

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01J 61/44

C09K 11/08

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93119344.3

[45]授权公告日 2000 年 6 月 14 日

[11]授权公告号 CN 1053526C

[22]申请日 1993.9.22 [24]颁证日 2000.3.10

[21]申请号 93119344.3

[30]优先权

[32]1992.9.23 [33]EP [31]92202915.2

[73]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·W·M·贝克

C·M·J·迪比

[56]参考文献

EP0114441 1984. 8. 1

EP0413398 1991. 2. 20

审查员 郭永菊

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 叶恺东 肖掬昌

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 低压汞放电灯

[57]摘要

本发明涉及一种低压汞放电灯,其壳体内含有汞和稀有气体,这种灯的发光层包含:一种由二价的镨激活的第一发光材料,其发射带的最大值在 470nm 到 500nm 之间,其半值宽度至多为 90nm;一种由二价锰激活的第二发光材料,它至少有一个发射带主要在可见光谱的红色区域内;第三发光材料,其发射带的最大值在 430nm 至 590nm 之间;第四和第五发光材料,其发射分别在 520nm 至 565nm 和 590nm 至 630nm 之间。

ISSN 1000-8427 4

权 利 要 求 书

1. 一种低压汞放电灯，具有至少为 90 的平均显色性指数；并且有一个色点(X_L , Y_L)位于蒲朗克曲线上或者接近蒲朗克曲线，这种灯的壳体是气密的和透辐射的，壳体内含有汞和稀有气体，这种灯的发光层包含：

一种由二价铕激活的第一发光材料，它具有一个发射带，其最大值在 470nm 到 500nm 之间，其半值宽度至多为 90nm；

一种由二价锰激活的第二发光材料，它至少有一个发射带主要在可见光谱的红色区域内；

其特征在于，所述发光层还包含：

一种第三发光材料，其发射带的最大值在 430nm 到 490nm 之间；

一种第四发光材料，其发射主要在 520nm 到 565nm 之间；以及

一种第五发光材料，其发射主要在 590nm 到 630nm 之间。

2. 根据权利要求 1 所述的低压汞放电灯，其特征在于，第一发光材料包含至少一种下列物质：由二价铕激活的铝酸铈、由二价铕激活的铝酸钡和由二价铕激活的硼磷酸铈。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的低压汞放电灯，其特征在于，第二发光材料包含由三价铈和由二价锰激活的五硼酸盐，该五硼酸盐有一种红色的 Mn^{2+} 发射光。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的低压汞放电灯，其特征在于，第三发光材料包含至少一种下列物质：由二价铕激活的铝酸镁钡和由二价铕激活的氯磷酸铈。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的低压汞放电灯，其特征在于，

第四发光材料包含至少一种下列物质：由三价铽激活的铝酸镁铈以及由三价铈和由三价铽激活的五硼酸盐。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的低压汞放电灯，其特征在于，第五发光材料包含由三价铈激活的氧化钇。

7. 根据权利要求 3 所述的低压汞放电灯，其特征在于，五硼酸盐还被三价铽激活，并成为第四发光材料的至少一部分。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的低压汞放电灯，其特征在于，发光层还包含三价铈激活的钇铝石榴石。

说明书

低压汞放电灯

本发明涉及一种低压汞放电灯，这种灯具有非常好的现色性，并具有一个色点 (X_L, Y_L) 位于蒲朗克曲线上或者接近蒲朗克曲线 (Planckian locus)，这种灯的壳体是气密的和透辐射的，壳体内含有汞和稀有气体。

本说明书和权利要求书中所说的“非常好的现色性”的意思是：平均现色性指数 $R(a, 8)$ (按照 1974 年国际照明委员会的 CIE 出版物 No. 13. 2 (TC-3. 2) 的规定的 8 种测试颜色的现色性指数的平均值) 至少为 90。

可见光的颜色用色坐标 (X, Y) 表示，色坐标确定了色度图形中的色点 (参见 1971 年的 CIE 出版物 No. 15 (E-1. 3. 1))。通常用来照明的低压汞放电灯 (以下也称作灯) 应该发射出可称作“白色”的光，白光在蒲朗克曲线中的色点在色三角形内。这里所说的曲线也叫黑体线，以下将其称为曲线 P，它包含由全黑体在不同温度 (所谓的色温) 下所发射出的光的色点。一定的色温不仅表示在曲线 P 上给定的点，而且还表示具有色坐标的光，这些色坐标位于一条在所说的点与曲线 P 相交的线上 (参见所引用的 CIE 出版物 No. 15)。如果这个光具有一个色点靠近曲线 P，那么这个光也被认为是具有这个给定色温的白光。在本发明书和权利要求书中，“一个色点靠近曲线 P”的意思是，从该色点到曲线 P 上具有相同色温的点的距离至多为

20MPCD。MPCD（最小可见色差）是色差的单位，参见 J. J. Rennilson 于 1980 年 10 月在 *Optical Spectra* 杂志第 63 页上发表的文章。除了要求发光层满足与灯光的色温和现色性有关的性能要求外，还要求发光层含有这样一些物质，即，这些物质一旦受到低压汞放电时所产生的紫外线激发，就产生一个高的光通量，并且在整个灯的寿命期限内保持这个高的光通量。

发射白光并且其现色性非常好的低压汞放电灯已经由欧洲专利 EP—A—0114441 和 EP—A—0124175 公开了。在这些灯中，发光层必须另外含有一种由铈或由铈和锰激活的卤代磷酸钙，以便使灯具有所要求的特性。实际上，对公知的灯来说，只有在低压汞放电灯的发光效率较低时，才能满足灯光的颜色和现色性方面的要求。具体情况是这样，由于在高负载的灯中，在汞放电时产生的波长很短的紫外线（185nm）的有害影响起主要作用，因此，在灯中存在较高的壁负载（wall load）。在公知灯的寿命期间内，发光层还可能发生比较严重的衰变。

本发明的目的尤其是要提供一种低压汞放电灯，它发出的光是白光，其现色性非常好，而同时这种低压汞放电灯的光效较高，并且在该低压汞放电灯的工作寿命期间内，光效的降低量较小。

根据本发明的低压汞放电灯，这种灯的发光层包含：

一种由二价的铈激活的第一发光材料，它具有一个发射带，其最大值在 470nm 到 500nm 之间，其半值宽度（half—value width）至多为 90nm，

一种由二价的锰激活的第二发光材料，它至少有一个发射带，此带主要在可见光谱的红色区域内。

其特征在于，其发光层还包含：

一种第三发光材料，其发射带的最大值在 430nm 至 490nm 之间；

一种第四发光材料，其发射主要在 520nm 到 565nm 之间；
以及

一种第五发光材料，其发射主要在 590nm 到 630nm 之间。

业已发现，本发明的灯不仅在高负载的情况下而且在低负载的情况下，在灯光的色点、发光效率和发光层的衰变方面都具有优异的特性。本发明的灯的现色性也非常好。

在灯工作期间，由公知的低压汞灯中所用的铊和锰激活的卤代磷酸钙发出的光在光谱的整个可见光范围内。这个特性尤其表明，这种卤代磷酸盐适合用来作灯的发光层，使灯具有很好的现色性。然而，在本发明的灯中，采用三种发光材料的混合物，每种发光材料所发出的光主要在可见光谱的较小部分内。令人十分吃惊的是，虽然与公知的现色性很好的灯的发光层相比，上述低压汞放电灯的发光层的发射光谱已经产生了这样大的变化，但是这些灯仍然具有非常好的现色性。

应该注意，灯的发光层采用三种发光材料的混合物，每种发光材料所发出的光主要在可见光谱的较小部分内，这本身是公知的，例如可以从美国专利 US 4176294 和荷兰专利 NL 164697 中得知。然而，其中所述的低压汞放电灯的发光层常常仅包含三种发光材料，以致于这些低压汞放电灯的现色性不能够被认为是非常好。

与公知的低压汞放电灯一样，当第一发光材料包含下述的一种或几种物质时，本发明的灯将获得非常良好的效果，这些物质是：由二价铕激活的铝酸锶、由二价铕激活的铝酸钡和由二价铕激活的硼磷酸锶。所说的由二价铕激活的铝酸锶（也称

为 SAE) 本身是一种公知的发光材料, 其化学通式为 $\text{Sr} (1-P) \text{Eu}_p \text{Al}_q \text{O}_{(1+1/2q+1)}$, 其中, 最多 25% (摩尔) 的 Sr 可以由 Ca 来替代, 式中, $0.001 \leq p \leq 0.10$, $2 \leq q \leq 5$ 。在荷兰专利 NL—A—8201943 中对上述发光的铝酸盐 SAE 作了详细说明。这些铝酸盐 SAE 具有一个发射带, 其最大值在 485—495nm 范围内, 其半值宽度为 55 至 75nm。所说的由二价铕激活的铝酸钡 (下面称为 BAE) 本身是一种公知的发光材料, 其化学通式为 $\text{Ba} (1-P) \text{Eu}_p \text{Al}_q \text{O}_{(1+1/2q+1)}$, 其中, 最多 25% (摩尔) 的 Ba 可以由 Sr 来替代, 并且式中, $0.005 \leq p \leq 0.25$, $5 \leq q \leq 10$ 。在荷兰专利 NL—A—8105739 中对上述发光材料 BAE 作了比较充分的说明, 这些发光材料 BAE 具有一个发射带, 其最大值在 475—485nm 范围内, 其半值宽度为 70—90nm。所说的由二价铕激活的硼磷酸锶 (下面称为 SBP) 本身是一种公知的发光材料, 其化学通式为 $m (\text{Sr}_{(1-x-y-p)} \text{Ba}_x \text{Ca}_y \text{Eu}_p) \text{O} \cdot (1-n) (\text{P}_2\text{O}_5) \cdot n (\text{B}_2\text{O}_3)$, 式中, $0 \leq x \leq 0.5$, $0 \leq y \leq 0.2$, $0.001 \leq p \leq 0.15$, $1.75 \leq m \leq 2.30$, $0.05 \leq n \leq 0.23$ 。德国专利 DE—A—2848726 对上述发光材料 SBP 作了说明, 这些发光材料具有一个发射带, 其最大值在 470—485nm 范围内, 其半值宽度为 80—90nm。

还发现, 当第二发光材料也与在公知的灯中一样, 包含一种由三价铈和由二价锰激活的五硼酸盐, 该五硼酸盐有一种红色的 Mn^{2+} 发射光时, 本发明的灯将具有良好的特性。这些五硼酸盐 (下面称为 CBM) 本身是公知的发光材料 (参见 NL—A—7905680 和 NL—A—8100346), 其化学通式为 $(\text{Y}, \text{La}, \text{Gd})_{(1-x)} \text{Ce}_x (\text{Mg}, \text{Zn}, \text{Cd})_{(1-p)} \text{Mn}_p \text{B}_5 \text{O}_{10}$, 其中, 最多 20% (摩尔) 的 B 可以由 Al 和/或 Ga 来替代, 并且式中, $0.01 \leq x \leq 1.0$, $0.01 \leq p \leq 0.30$ 。这里五硼酸盐最好含有 Gd 和 Mg。这些硼酸盐具有

一个非常高效的发光性能，这是因为 Mn^{2+} 在低压汞放电时被短波长的紫外线激发，其发射带较窄，最大值大约在 630nm，半值宽度大约为 80nm。

最好本发明的低压汞放电灯的特征在于：第三发光材料包含下列一种或几种物质，它们是由二价铕激活的铝酸镁钡和由二价铕激活的氟磷酸锶。所说的由二价铕激活的铝酸镁钡（下面称为 BAM）本身是公知的发光材料，它具有与 β -氧化铝结构有关的六方晶体结构（参见 NL—A—7214862）。这些铝酸盐可以用化学通式 $\text{Ba}_{(1-p)}\text{Eu}_p \cdot x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3$ 来表示，其中最多 25%（摩尔）的 Al_2O_3 可以由 Ga_2O_3 和/或 Sc_2O_3 来替代，并且式中， $1 \leq x \leq 2$ ， $5 \leq y \leq 8$ ， $0.01 \leq p \leq 0.50$ ，这些铝酸盐是高效的，其发射带的最大值大约在 450nm，半值宽度大约为 50nm。所说的由二价铕激活的氟磷酸锶（下面称为 SCAP）是公知的发光材料（例如，参见 USP 4038204），它具有矿质磷灰石的晶体结构，并具有基本晶格的混合物，它通常稍不同于化学通式 $\text{M}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$ （M 是一种碱土金属，主要是 Sr，x 是一种卤素，主要是氯）。SCAP 具有高效的发射带（最大值大约在 450nm，半值宽度大约为 85nm）。

适合作第四发光材料的物质是由三价铽激活的铝酸镁铈以及由三价铈和由三价铽激活的五硼酸镁铈。所说的由三价铽激活的铝酸镁铈（下面称为 CAT）本身已经由 NL—A—7214862 公开了，它具有一个与磁铅石的结构有关的六方晶体结构。所说的铝酸盐 CAT 的化学通式为 $(\text{Ce}_{(1-p-q)}\text{La}_p\text{Tb}_q)_2\text{O}_3 \cdot x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3$ ，其中，最多 25%（摩尔）的 Al_2O_3 可以由 Ga_2O_3 和/或 Sc_2O_3 来替代，并且式中， $2 \leq x \leq 4$ ， $10 \leq y \leq 16$ ， $0 \leq p \leq 0.50$ ， $0.01 \leq q \leq 0.60$ ， $p+q \leq 0.90$ 。所说的由三价铈和三价铽激活

的五硼酸镁铈(下面称为 CBT)已经由前面提到的文献 NL—A—7905680 和 NL—A—8100346 公开了, 它可以用化学通式 $(Y, La, Gd)_{(1-x-y)}Ce_xTb_y (Mg, Zn, Cd) B_5O_{10}$ 来表示, 其中, 最多 20% (摩尔) 的 B 可以由 Al 和/或 Ga 来替代, 并且式中, $0.01 \leq x \leq 1-y, 0.01 \leq y \leq 0.75$ 。这里五硼酸盐最好含有 Gd 和 Mg。发光材料 CAT 和 CBT 具有一个非常高效的线发射性能 (line emission), 且主要在 520—565nm 的范围内。

第四发光材料也可以由上述的由三价铈和由二价锰激活的五硼酸盐组成, 由于第二发光材料中的这种五硼酸盐也能够被三价的铈激活, 从而第二发光材料成了第四发光材料的至少一部分。当第四发光材料的功能完全由第二发光材料实现时, 这将是有益的, 因为在这种情况下, 发光层只含有一种发光成份, 简化了灯的制作过程。由三价铈以及由二价锰和由三价铈激活的五硼酸盐(下面称为 CBTM)已经由前面提到的文献 NL—A—7905680 和 NL—A—8100346 公开了, 并可以由化学通式 $(Y, La, Gd)_{(1-x-y)}Ce_xTb_y (Mg, Zn, Cd)_{(1-p)}Mn_pB_5O_{10}$ 来表示, 其中, 最多 20% (摩尔) 的 B 可以由 Al 和/或 Ga 来替代, 并且式中, $0.01 \leq x \leq 1-y, 0.01 \leq y \leq 0.75, 0.01 \leq p \leq 0.30$ 。五硼酸盐仍然是最好包含 Gd 和 Mg。

适合作第五发光材料的物质是由三价铕激活的氧化钇。这种本身公知的发光氧化物(下面称为 YOX)由化学通式 $Y_{(2-p)}Eu_pO_3$ 表示, 式中, $0.01 \leq p \leq 0.20$, 满足这个通式的发光氧化物具有一个非常高效的线发射性能, 且主要在 590—630nm 的范围内。

如果要求低压汞放电灯所发出的光具有较低的色温, 那么, 在发光层中含有发光的由三价铈激活的钇铝石榴石就能达到这

种要求。这种铝酸盐（下面称为 YAG）的化学通式为 $Y_{3-x}Ce_xAl_5O_{12}$ ，式中， $0.01 \leq x \leq 0.15$ 。这里可以用其它稀土金属例如 Gd、La 和 Lu 来替代 Y，还可以用例如 Ga 和/或 Sc 来替代部分 Al。这些发光的石榴石（例如，参见 Appl. phys. Letters, 11, 53, 1967）不仅吸收短波长的紫外线，而且还吸收可见的深蓝色光，并且发射带很宽，其半值宽度大约为 110nm，其最大值大约在 560nm。

下面参照四个表对本发明作更详细的说明。表 I、II 和 III 所示的所有结果都是关于管状低压汞放电灯的，管长 $\approx 120\text{cm}$ ，管径 $\approx 2.5\text{cm}$ ，所充气体为氙和氩气，灯型为 TLD 型，功率为 36W。表 I 就五种不同组成的本发明的灯的发光层，分别列出了灯光的色温 T_c 、显色性指数 R_a 以及工作一百小时以后的光效 η_{100} (lm/w)。在表 I、II 和 III 中，第一到第五发光材料用罗马数字 I 到 V 表示。所用的第一发光材料是由二价铕激活的铝酸锶 (SAE)。所用的第二并且也是第四发光材料是含有钪和镁的、由三价铈、三价铽和二价锰激活的五磷酸盐 (CBTM)。第三发光材料是由二价铕激活的铝酸镁钡 (BAM)。第五发光材料是由三价铕激活的氧化钇 (YOX)。五种组成中的两种含有由三价铈激活的钇铝石榴石 (YAG)。这些组成成分按重量百分比给出。对于每一种发光层的组成，在 CBTM 的重量百分比下面还给出了在 36W 的 TLD 型低压汞放电灯中相应的 CBTM 的色点坐标。改变铽和锰在 CBTM 中的百分比，就可以在一个较宽的范围内调整这个色点。很明显，本发明的显色性很好 ($R_a \geq 90$) 的低压汞放电灯在制造时可以在很宽的范围内选定该低压汞放电灯所发光的色温，并且本发明的这种低压汞放电灯具有较高的发光效率。

表 II 与表 I 一样,就五种不同组成的本发明的灯的发光层,分别列出了该放电灯所发光的色温 T_c 、显色性指数 R_a 和光效 η_{100} (单位: lm/w)。然而在表 II 所示的组成成分中,所用的第一发光材料是由二价钨激活的铝酸钡 (BAE)。很明显,发光效率 η_{100} 以及与色温 T_c 相关的显色性指数都与表 I 中所列的各发光层组合物的性能指标很吻合。

表 III 列出了各种发光层组成成分在两个色温值 T_c 的情况下,本发明的低压汞放电灯的显色性指数 R_a 和光效 η_{100} ,这里的发光层组成成分不同于表 I 中所示的组成成分,其中一种发光材料由另一种发光材料来替代。在表 III 的第一行和第二行中,作为第一发光材料的 SAE 被由二价钨激活的硼磷酸锶 (SBP) 所替代,在第三和第四行中,CBTM 中作为第四发光材料的部分被由三价铈激活的铝酸镁钡 (CAT) 所替代。这意味着,在发光层中作第二发光材料的五硼酸盐不是被铈激活的,而仅仅是被锰和钡激活的 (CBM)。因此,CBTM 是被 CAT 和 CBM 的混合物所替代的。在第五和第六行中,作为第三发光材料的 BAM 被由二价钨激活的氯磷酸锶 (SCAP) 所替代。表 III 说明,本发明的低压汞放电灯的发光层可以由许多不同的发光材料制成。

表 IV 列出了两种低压汞放电灯的色温 T_c 、工作一百小时以后的光效 η_{100} 、显色性指数 R_a 和在灯的寿命期间内发光层的衰变 (degradation) 情况,衰变情况用比值 η_{2000}/η_{100} 表示, η_{2000} 是灯在工作 2000 小时后的光效, η_{100} 是灯在工作 100 小时后的光效。这些灯中的一部分是 TLD 型的管状低压汞放电灯,管长 $\approx 120\text{cm}$,管径 $\approx 2.5\text{cm}$,所充稀有气体为氦和氙气,功率为 36W。灯在工作时的壁负载大约为 380w/m^2 ,即,灯的壁负载较小。另外,使用了 PL-L 型灯,它也是低压汞放电灯,具

有同样的功率并充有氩气。PL—L 型灯具有一个由两个平行的管状部件构成的放电管 (Vessel)，这两个管状部件通过一个桥实现内连接。管状部件的内径大约为 1.5cm，在灯工作时放电柱 (column) 的总长度大约为 106cm。在工作时的壁负载大约为 $720\text{w}/\text{m}^2$ 。通常把壁负载大于 $500\text{w}/\text{m}^2$ 的灯称为高负载的灯，因此，这里所用的 PL—L 型灯是高负载灯的一个例子。表 IV 中的第一行是关于本发明的一种 TLD 型灯，其发光层如此地构成以致于使灯光的色温大约为 4000K。表中的第二行也是关于本发明的一种 TLD 型灯。但这种灯的发光层如此地组成，以致于使灯光的色温大约为 5200K。表的第三和第四行也是关于 TLD 型灯，但不是本发明的灯，因为这些灯的发光层含有卤代磷酸钙。第三和第四种灯的发光层的组成成分如此地选择，以致于使灯光的色温分别为 4000K 和 5200K。表中其余的四行是关于 PL—L 型灯。第五和第六行的灯是本发明的灯。但第七和第八行的灯的发光层含有卤代磷酸钙。表中的第五和第七行的灯所发出的光的色温大约为 4000K。表中第六和第八行的灯所发出的光的色温大约为 5200K。可以看出，本发明的两种类型的灯都比其发光层含有卤代磷酸钙的相应灯具有更高的光效。而且很明显，尤其是对于 (高负载的) PL—L 型灯，本发明的灯的发光层衰变比其发光层含有卤代磷酸钙的灯更小。其发光层含有卤代磷酸钙的 PL—L 型灯的光效非常低。综合考虑到很低的光效和发光层的快速衰变，因此，如果不是不可能的话，那么制造现色性好的、但负载高并且其发光层含有卤代磷酸钙的灯将是非常没有吸引力的。然而，从表 IV 所列的数据中可以看出，本发明的高负载的灯光效高并且衰变较小。

表 I

Tc (K)	R(a,8)	η_{100} (lm/W)	I SAE %(重量)	II + IV CBTM %(重量)	III BAM %(重量)	V YOX %(重量)	YAG %(重量)
2700	90	64.6	1.9	41.1 (455,407)	9.8	30.2	17
3000	90	63.2	1.0	50.1 (451/440)	8.6	24.3	16
3800	90.8	82.1	12.5	43.8 (386/475)	5.1	38.6	—
5000	92	82.7	19.3	33.4 (373/488)	9.1	38.2	—
6500	92.7	79.1	9.8	34.0 (346/514)	17.4	38.8	—

表 II

Tc (K)	R(a,8)	η_{100} (lm/W)	I BAE %(重量)	II + IV CBTM %(重量)	III BAM %(重量)	V YOX %(重量)	YAG %(重量)
2700	90	66.1	3.9	37.4 (451/410)	7.4	35.3	16
3000	90	64.8	2.9	40.5 (443/418)	10.2	31.4	15
3800	90	81.1	7.3	44.8 (381/480)	1.8	46.1	—
5000	92.2	82.4	13.9	38.4 (358/503)	3.9	43.8	—
6500	93.2	80.7	16.8	33.2 (342/518)	9.4	40.6	—

表 III

Tc(K)	R(a,8)	η_{100}	I	II + IV	III	V
			SBP	CBTM	BAM	YOX
		(lm/W)	%(重量)	%(重量)	%(重量)	%(重量)
5000	92.9	81.1	17.4	37.6	6.8	38.2
				(373/487)		
6500	93.9	79.6	14.8	36.5	10.7	38.0
				(358/502)		

Tc(K)	R(a,8)	η_{100}	I	II	III	IV	V
			SAE	CBM	BAM	CAT	YOX
		(lm/W)	%(重量)	%(重量)	%(重量)	%(重量)	%(重量)
5000	90.6	80.1	10.9	3.0	12.8	18.2	55.1
6500	91.5	77.5	12.1	1.8	19.8	16.4	49.9

Tc(K)	R(a,8)	η_{100}	I	II + IV	III	V
			SAE	CBTM	SCAP	YOX
		(lm/W)	%(重量)	%(重量)	%(重量)	%(重量)
5000	92.0	76.6	5.6	34.2	7.8	52.4
				(362/499)		
6500	93.0	72.3	7.1	26.3	12.8	53.8
				(354/506)		

表 IV

灯的类型	Tc (K)	η_{100} (lm/W)	R(a,8)	η_{2000}/η_{100}
TLD—36W	4000	82	91	90
TLD—36W	5200	82	92	90
TLD—36W*	4000	66	93	90
TLD—36W*	5200	63	95	90
PL—L—36W	4000	69	91	90
PL—L—36W	5200	69	92	90
PL—L—36W*	4000	51	93	80
PL—L—36W*	5200	53	95	80

* :不是本发明的,是用来比较的。