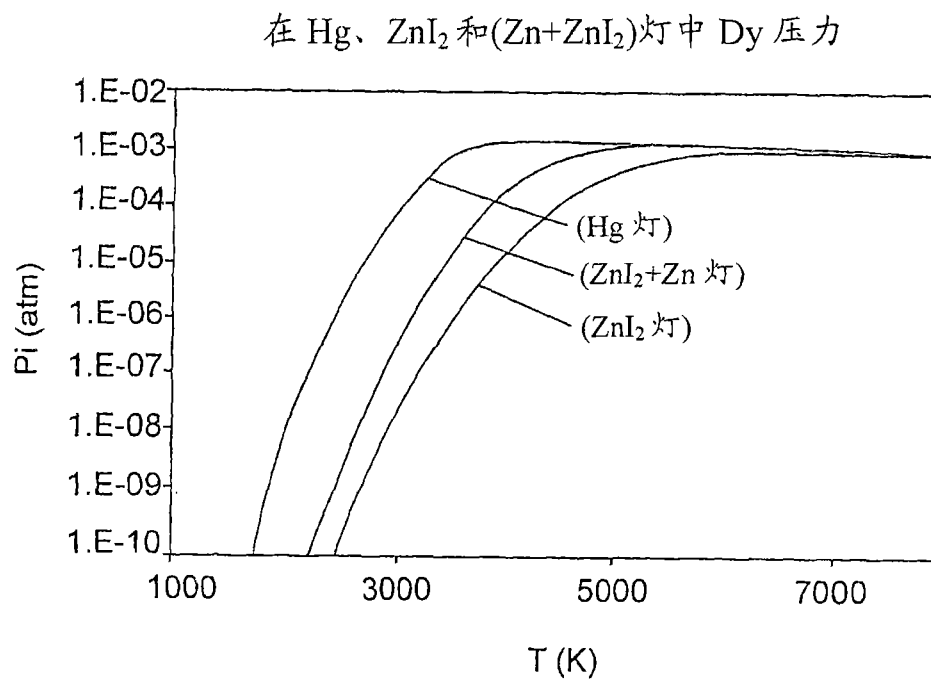


图 7

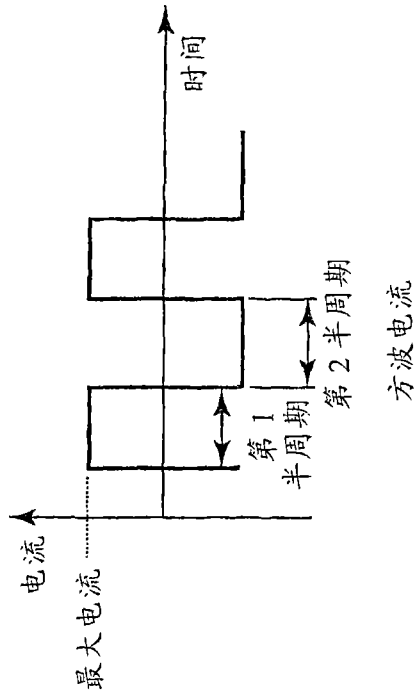


图 8B

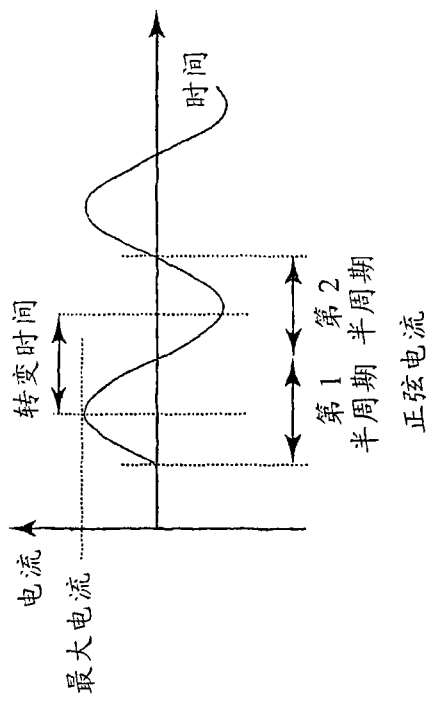


图 8A