(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102074644 B
(45)授权公告日 2012.05.23

(21)申请号 201010537984.9
(22)申请日 2010.11.09
(73)专利权人 四川新力光源有限公司
地址 611731 四川省成都市高新区西区新达路 2 号
专利权人 中国科学院长春应用化学研究所
(72)发明人 张洪杰 张明 李成宇 赵昆 李东明 张立
(74)专利代理机构 成都虹桥专利事务所 51124
代理人 武森涛
(51)Int.Cl.
H01L 33/50(2010.01)
F21V 23/00(2006.01)
F21Y 101/02(2006.01)

审查员 刘博

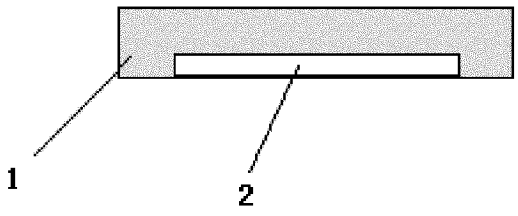
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54)发明名称

交流 LED 白光发光装置

(57)摘要

本发明涉及一种交流 LED 白光发光装置，属于白光 LED 制造技术领域。本发明所要解决的技术问题在于低成本地解决 LED 在交流驱动下的频闪问题，同时解决多个 LED 集成封装导致的散热不畅等一系列问题。本发明的技术方案：LED 白光发光单元，包括 LED 芯片和能够在此 LED 芯片激发下发光的发光材料，其特征在于：所述发光材料的发光寿命是 1-100ms（优选 10-30ms），所述 LED 芯片是只包含一个发光 PN 结的 LED 芯片，LED 芯片发出的光与发光材料发出的光的混合色为白色；其中所述 LED 白光发光单元采用频率不大于 100 赫兹的交流电驱动。本发明 LED 发光装置不使用现有的多 LED 集成封装的交流 LED 芯片，而使用普通单 PN 节 LED 芯片即可决交流电源引起的频闪问题，生产简单、成本低。



CN 102074644 B

1. LED 白光发光单元，包括 LED 芯片和能够在此 LED 芯片激发下发光的发光材料，其特征在于：所述 LED 芯片只包含一个发光 PN 结，所述发光材料的发光寿命是 10-100ms，通过发光材料的余辉弥补非恒流情况下的发光亮度，LED 芯片发出的光与发光材料发出的光的混合色为白色；其中所述发光材料是：$SrMg_2(PO_4)_2:Eu^{2+}$，Gd^{3+}；$BaMg_2(PO_4)_2:Eu^{2+}$，Gd^{3+}；$Ca_2P_2O_7:Eu^{2+}$，y^{3+}；$Sr_2P_2O_7:Eu^{2+}$，Y^{3+}；$Lu_2O_3:Tb^{3+}$；$SrGa_2S_4:Dy^{3+}$；$Ga_2O_3:Eu^{3+}$；$Tb(acac)_2(AA)phen$；$Mg_2SnO_4:Mn^{2+}$；$Ca_{10}(PO_4)_6(F,Cl)_2:Sb^{3+}$，$Mn^2$；$(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$ 中的一种或多种。

2. 根据权利要求 1 所述的 LED 白光发光单元，其特征在于：所述 LED 芯片采用频率不大于 100 赫兹的交流电驱动。

3. 根据权利要求 2 所述的 LED 白光发光单元，其特征在于：所述 LED 芯片采用频率为 50-60 赫兹的交流电驱动。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的 LED 白光发光单元，其特征在于：所述的发光材料的发光寿命是 10 ～ 30ms。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的 LED 白光发光单元，其特征在于：LED 芯片发出的光是紫外或可见光，紫外光的范围为 200nm-380nm，可见光的范围为 380nm-780nm。

6. 交流 LED 白光发光装置，其特征在于：包括交流驱动电路和至少一个 LED 白光发光单元；所述 LED 白光发光单元是权利要求 1 ～ 3 任一项所述的 LED 白光发光单元；

其中，所述的驱动电路是单向串联电路、反向并联电路、桥式整流电路，或它们的任意组合。

7. 交流 LED 白光发光装置，其特征在于：包括交流驱动电路和至少一个 LED 白光发光单元；所述 LED 白光发光单元是权利要求 4 所述的 LED 白光发光单元；

其中，所述的驱动电路是单向串联电路、反向并联电路、桥式整流电路，或它们的任意组合。

8. 交流 LED 白光发光装置，其特征在于：包括交流驱动电路和至少一个 LED 白光发光单元；所述 LED 白光发光单元是权利要求 5 所述的 LED 白光发光单元；

其中，所述的驱动电路是单向串联电路、反向并联电路、桥式整流电路，或它们的任意组合。

9. 根据权利要求 6 所述的交流 LED 白光发光装置，其特征在于：LED 发光装置还包括导光覆盖层。

10. 根据权利要求 7 所述的交流 LED 白光发光装置，其特征在于：LED 发光装置还包括导光覆盖层。

11. 根据权利要求 8 所述的交流 LED 白光发光装置，其特征在于：LED 发光装置还包括导光覆盖层。

12. 根据权利要求 9 所述的交流 LED 白光发光装置，其特征在于：所述导光覆盖层中掺有粒径小于 5 微米的非发光材料颗粒。

13. 根据权利要求 10 所述的交流 LED 白光发光装置，其特征在于：所述导光覆盖层中掺有粒径小于 5 微米的非发光材料颗粒。

14. 根据权利要求 11 所述的交流 LED 白光发光装置，其特征在于：所述导光覆盖层中掺有粒径小于 5 微米的非发光材料颗粒。

15. 包括 LED 芯片和能够在此 LED 芯片激发下发光的发光材料的发光单元在制备交流

LED 发光装置中的用途，其特征在于：所述发光材料的发光寿命是 10 ～ 100ms，通过发光材料弥补非恒流情况下的发光亮度，所述 LED 芯片是只包含一个发光 PN 结的 LED 芯片，LED 芯片发出的光与发光材料发出的光的混合色为白色；其中所述发光材料是：$SrMg_2(PO_4)_2:Eu^{2+}$，Gd^{3+}；$BaMg_2(PO_4)_2:Eu^{2+}$，Gd^{3+}；$Ca_2P_2O_7:Eu^{2+}$，Y^{3+}；$Sr_2P_2O_7:Eu^{2+}$，Y^{3+}；$Lu_2O_3:Tb^{3+}$；$SrGa_2S_4:Dy^{3+}$；$Ga_2O_3:Eu^{3+}$；$Tb(acac)_2(AA)phen$；$Mg_2SnO_4:Mn^{2+}$；$Ca_{10}(PO_4)_6(F, Cl)_2:Sb^{3+}$，$Mn^2$；$(Y, Gd)BO_3:Eu^{3+}$ 中的一种或多种。

交流 LED 白光发光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种交流 LED 白光发光装置，属于白光 LED 制造技术领域。更具体的说，涉及一种使用特定寿命的发光材料制备的交流 LED 白光发光装置。

背景技术

[0002] 目前，LED 用于照明、显示和背光源等领域，并以其节能、耐用、无污染等优点而引起广泛的重视。实现白光 LED 有多种方案，其中采用蓝光 LED 芯片和黄色荧光粉组合来实现白光发射，是当前制备白光 LED 最为成熟的技术方案。1967 年《Appl. Phys. Lett.》第 11 卷第 53 页报道了发光材料 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$，该材料具有黄色发光，最强发光波长在 550 纳米，寿命小于 100 纳秒。1997 年《Appl. Phys. A》第 64 期 417 页报道了利用 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ 的黄色发光和蓝光氮化镓实现了 LED 白光发射，此技术是当前制备白光 LED 最为成熟的技术方案。但在实际应用中，随着工作中器件温度的升高，蓝光 LED 芯片和荧光粉的发光强度都会下降，而且荧光粉的发光强度下降更为显著，这就影响了 LED 的使用。

[0003] 传统 LED 都用直流电做为驱动能源，然而目前不论是家庭、工商业或公共用电，大多以交流电的方式提供，因此在使用 LED 作为照明等用途时必须附带整流变压器将交流 - 直流转换。但在交流 - 直流转换的过程中，有高达 15 ～ 30％的电力耗损，同时转换设备装置不仅使用寿命较短，成本也很可观，在安装上也费工费时，效率不高。

[0004] 美国专利 US 7,489,086 B2“AC LIGHT EITTING DIODE AND AC LED DRIVE METHODS ANDAPPARATUS”提供了一种交流 LED 器件，该发明主要是使集成封装的 LED 器件在高于 100 赫兹的频率下工作，利用人肉眼的视觉暂留效应来弥补交流工作下 LED 器件发光的频闪。中国专利 200910307357.3 发明了一种具有黄色长余辉现象的 $Y_2O_3 \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2:Ce \cdot B \cdot Na \cdot P$ 发光材料及使用它的白光 LED 照明装置。

[0005] CN100464111C 公布了一种利用不同发光颜色的 LED 芯片并联在交流电源中的交流 LED 灯，主要描述不同颜色的 LED 芯片在一起构成白光，及其具体电路，如红、绿和蓝色发光芯片。国际专利 WO 2004/023568A1“LIGHT-EMITTING DEVICE HAVING LIGHT-EMITTING ELEMENTS”中，提出了在蓝宝石基片上安装多个小的 LED 芯片阵列，从而提供一种可利用交流电源驱动的发光装置。韩国首尔半导体和台湾工研院基于类似思路，将大量超细 LED 晶粒集成封装在一个基片上，并称之为交流 LED 芯片。上述的交流 LED 技术的核心是大量微晶粒集成封装的微电子电路加工技术，如台湾工业技术研究院的交流 LED 芯片在 1 平方毫米的面积上集成封装了上百颗微小的发光二极管。但是此种交流 LED 芯片的加工难度大，且数量巨大的微晶片集成在狭小的基板空间内会导致如散热不畅等问题。

[0006] 为了实现 LED 白光发光装置能够在交流电的方式供电的情况下，克服频闪问题，同时解决散热问题，本领域技术人员一直在不懈地努力。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种新的 LED 白光发光装置，以解决在交流

供电的方式下的频闪问题，同时解决现有 LED 白光发光器件散热不畅等一系列问题。

[0008] 本发明的技术方案：LED 白光发光单元，包括 LED 芯片和能够在此 LED 芯片激发下发光的发光材料，其特征在于：所述 LED 芯片只包含一个发光 PN 结，所述发光材料的发光寿命是 1-100ms（优选 10-30ms），通过发光材的余辉料弥补非恒流情况下，芯片断电时的发光亮度，LED 芯片发出的光与发光材料发出的光的混合色为白色。

[0009] 根据发光学定义，发光材料的发光寿命为材料发光强度降到激发时最大强度的 1/e 所需的时间。

[0010] 其中所述 LED 白光发光单元采用频率不大于 100 赫兹的交流电驱动，尤其是 50-60 赫兹的交流电驱动。

[0011] 本发明 LED 发光单元不使用现有的多颗微晶粒集成的交流 LED 芯片，而使用普通的单一 PN 结的 LED 芯片可决交流电源引起的频闪问题，生产简单、成本低。

[0012] 其中，LED 芯片发出的光是紫外或可见光。紫外光的范围为 200nm-380nm，可见光的范围为 380nm-780nm。

[0013] 本发明中，发光材料在 LED 芯片的激发下发光，且发出的光的整体视觉效果为白光，或发光材料发出的光和芯片发出的光的整体视觉效果为白光。

[0014] 发光材料是下述材料中的至少一种：$CaS:Eu^{2+}$；$CaS:Bi^{2+}$，Tm^{3+}；$ZnS:Tb^{3+}$；$CaSrS_2:Eu^{2+}$，Dy^{3+}；$SrGa_2S_4:Dy^{3+}$；$Ga_2O_3:Eu^{3+}$；$(Y,Gd)BO_3:Eu^{3+}$；$Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$；$YBO_3:Tb^{3+}$；$Y(V,P)O_4:Eu^{3+}$；$SrAl_2O_4:Eu^{2+}$；$SrAl_2O_4:Eu^{2+}$，B^{3+}；$SrAl_2O_4:Eu^{2+}$，Dy^{3+}，B^{3+}；$Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+}$；$Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+}$，$Dy^{3+}$，$B^{3+}$；$BaAl_2O_4:Eu^{2+}$；$CaAl_2O_4:Eu^{2+}$；$Sr_3SiO_5:Eu^{2+}$，$Dy^{3+}$；$BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$，$Mn^{2+}$；$Tb(acac)_2(AA)phen$；$Y_2O_2S:Eu^{3+}$；$Y_2SiO_5:Tb^{3+}$；$SrGa_2S_4:Ce^{3+}$；$Y_3(Al,Ga)_5O_{12}:Tb^{3+}$；$Ca_2Zn_4Ti_{15}O_{36}:Pr^{3+}$；$CaTiO_3:Pr^{3+}$；$Zn_2P_2O_7:Tm^{3+}$；$Ca_2P_2O_7:Eu^{2+}$，$Y^{3+}$；$Sr_2P_2O_7:Eu^{2+}$，$Y^{3+}$；$Lu_2O_3:Tb^{3+}$；$Sr_2Al_6O_{11}:Eu^{2+}$；$Mg_2SnO_4:Mn^{2+}$；$CaAl_2O_4:Ce^{3+}$，$Tb^{3+}$；$Sr_4Al_{14}O_{25}:Tb^{3+}$；$Ca_{10}(PO_4)_6(F,Cl)_2:Sb^{3+}$，$Mn^{2}$；$Sr_2MgSi_2O_7:Eu^{2+}$；$Sr_2CaSi_2O_7:Eu^{2+}$；$Zn_3(PO4)_2:Mn^{2+}$，$Ga^{3+}$；$CaO:Eu^{3+}$；$Y_2O_2S:Mg^{2+}$，$Ti^{3+}$；$Y_2O_2S:Sm^{3+}$；$SrMg_2(PO_4)_2:Eu^{2+}$，$Gd^{3+}$；$BaMg_2(PO_4)_2:Eu^{2+}$，$Gd^{3+}$；$Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$，$As^{5+}$；$CdSiO_3:Dy^{3+}$；$MgSiO_3:Eu^{2+}$，$Mn^{2+}$。

[0015] 优选材料为 $Ca_2P_2O_7:Eu^{2+}$，Y^{3+}；$Sr_2P_2O_7:Eu^{2+}$，Y^{3+}；$Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+}$，$Dy^{3+}$，$B^{3+}$；$SrAl_2O_4:Eu^{2+}$，$Dy^{3+}$，$B^{3+}$；$Zn_2SiO_4:Mn^{2+}$，$As^{5+}$；$Zn_2P_2O_7:Tm^{3+}$；$Y_2O_2S:Eu^{3+}$；$Sr_4Al_{14}O_{25}:Tb^{3+}$；$Zn_3(PO_4)_2:Mn^{2+}$，$Ga^{3+}$；$CaS:Eu^{2+}$ 中的至少一种。

[0016] 本发明 LED 白光发光单元中，每个 LED 芯片是只包含一个发光 PN 结的 LED 芯片。

[0017] 本发明 LED 白光发光装置包含上述白光发光单元和驱动电路。所述交流电驱动的驱动电路是单向串联电路，反向并联电路和桥式整流电路，如图 1-4 所示。或上述电路中任意电路的组合。所述交流电流驱动电路频率不大于 100 赫兹。

[0018] 另外，本发明 LED 白光发光装置还包含导光覆盖层，为非平面型导光结构。通过导光覆盖层将 LED 芯片的发光和发光材料的发光进行反射、折射、散射并匀光最终混合导出均匀一致的光。其中，所述导光覆盖层为透镜或其它透明覆盖层，其中可以掺有粒径小于 5 微米的非发光材料颗粒，从而使得芯片输出的更加光均匀散射。

[0019] 本发明的有益效果：

[0020] 现有 LED 白光发光装置以 YAG:Ce 作为发光材料，在 100 赫兹之下的工频交流电周期变化会导致发光频闪现象。本发明由于采用具有特定发光寿命的发光材料，在激发光

源消失时能维持发光，这样，在基于本发明方案的交流 LED 白光发光装置中，当电流周期变化时，发光材料的发光在周期内会维持一定的时间，从而弥补了由于交流电波动导致的 LED 芯片的发光频闪的影响，使白光发光装置在交流周期的光输出保持稳定。另外，由于在交流周期内 LED 芯片有半个周期不工作，使得其热效应下降，这样有助于克服现有 LED 白光发光装置中芯片发热带来的系列难题。

[0021] 说明书附图

[0022] 图 1 本发明交流 LED 白光发光装置单向串联电路示意图。

[0023] 图 2 本发明交流 LED 白光发光装置反向并联电路示意图。

[0024] 图 3 本发明交流 LED 白光发光装置有常导通 LED 芯片的桥式整流电路示意图。

[0025] 图 4 本发明交流 LED 白光发光装置无常导通 LED 芯片的桥式整流电路示意图。

[0026] 图 5 为 LED 白光发光单元组成示意图，1 为发光材料，或由发光材料和透明介质组成的发光层；2 为 LED 芯片。

[0027] 图 6 为实施例 1-8 在 CIE 1931 色度图中的色点。数字 1-8 分别对应于实施例 1-8。

[0028] 以下通过实施例形式的具体实施方式，对本发明的上述内容再作进一步的详细说明。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实例，凡基于本发明上述内容所实现的技术均属于本发明的范围。特别是在基本电路组成上，本发明的实施例仅给出了最简单的反向并联式电路，但本发明的交流 LED 白光发光装置的电路并不局限于此，还包括如单向串联电路和桥式整流电路。

具体实施方式

[0029] 实施例 1-8 采用表 1 的发光材料和市售的普通 LED 芯片，采用通用封装技术得到的 LED 白光发光装置，无需采用专用于交流 LED 的集成芯片，即可解决频闪问题。

[0030] 实施例 1-8

[0031] 表 1

[0032]

实施例	LED 芯片 (发光波长)	发光材料	材料整体发光寿命(ms)
1	紫外（254nm）	45wt%$Zn_2P_2O_7:Tm^{3+}$ 55wt% $Zn_3(PO4)_2:Mn^{2+},Ga^{3+}$	10
2	紫外(254nm)	$CaAl_2O_4:Dy^{3+}$	25
3	紫外（310nm）	15wt%$Sr_2P_2O_7:Eu^{2+},Y^{3+}$ 30wt% $Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+},Dy^{3+},B^{3+}$ 15wt%$Ca_4O(PO_4)_2:Eu^{2+}$, 40wt%$Zn_3(PO_4)_2:Mn^{2+},Ga^{3+}$	30
4	紫外（365nm）	10wt%$Sr_2P_2O_7:Eu^{2+},Y^{3+}$ 30wt%$Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+}$ 60wt%$Y_2O_2S:Eu^{3+}$	14
5	紫光(400nm)	50wt%$SrMg_2(PO_4)_2:Eu^{2+},Gd^{3+}$ 50wt%$Ca_4O(PO_4)_2:Eu^{2+}$	4
6	紫光(400nm)	40wt%$Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+}$ 60wt%$Y_2O_2S:Eu^{3+}$	1
7	蓝光（450nm）	30wt%$SrAl_2O_4:Eu^{2+}, B^{3+}$ 70wt%$CaS:Eu^{2+}$	100
8	蓝光（460nm）	60wt%$Y_2O_2S:Mg^{2+},Ti^{3+}$ 40wt% $SrAl_2O_4:Eu^{2+}$	48

[0033] 试验例 1 本发明交流 LED 白光发光装置发光特性

[0034] 表 2 给出了实施例 1-8 所给出的交流 LED 白光发光装置在 50 赫兹交流电驱动下用每秒拍 300 张照片的 Sarnoff 公司 CAM512 型高速科学级照相机拍摄的 20 毫秒内的发光亮度。参比样 1 为市售 460 纳米蓝光芯片封装上黄色发光材料 YAG:Ce（发光寿命为 100ns）按实施例 1-8 的同一方式组成的交流电流驱动 LED 白光发光装置，参比样 2 为市售 460 纳米蓝光芯片封装上长寿命材料 $SrAl_2O_4$:Eu，Dy 和 Y_2O_2S:Eu，Mg，Ti（发光寿命大于 1 秒）按实施例 1-8 的同一方式组成的交流电流驱动 LED 白光发光装置。表 2 中亮度数据为相对亮度，无量纲。

[0035] 表 2

[0036]

时间	3.33 毫秒	6.66 毫秒	9.99 毫秒	13.32 毫秒	16.65 毫秒	19.98 毫秒
参比样 1 亮度	2265	3466	0	2153	3570	0
参比样 2 亮度	746	998	670	702	965	712
实施例 1 亮度	2931	3025	1455	3187	3443	1665
实施例 2 亮度	3140	3373	1654	2884	3437	1877
实施例 3 亮度	3200	3423	1506	3135	3362	1656
实施例 4 亮度	2910	3190	1652	2723	3245	1850
实施例 5 亮度	2250	2734	1468	2114	2800	1420
实施例 6 亮度	2109	2636	1150	2213	2858	1163
实施例 7 亮度	2017	2420	1569	2115	2654	1510
实施例 8 亮度	1879	2000	1270	1746	2123	1303

[0037] 表 3 给出了表 2 实施例中各样品对本样品最大发光亮度的归一化值。

[0038] 表 3

[0039]

时间 / 归一亮度比	3.33 毫秒	6.66 毫秒	9.99 毫秒	13.32 毫秒	16.65 毫秒	19.98 毫秒
参比样 1	0.63445	0.97087	0	0.60308	1	0
参比样 2	0.74749	1	0.67134	0.70341	0.96693	0.71343
实施例 1	0.85129	0.87859	0.4226	0.92565	1	0.48359
实施例 2	0.91359	0.98138	0.48123	0.8391	1	0.54612
实施例 3	0.93485	1	0.43996	0.91586	0.98218	0.48379
实施例 4	0.89676	0.98305	0.50909	0.83914	1	0.57011
实施例 5	0.80357	0.97643	0.52429	0.755	1	0.50714
实施例 6	0.73793	0.92232	0.40238	0.77432	1	0.40693
实施例 7	0.75998	0.91183	0.59118	0.79691	1	0.56895
实施例 8	0.88507	0.94206	0.59821	0.82242	1	0.61375

[0040] 从表 2 和表 3 可以看出，本发明在交流电流周期中的发光较为稳定，在交流电周期内起伏较小。而参比样 1 亦即使用现有市售蓝光芯片封装上发光寿命较短的传统的黄色 YAG:Ce 发光材料的 LED 白光发光装置获得的发光不稳定，在交流电周期内起伏极大。由此可见，本发明有效地，低成本地解决了交流 LED 的频闪问题。

[0041] 虽然如参比样 2 所示的、使用发光寿命过长的发光材料时该交流 LED 白光发光装置的发光亮度在交流电周期内波动也较小，但由于材料在激发光存在时获得的能量不能迅速释放，导致其发光较弱（见表 1），不利于作为发光材料使用。

[0042] 表 4 是表 1 实施例的色坐标和色温（采用美能达 CS-100A 色度计测量）

[0043] 表 4CIE 色坐标和色温

[0044]

色坐标	CIEx	CIEy	相关色温
实施例 1	0.4076	0.3807	3312K
实施例 2	0.3410	0.3102	4997K
实施例 3	0.3279	0.2939	5725K
实施例 4	0.3320	0.3210	5496K
实施例 5	0.3802	0.3566	3815K
实施例 6	0.3503	0.3002	4441K
实施例 7	0.3104	0.3154	6746K
实施例 8	0.3484	0.3516	4867K

[0045] 从表 4 可以看出，上述实施例得到了 LED 白光发光装置的发光颜色为白光。各实施例发光在 CIE 1931 色度图中的色点位置见图 6。

[0046] 试验例 2 本发明交流 LED 白光发光装置的光衰

[0047] 表 5 给出了实施例 1-18 和参比样的光衰数据。参比样为将市售 460 纳米蓝光芯片封装上 YAG:Ce 的白光 LED 芯片按目前通用的直流供电方式安装的 LED 白光发光装置。测试方法如下：将实施例所述交流 LED 白光发光装置和参比装置通电后在一定间隔时间内测其发光亮度，测试仪器为美能达 CS-100 亮度计。结果如表 5 所示。表 5 中数据为相对亮度，无量纲，以最初数据归一化。

[0048] 表 5

[0049]

时间	1 小时	1000 小时	1500 小时	2500 小时
参比样亮度	100	98	97. 1	96.3
实施例 1 亮度	100	99.8	99.5	99.1
实施例 2 亮度	100	99.5	99.4	99. 3
实施例 3 亮度	100	99.6	99. 5	99
实施例 4 亮度	100	99.7	99.3	99
实施例 5 亮度	100	99.8	99.4	98.6
实施例 6 亮度	100	99.5	99	98
实施例 7 亮度	100	99.4	99	98.3
实施例 8 亮度	100	99.3	99	98

[0050] 从表 5 的数据可以看出本发明的交流 LED 白光发光装置的亮度衰减要小于采用现有方式的 LED 白光发光装置。

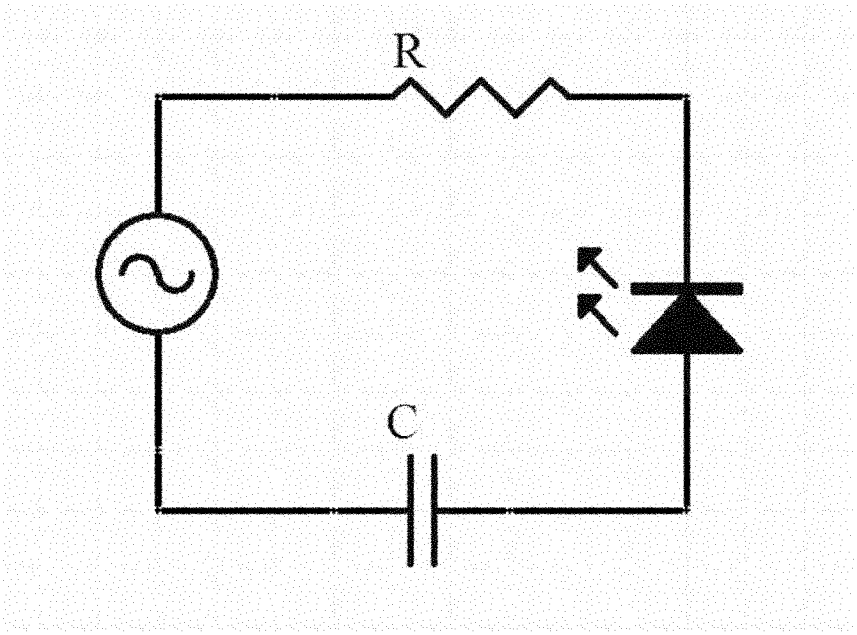


图 1

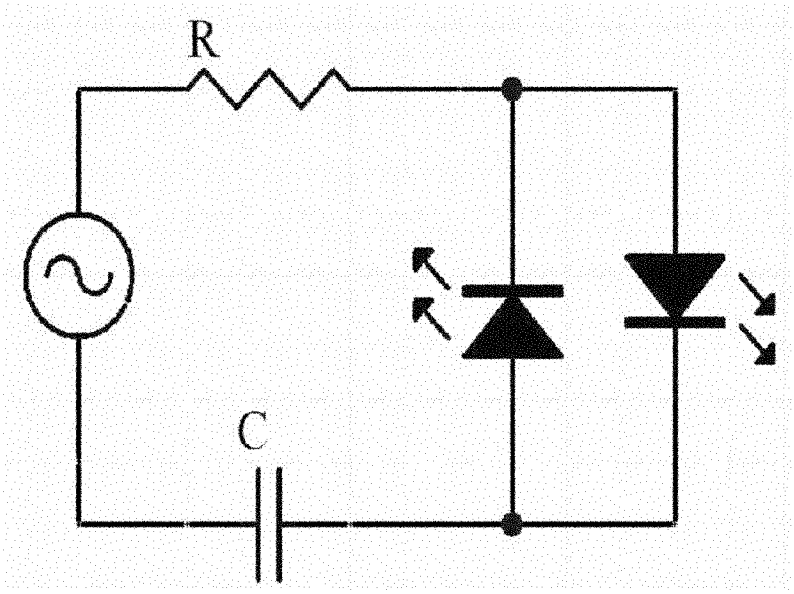


图 2

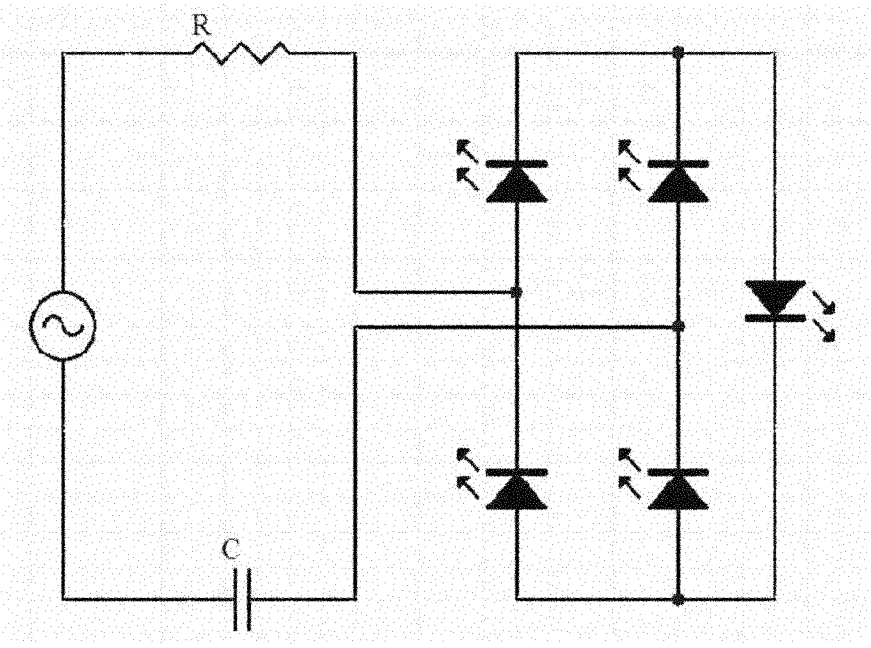


图 3

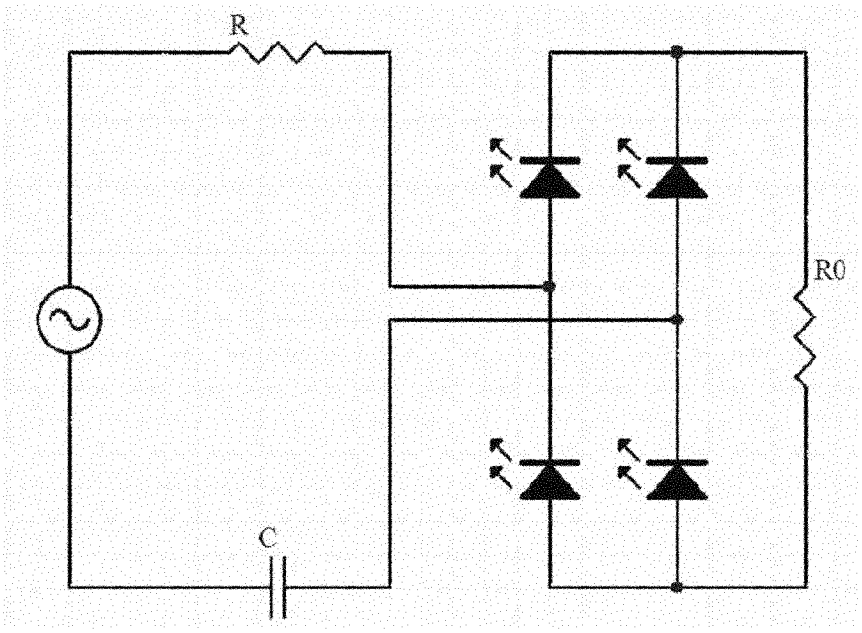


图 4

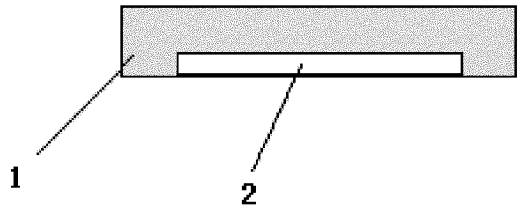


图 5

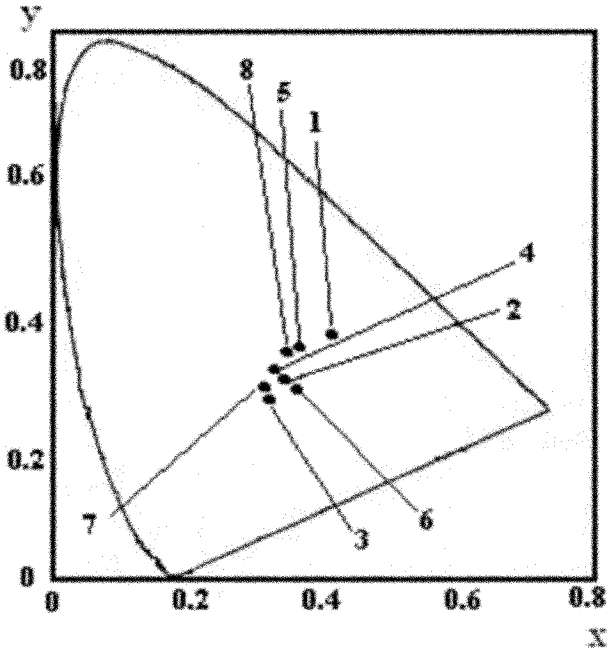


图 6