

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 8 月 7 日 (07.08.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/117704 A2

- (51) 国际专利分类号:
F21S 2/00 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)
F21V 19/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/071525
- (22) 国际申请日: 2014 年 1 月 27 日 (27.01.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310038767.9 2013 年 1 月 31 日 (31.01.2013) CN
- (71) 申请人: 深圳市光峰光电技术有限公司 (APPO-
TRONICS CORPORATION LIMITED) [CN/CN]; 中
国广东省深圳南山西丽镇茶光路深圳集成电路设
计应用产业园 401 室宿芳芳, Guangdong 518055
(CN)。
- (72) 发明人: 张权 (ZHANG, Quan); 中国广东省深圳南
山西丽镇茶光路深圳集成电路设计应用产业园 401
室宿芳芳, Guangdong 518055 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保
护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保
护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,
RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 不包括国际检索报告, 在收到该报告后将重新公
布(细则 48.2(g))。

(54) Title: LED LIGHT SOURCE SYSTEM AND LED LIGHTING DEVICE

(54) 发明名称: 一种 LED 光源系统和 LED 照明装置

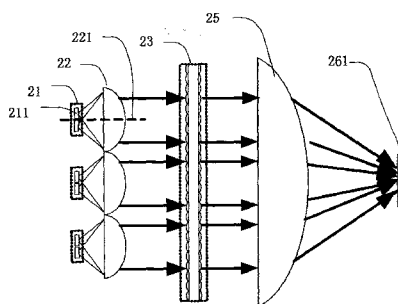


图 3 / FIG. 3

(57) Abstract: Disclosed are a LED light source system and a lighting system using the light source system, comprising a multi-col-
or LED unit modular array that comprises multiple LED unit modules; a collimating lens array used to collimate the light rays emit-
ted by the LED unit modules; condenser lens disposed at the rear of the light path of the collimating lens array and used to condense
the light emitted from the collimating lens onto a pre-set surface, the LED chip set in each LED unit module imaging, via the super-
imposition of the collimating lens and the condenser lens, onto the pre-set surface to form a mixed light spot; the LED chips of any
one color in the LED unit module are approximately evenly distributed so as to provide good uniformity for the mixed light spots.
Hence, the light spots emitted by the light source system are more uniform, and each collimating lens collimates the LED chips of
multiple colors while mixing the multiple colors, thereby reducing the bad visual effect caused by colored shadows.

(57) 摘要: 本发明公开了一种 LED 光源系统及使用该光源系统的照明装置, 包括多色 LED 单元模组阵列, 其中
包括多个 LED 单元模组; 包括用于对该 LED 单元模组发出的光束进行准直的准直透镜阵列; 包括位于准直透
镜阵列光路后端的用于将从准直透镜阵列出射的光汇聚于预定面的聚光透镜, 每个 LED 单元模组中的 LED 芯
片组都经过准直透镜和聚光透镜相互重叠的成像于预定面形成混合光斑; 其中, 任意一种颜色的 LED 芯片在
LED 单元模组中的各个位置具有大致相同的分布, 使得混合光斑具有良好的均匀性。这样, 可以使光源系统发
射的光斑更加均匀, 同时由于每一个准直透镜对多个颜色的 LED 芯片进行准直的同时具有混合多颜色光的作
用, 因此可以减弱彩影造成的不良视觉效果。

WO 2014/117704 A2

一种LED光源系统和LED照明 装置

技术领域

- [1] 本发明 涉及投影及照明等光源领域，尤其涉及一种LED光源系统及使用该LED光源系统的LED照明装置。

背景技术

- [2] 传统的大功率照明装置、光照明设备一般采用金卤放电泡作为光源。由于金卤放电泡是白色光源，当需要得到彩色光时，需在金卤放电泡前设置滤光片来实现不同颜色的光输出。这种光源的缺陷在于金卤放电泡使用寿命低，仅有几百小时到数千小时不等；滤光片又使得投影出的彩色光饱和度低、不鲜艳，且获得的灯光色彩也不丰富。
- [3] 大功率发光二极管 LED 由于具有安全无污染、使用寿命高等优点，已经在照明领域内逐渐成为开发应用的首选装置，其使用寿命可达十万小时。目前，将大功率 LED 作为舞台照明光源已经成为可能，它具有使用寿命长、安全无污染、色彩饱和度高等优点。然而，目前单个 LED 芯片的光通量有限，为了得到高亮度的彩色光输出，通常都是将不同颜色的 LED 芯片排成阵列来实现高亮度的光输出。现有 LED 照明装置照明光源中，为了利用红（R）、绿（G）、蓝（B）、白（W）四色 LED 芯片得到均匀的混合光输出，通常将 R、G、B、W 四色 LED 芯片周期性交替排成阵列，如图 1a 所示。图 1b 为图 1a 中的任一 RGBW 四色 LED 芯片周期单元对应的光路图，其中 11R 为红色 LED 芯片，11G 为绿色 LED 芯片，11B 为蓝色 LED 芯片，11W 为白色 LED 芯片，12 为 LED 芯片封装所使用的硅胶球，13 为全内反射（TIR）透镜，15 为聚光透镜，16 为图案盘，其上的通光孔径 161 构成系统的光阑，17 为投影镜头，用于将光阑 161 投影成像到远处。其中，每个 TIR 透镜都对应一个 LED 芯片，用来对该 LED 芯片发出的光束进行整形和准直。从不同颜色的 LED 芯片发出的不同颜色的光束，经各自对应的 TIR 透镜整形后，均匀的出射光从 TIR 透镜出射并入射到聚光透镜 15 的前表面。该入射光束进一步被聚光透镜 15 会聚到图案盘

16 上并被光阑 161 所截，得到与光阑形状相同的特定形状的均匀光斑。该均匀光斑最终被其后的投影镜头 17 投影到舞台上。

[4] 然而，这样的 LED 照明装置却存在如下的问题：

[5] 1. 在特定的平面上（投影镜头 17 的成像平面上）能够得到均匀的照明，但在该平面的前后平面上会出现显著的颜色不均匀现象；

[6] 2. 出现‘彩影现象’，即在照明装置的照明光路上的不透光物体在照明平面上的影子的边缘呈彩色。

[7] 以上问题在实际应用中造成了使用者的困扰，但至今没有得到解决。

对发明的公开

技术问题

[8] 本发明提出了一种 LED 光源系统，包括：

[9] 多色 LED 单元模组阵列，包括多个 LED 单元模组，每个 LED 单元模组都包含至少两种颜色的 LED 芯片形成 LED 芯片组，LED 芯片组中各 LED 芯片彼此紧密排列；

[10] 准直透镜阵列，每个准直透镜都对准一个 LED 单元模组，用来对该 LED 单元模组发出的光束进行准直；

[11] 位于准直透镜阵列光路后端的用于将从准直透镜阵列出射的光汇聚于预定面的聚光透镜，每个 LED 单元模组中的 LED 芯片组都经过准直透镜和聚光透镜相互重叠的成像于预定面形成混合光斑；

[12] 其中，任意一种颜色的 LED 芯片在 LED 单元模组中的各个位置具有大致相同的分布，使得混合光斑具有良好的均匀性。

[13] 优选的，每个 LED 单元模组都包含多色 LED 单元模组阵列所使用的每种颜色的 LED 芯片。

[14] 优选的，准直透镜阵列中各准直透镜紧密排列，且准直透镜阵列的出射光束的光学扩展量小于等于各 LED 单元模组的光学扩展量之和。

[15] 本发明还提出一种 LED 光源系统，包括：

[16] 多色 LED 单元模组阵列，包括多个 LED 单元模组，每个 LED 单元模组都包含该多色 LED 单元模组阵列所使用的每种颜色的 LED 芯片形成 LED 芯片组，

且 LED 芯片组中各 LED 芯片彼此紧密排列；

- [17] 准直透镜阵列，每个准直透镜都对准一个 LED 单元模组，用来对该 LED 单元模组发出的光束进行准直；准直透镜阵列中各准直透镜紧密排列，且准直透镜阵列的出射光束的光学扩展量小于等于各 LED 单元模组的光学扩展量之和；
- [18] 复眼透镜组，位于准直透镜阵列之后，用来对准直透镜出射的光束进行匀光；
- [19] 位于复眼透镜组光路后端的用于将从复眼透镜组出射的光汇聚于预定面的聚光透镜。
- [20] 优选的，各 LED 单元模组相同。
- [21] 优选的，LED 单元模组有四个 LED 芯片，且该四个 LED 芯片排布成田字形。
- [22] 优选的，LED 芯片裸露于空气中。
- [23] 优选的，至少一种颜色的 LED 芯片是复色 LED 芯片，复色 LED 芯片包括两种主波长的 LED 芯片，该两种主波长之差大于 10 纳米且小于 30 纳米。
- [24] 优选的，复色 LED 芯片所包括的两种主波长的 LED 芯片分别所在的 LED 单元模组相互交错排列。
- [25] 本发明还提出一种 LED 照明装置，包括上述的 LED 光源系统；在 LED 光源系统的光路后端还依次包括放置于聚光透镜焦点处用于接收聚光透镜发出的光的图案盘，和将从图案盘发出的图案光投射出去的投影镜头。
- [26] 这样，在实现光源系统发射的光斑更加均匀的同时，由于每一个准直透镜对多个颜色的 LED 芯片进行准直的同时具有混合多颜色光的作用，因此可以减弱彩影造成的不良视觉效果。

对附图的简要说明

附图说明

- [27] 图 1a 是现有 LED 照明装置中不同 LED 芯片的一种排布图；
- [28] 图 1b 是现有 LED 照明装置的光路示意图；
- [29] 图 2a 为本发明实施例一的 LED 单元模组的一种排布图；
- [30] 图 2b 为图 2a 中任一 LED 单元模组的示意图；
- [31] 图 3 为实施例一的 LED 照明装置的结构示意图；

- [32] 图 4a 为本发明实施例二的 LED 单元模组的一种排布图；
- [33] 图 4b 为本发明实施例二的 LED 单元模组的另一种排布图；
- [34] 图 4c 为本发明实施例二的 LED 单元模组的另一种排布图；
- [35] 图 5a 为应用实施例一时红色 LED 芯片发出的光在预定面的仿真结果；
- [36] 图 5b 为应用实施例三时红色 LED 芯片发出的光在预定面的仿真结果。

发明实施例

本发明的实施方式

- [37] 针对背景技术中的问题，发明人做了有针对性的研究。发明人发现：在图 1a 和 1b 所示的方案中，由于 R、G、B、W 四色 LED 芯片的空间位置不同，它们发出的不同颜色的光束经各自对应的 TIR 透镜整形后出射光束彼此不会重合，即从 TIR 透镜出射的光束中不同颜色光束的空间位置不同。以图 1a 中 R、G、B、W 排列的四色 LED 芯片为例，其输出光经 TIR 透镜 13 整形后将形成 R、G、B、W 按序排列的空间颜色分布，如图 1b 所示，其中 14R 表示红色 LED11R 产生的光束、14G 表示绿色 LED11G 产生的光束、14B 表示蓝色 LED11B 产生的光束、14W 表示白色 LED11W 产生的光束。这种空间颜色分布不均的光束经会聚透镜 15 会聚后，虽能在光阑 161 处重合形成均匀光束，但不同颜色光束的入射角却是不同的，这种入射角的不同将导致它们从光阑 161 出射时出射角不同。这种不同颜色光束空间角分布的不同将一直传递到投影镜头 17 输出的光束 18 中，其中，18W 表示输出的白光光束，18B 表示输出的蓝光光束，18G 表示输出的绿光光束，18R 表示输出的红光光束。
- [38] 本质上，投影镜头 17 对光阑 161 进行了投影成像，在其像面，虽能得到颜色和亮度都均匀的光斑，但在偏离像面的其他位置，不同颜色的光斑将在空间彼此错开从而形成颜色分布不均匀的光分布，这是由于从系统输出的光束中，不同颜色光束空间角的分布不同所带来的。
- [39] 总之，在现有利用 R、G、B、W 四色 LED 作为照明光源的系统中，由于对每个 LED 芯片都要配置一个 TIR 透镜，使得不同颜色的 LED 芯片在空间位置上间隔一定的距离，这种空间位置的不同，使得输出光束中不同颜色光束的空间角分布不同，从而导致投影光束在偏离像面的位置出现光斑颜色不均匀性

的问题。另一方面，由于不同色光的空间位置和角分布不同，在照明装置的照明光路上的不透光物体会对不同颜色的光有不同的遮挡，这是造成'彩影问题'的本质原因。

[40] 下面结合具体实施例来对本发明进一步说明。

[41] 实施例一

[42] 图 2a 为在本实施例的 LED 光源系统中 LED 芯片的排布图。在本实施例中，不同颜色的 LED 芯片组成一个芯片组被固定到一个单元上，组成一个 LED 单元模组 21，多个 LED 单元模组形成一个多色 LED 单元模组阵列。其中，每个 LED 单元模组都包含多色 LED 单元模组阵列所使用的每种颜色的 LED 芯片。图 2b 为图 2a 中任一 LED 单元模组上不同 LED 芯片的排列图，其中，21 为 LED 单元模组，它由 4 个不同的 LED 芯片组成，包括一个红色 LED 芯片 21R、一个绿色 LED 芯片 21G、一个蓝色 LED 芯片 21B 和一个白色 LED 芯片 21W，它们固定在同一个导热衬底 213 上。导热衬底 213 可选用氧化铝、氮化铝等导热陶瓷，只要具有足够高的热导率同时具有绝缘表面层即可。

[43] 图 3 为本实施例的 LED 光源系统的结构示意图。其中，除 LED 单元模组 21 外，还包括准直透镜阵列。准直透镜阵列中每个准直透镜 22 都对准一个 LED 单元模组 21，用来对该 LED 单元模组 21 发出的光束进行准直。还包括复眼透镜组 23，位于准直透镜阵列之后，用来对准直透镜 23 出射的光束进行匀光；还包括位于复眼透镜组 23 光路后端的用于将从复眼透镜组 23 出射的光汇聚于预定面 261 的聚光透镜 25。其中，预定面 261 常常是聚光透镜 25 的焦平面。

[44] 在本实施例中，每个 LED 单元模组都包含 4 个不同颜色的 LED 芯片（包括 21R、21G、21B 和 21W），四个 LED 芯片以及芯片之间的间隔一起构成了整个 LED 单元模组的光源面积。四个 LED 芯片彼此紧密排列成田字型，此时光源面积最小且形成对称结构，经其后的准直透镜 22 准直后出射光束的空间均匀性最好。更为优选的，这四个 LED 芯片表面上的焊盘都位于田字型的外边上，这有利于打金线。当然在实际应用中，田字型只是一种可能的排列方式，其它排列方式也是可能的；而且若 LED 芯片颗数不是 4 颗，则必然会排列成其它形式。

- [45] LED 芯片彼此紧密排列的用意在于，一方面减小光源系统的光学扩展量，另一方面使各 LED 芯片之间的间隙尽可能小，这样有利于光源系统发光光斑的均匀性。在实际操作中，由于 LED 封装工艺的限制，LED 芯片的间距往往不能为 0，而是一个很小的距离例如 0.1~0.2mm（对于 1mm 的 LED 芯片而言）。
- [46] 在本实施例的 LED 照明装置中，准直透镜 22 在对 LED 单元模组 21 出射光束实现准直的同时也能使 LED 单元模组发射的多色 LED 发光发生混合。对每个 LED 单元模组而言，由于 R、G、B、W 四种颜色的 LED 芯片对着同一个准直透镜，它们输出的 R、G、B、W 四种颜色的光束经该准直透镜准直和混光后，将合成一束颜色分布均匀的平行光（虽然并非理想的平行光，而是具有一定的发散角，但其发散角很小，例如 $\pm 9^\circ$ ，所以可近似按平行光来处理）。该平行光束中不同颜色的光束在空间彼此重叠，其对应的角分布也近似相同，随后经复眼透镜组 23 匀光后被聚光透镜 25 会聚到光阑 261 处，投影镜头 27 再将光阑 261 的像投影成像到远处。在整个光束的传播过程中，R、G、B、W 四种颜色的光束始终耦合在一起，所以在光源系统最后输出的光束 28 中，不同颜色的光束的空间位置和出射角将基本相同。本质上，即使将 R、G、B、W 四色 LED 芯片紧密排列成田字型，由于它们的空间位置仍是不同的，这种空间位置的不同将导致它们所发出的不同颜色的光束经准直透镜 22 准直后的空间角分布也会略有差异，但由于每个 LED 芯片的面积很小（通常只有 1mm x 1mm），且不同芯片又彼此相隔很近，所以这种由空间位置差异所引起的不同颜色的光束角分布的差异可以忽略。
- [47] 在本实施例所示的 LED 照明装置中，如图 3 所示，准直透镜阵列中各个准直透镜 22 应紧密排列，使得相邻准直透镜 22 之间没有间隙。当各个准直透镜紧密排布时，对于每一种颜色的 LED 芯片发出的光，从各个准直透镜 22 准直出射时将彼此相接连成一片，这些准直光束经投影镜头 27 投影出射时也彼此相接连成一片，且充满整个发光面。当然，出于公差和安装考虑，也可使相邻准直透镜 22 之间留有一定缝隙，这也应该属于本发明的保护范围。
- [48] 本实施例与图 1b 所示的实施例相比，同样具有多颗 LED 芯片阵列，但在本实施例中，进一步将这些 LED 芯片分成了多个 LED 单元模组，并使每个 LED 单

元模组都包含有各种颜色的 LED 芯片，从而使每个 LED 单元模组都能发出各种颜色的光束；同时，每个 LED 单元模组都设置一个准直透镜来对该 LED 单元模组出射的光束进行准直，相对于现有技术中每个 LED 芯片都使用一个准直透镜的情形，既可以减少所使用的准直透镜的数量，方便安装，又实现了对不同颜色光束的混光作用。同时，由于所有准直透镜相接在一起形成准直透镜阵列，从而使得每种颜色的光束都充满整个发光面，且具有接近的空间分布和角分布，这使得不同颜色的光束的投影光斑不仅在像面，即使在偏离像面一定距离的其他位置也能较理想地重合，从而得到颜色和亮度均匀的光斑。此外，由于输出光束中的不同颜色光束的空间角分布相同，所以不会存在彩影现象。

[49] 在本实施例中，各 LED 单元模组 21 都相同，这保证了每个 LED 单元模组都包含有各种颜色的 LED 芯片，从而使每个 LED 单元模组都能发出各种颜色的光束；同时使用相同的 LED 单元模组使得生产物料的准备变得简单。

[50] 在对于亮度有较高要求的应用中，利于投影机光源应用或舞台灯应用等，LED 光源系统发出光束的光学扩展量 (etendue) 存在限制，因而从准直透镜 22 出射的准直光束的光学扩展量越小越好。因为每一个准直透镜 22 出射光束的光学扩展量越小，光阑所能够通过的光束就越多，相应的就可以设置更多的 LED 单元模组 21，该 LED 光源系统的发光强度也就越大。

[51] 对每个准直透镜而言，其输出光束的光学扩展量为该准直透镜的面积与准直后光束的发散半角的正弦的平方的乘积；LED 单元模组的光学扩展量则等于其光源面积与其发光半角（一般为 90 度）的正弦平方的乘积。在本实施例中，由于每个 LED 单元模组中的四个 LED 芯片彼此紧密排列成田字型，此时芯片之间的空间间隔可以忽略不计，光源面积最小，其光学扩展量也达到最小。此外，为了进一步减小 LED 单元模组的光学扩展量，优选地，将每个 LED 单元模组中所包含的 LED 芯片直接裸露于空气中而不使用透明材料例如环氧树脂或硅胶封装，因为当使用折射率为 n 的透明材料对 LED 芯片进行封装时，相对于将该芯片裸露于空气中的情况，会使其光学扩展量扩大 n^2 倍。优选的，控制准直后光束的光学扩展量要小于等于从 LED 单元模组输出光束的光学扩展量，这有利于 LED 光源系统的发光强度。对于整个准直透镜阵列而言，其出射光束的光学扩

展量为整个准直透镜阵列的面积乘以准直后光束的发散半角正弦的平方（此时整个准直透镜阵列的面积不仅包括所有准直透镜的面积之和，还包括各准直透镜之间的空间间隙），它优选的应小于等于各 LED 单元模组的光学扩展量之和。

- [52] 在本实施例中，通过将每个 LED 单元模组中不同的 LED 芯片彼此紧密排布，同时又使每个 LED 单元模组所对应的准直透镜 22 相接排布，从而最大限度减小了光源系统的光学扩展量，提高了输出光的亮度。
- [53] 优选的，使用光学扩展量没有显著扩大的准直透镜，这包括利用光的折射进行准直的凸透镜，也包括复合抛物面集光器 (Compound Parabolic Concentrator, CPC)，以及与复合抛物面集光器原理接近的锥形积分棒（在本实施例的最后有详细描述）；应尽量避免使用在本领域经常用到的全反射（TIR）收集透镜（图 1b 中的 TIR 透镜 13 就是一个例子）。全反射收集透镜虽然理论上可以收集 LED 发出的全角度的光，但是它对光学扩展量有显著的扩大，往往扩大 5 倍以上。
- [54] 在本实施例的光源系统中，每个 LED 单元模组包含有多颗不同颜色的 LED 芯片形成 LED 芯片组，每个 LED 单元模组中的 LED 芯片组都经过准直透镜和聚光透镜相互重叠的成像于预定面 261 形成混合光斑，所以对该 LED 光源系统而言，该混合光斑的空间分布是不均匀的（参考图 2a 可知，该光斑左上角为红色，右上角为绿色，左下角为白色，右下角为蓝色）。为了得到颜色空间分布均匀的光斑，在本实施例的光源系统中进一步设置了复眼透镜组 23 来进行匀光。
- [55] 在本实施例中，复眼透镜组 23 设置在准直透镜 22 后用来对其出射的光束进行匀光，进而改善不同颜色的光束空间分布的均匀性。为了实现良好的匀光效果，优选地，应保证准直透镜阵列中每个准直透镜的尺寸是复眼透镜中每个微透镜的尺寸的 4 倍以上。显然，复眼透镜中每个微透镜的尺寸越小，其匀光效果越好。通过在准直透镜 22 后设置复眼透镜组 23，此时整个光源系统相当于对复眼透镜中的每个微透镜进行了重叠成像，优选地，使复眼透镜中的每个微透镜呈正六边形结构，一方面可保证相邻微透镜之间的无缝排布，另一方面又使其投影像与圆形投影光斑匹配。

- [56] 在本实施例的其他应用中，为了进一步改善投影光斑空间面分布的均匀性，还可在 LED 单元模组和准直透镜之间设置积分棒来对 LED 芯片出射的光束进行匀光。积分棒包括入光口和出光口。入光口紧紧靠近 LED 单元模组中 LED 芯片的发光面设置，使得从 LED 出射的绝大部分光都能进入该积分棒；出光口位于准直透镜 22 的焦平面附近，使得其输出光束经准直透镜 22 准直后能成为较理想的平行光，此时，积分棒的出光面相当于成为了系统的光源面。由于积分棒对光的混合作用，这使得 LED 光源系统发光更加均匀。
- [57] 在实际应用中，积分棒还可以是出光口面积大于入光口面积的锥形方棒。当锥形方棒的出光口足够大，大到彼此相邻连成一片，此时从锥形方棒出光口出射的光束也将连成一片，也就不再需要其后的准直透镜了；但此时为了实现良好的混光效果，锥形方棒需具有足够的长度。
- [58] 在本实施例中，每个 LED 单元模组都包含多色 LED 单元模组阵列所使用的每种颜色的 LED 芯片，这当然可以使每种颜色光都分布于每一个 LED 单元模组，进而使每种颜色光都充满整个发光面，进而完全消除彩影问题造成的不良视觉效果。实际上，只要每个 LED 单元模组都包含多色 LED 单元模组阵列所使用颜色中的至少两种颜色的 LED 芯片，相对于现有技术来说就可以减弱彩影带来的不良视觉效果。这在有些对于彩影要求不高的场合是很实用的。
- [59] 实施例二
- [60] 在实施例一中，为了实现对投影光斑的空间匀光而在光源系统中使用了复眼透镜，但使用复眼透镜成本较高，且会使系统复杂；本实施例将采用另一种方式匀光而不采用复眼透镜。
- [61] 在本实施例中，每个 LED 单元模组中的 LED 芯片组都经过准直透镜和聚光透镜相互重叠的成像于预定面形成混合光斑，通过调整每个 LED 单元模组内 LED 芯片组中不同颜色的 LED 芯片的分布，使得任意一种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模组中的各个位置具有大致相同的分布，使得混合光斑具有良好的均匀性。例如，如图 4b 所示，蓝色 LED 芯片（图中标识为 B）在各个 LED 单元模组中有四种不同的位置，为左上角，左下角，右上角和右下角，而蓝色 LED 芯片在每个位置上的次数大致相同，即蓝色 LED 芯片在左上角的次数为 5，在

左下角的次数为 4，在右上角的次数为 5，在右下角的次数为 5；红色 LED 芯片（图中标识为 R）、绿色 LED 芯片（图中标识为 G）和白色 LED 芯片（图中标识为 W）也满足该条件，这样虽然某一种颜色的 LED 芯片在各 LED 单元模組的各个位置的数量并不精确相等，但是由于差别不大，人眼对其光斑的不均匀性并不能明显看出来，因此各 LED 单元模組的投影光斑的叠加将具有良好的均匀性。

[62] 在本实施例的另一个 LED 光源系统中，为了使每种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模組中的各个位置具有大致相同的分布，将各 LED 单元模組相对于光源平面旋转不同的角度进行固定。优选地，使各 LED 单元模組相对于各自的中心旋转不同的角度，且这些不同的旋转角在 $0-360^{\circ}$ 范围内分布均匀，也可保证每种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模組中的各个位置具有大致相同的分布，参见图 4a。可以理解，图 4b 所示的例子就是将所有不同的 LED 单元模組按照摆放方向的不同分为四类（该四类在光源平面内的摆放方向分别对应 0° ， 90° ， 180° 和 270° ），每一类的摆放方向都与其它两类的摆放方向相垂直，且每一类包含的 LED 单元模組的数量大致相同。如果每个 LED 单元模組内只包含两种颜色的 LED 芯片，也可将 LED 单元模組按照摆放方向的不同分为方向相反的两类（该两类在光源平面内的摆放方向分别对应 0° 和 180° ），在这两类 LED 单元模組中，对应位置上的 LED 芯片颜色正好不同。对本领域的技术人员，根据所使用的 LED 单元模組的数量的不同，可以有更灵活的布局，但本质不变，只要保证在整个光源平面内，每种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模組中的各个位置具有大致相同的分布即可。

[63] 图 4a 和图 4b 所示的例子是使用相同的 LED 单元模組通过旋转来使得每种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模組中的各个位置具有大致相同的分布，这样做的好处是只需采购一种 LED 单元模組，方便便宜。当然，也可以使用不同的 LED 单元模組（这里所谓的不同的 LED 单元模組，是指 LED 单元模組之间无法通过旋转来使其相同，这种不同是由于 LED 单元模組内部不同的 LED 芯片之间的相对位置不同而产生的），可以对每种 LED 单元模組分别进行布局排布，通过调整不同颜色的 LED 芯片的布置来实现每种颜色的 LED 芯片在各个 LED

单元模组中的各个位置具有大致相同的分布。例如如图 4c 所示的另一种 LED 单元模组的排布图，其中共画出了 4 个 LED 单元模组，左上角的 LED 单元模组中 LED 芯片组的排列方式是沿顺时针 R-G-W-B，右上角的 LED 单元模组中 LED 芯片组的排列方式是沿顺时针 R-W-G-B，左下角的 LED 单元模组中 LED 芯片组的排列方式是沿顺时针 R-B-W-G，右下角的 LED 单元模组中 LED 芯片组的排列方式是沿顺时针 R-B-G-W，可见这四个 LED 单元模组都不相同，但是它们同样实现了'每种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模组中的各个位置具有大致相同的分布'的目的。

[64] 在本实施例中，通过调整每个 LED 单元模组内不同颜色的 LED 芯片的分布，使得任意一种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模组中的各个位置具有大致相同的分布。这样，即使对每个 LED 单元模组的投影光斑而言，其颜色分布是不均匀的，但当所有 LED 单元模组的投影光斑叠加后，其颜色的分布就能形成均匀分布。

[65] 实施例三

[66] 在上述两个实施例中，对每种颜色的 LED 芯片而言，由于芯片相对于准直透镜而言是偏离光轴的（如图 3 中所示的 LED 芯片 211 偏离准直透镜 22 的光轴 221），单个芯片的投影光斑相对于整个光源系统的中心光轴是偏心的，这会对 LED 光源系统在预定面形成的光斑的均匀性造成不良影响。

[67] 在本实施例中，在实施例二的基础上再结合使用实施例一中的复眼透镜组，则匀光效果会更佳。图 5a 是在有复眼透镜组的情况下，针对图 2a 所示的 LED 单元模组的排布情况对其中红色 LED 芯片进行仿真的结果；图 5b 也是在有复眼透镜组的情况下，针对图 4b 所示的 LED 单元模组的排布情况对其中红色 LED 芯片进行仿真的结果。从图可见，在使用复眼透镜组的情况下同时对每个 LED 单元模组的旋转方向进行调整，使得任意一种颜色的 LED 芯片在各个 LED 单元模组中的各个位置具有大致相同的分布，可以得到更加均匀的光场输出。

[68] 在本发明的上述实施例中，虽然都强调 LED 单元模组中的四个 LED 芯片为 R、G、B、W 四种不同的颜色，实际上，它也可只包含 3 种或 2 种颜色的 LED 芯片，例如，由一个红色 LED 芯片、两个绿色 LED 芯片和一个蓝色 LED

芯片组成的 LED 单元模组；同时，不同颜色也包括不同色温的白光，例如 LED 单元模组包含 3200K 和 6500K 两种色温的白光 LED 芯片。此外，该四个 LED 芯片的排布也不限于田字形，还可是其它任意的排列方式，为了使整个光源系统的光学扩展量小，优选地，使每个 LED 单元模组中的不同 LED 芯片彼此紧密排布。此外，LED 单元模组中芯片的数量也不限于 4 个，可以包含更多或者更少。

[69] 在本发明中，可进一步包括电路控制模块，来对每个 LED 单元模组内不同颜色的 LED 芯片进行单独控制，从而控制每种颜色的光束的开光状态以及输出强度，进而实现对投影光斑的颜色、亮度和色温的控制。

[70] 在上面的三个实施例中，每一种颜色的 LED 芯片都指的是单一的一种 LED 芯片。实际上，至少有一种颜色的 LED 芯片可以是复色 LED 芯片，该复色 LED 芯片包括两种主波长的 LED 芯片，且两种主波长之差大于 10nm 且小于 30 纳米。对于这样两种主波长的 LED 芯片的发光，人眼可以分辨其发光颜色的差异，但是在人眼看来这样的颜色差异也不太明显。

[71] 通过实施例一至三的描述可知，应用本发明可以实现颜色均匀、无彩影的 LED 光源系统。在实验中发明人发现，由于该 LED 光源系统足够均匀，以至于即使使用了复色 LED 芯片人眼也不会察觉该复色 LED 芯片的颜色差异所带来的影响。同时，复色 LED 芯片的应用可以使得 LED 光源系统的发光光谱覆盖范围更大，显色指数更高。

[72] 优选的，LED 光源系统还包括颜色调整模块，该颜色调整模块接收复色 LED 芯片所对应的颜色调整信号，并根据该颜色调整信号所携带的目标颜色信息控制复色 LED 所包括的两种主波长的 LED 芯片的发光功率。例如，对红色而言，可以包括 618nm 和 635nm 两种波长的红色 LED 芯片，虽然有颜色差异但是不明显。此时，可以通过颜色调整模块调整两者相对强度来可以产生主波长不同的红色投影光束。

[73] 另一方面，使复色 LED 芯片所对应的两种主波长的 LED 芯片分别所在的 LED 单元模组相互交错排列，这样可以使这两种主波长的光混合的更加均匀，更不易被人眼察觉。

- [74] 应用本实施例，在本发明的 LED 光源系统中，可以包括不同色温的白光 LED 芯片，例如，3200K 和 6500K 两种色温，使该两种不同色温的 LED 芯片所在的 LED 单元模组相互交错排列，即可以保证混光均匀，又可通过调整模块调整两者的相对强度，进而产生不同色温的投影光斑。对本领域的技术人员，这属公知常识，不再赘述。
- [75] 本发明还保护一种 LED 照明装置，包括上述的 LED 光源系统，在该 LED 光源系统的光路后端还依次包括放置于聚光透镜焦点处用于接收聚光透镜发出的光的图案盘，和将从图案盘发出的图案光投射出去的投影镜头。
- [76] 以上所述仅为本发明的实施方式，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种 LED 光源系统，包括：
- 多色 LED 单元模组阵列，包括多个 LED 单元模组，每个 LED 单元模组都包含至少两种颜色的 LED 芯片形成 LED 芯片组，LED 芯片组中各 LED 芯片彼此紧密排列；
- 准直透镜阵列，每个准直透镜都对准一个 LED 单元模组，用来对该 LED 单元模组发出的光束进行准直；
- 位于准直透镜阵列光路后端的用于将从准直透镜阵列出射的光汇聚于预定面的聚光透镜，每个 LED 单元模组中的 LED 芯片组都经过准直透镜和聚光透镜相互重叠的成像于所述预定面形成混合光斑；
- 其中，任意一种颜色的 LED 芯片在 LED 单元模组中的各个位置具有大致相同的分布，使得所述混合光斑具有良好的均匀性。
- [权利要求 2] 根据权利要求 1 所述的 LED 光源系统，其特征在于：每个 LED 单元模组都包含所述多色 LED 单元模组阵列所使用的每种颜色的 LED 芯片。
- [权利要求 3] 根据权利要求 1 所述的 LED 光源系统，其特征在于：准直透镜阵列中各准直透镜紧密排列。
- [权利要求 4] 根据权利要求 1 所述的 LED 光源系统，其特征在于：还包括复眼透镜组，位于准直透镜阵列之后，用来对准直透镜出射的光束进行匀光。
- [权利要求 5] 一种 LED 光源系统，包括：
- 多色 LED 单元模组阵列，包括多个 LED 单元模组，每个 LED 单元模组都包含该多色 LED 单元模组阵列所使用的每种颜色的 LED 芯片形成 LED 芯片组，且 LED 芯片组中各 LED 芯片彼此紧密排列；
- 准直透镜阵列，包括多个紧密排列的准直透镜，每个准直透镜都对准一个 LED 单元模组，用来对该 LED 单元模组发出的光束进

行准直;

复眼透镜组, 位于准直透镜阵列之后, 用来对准直透镜出射的光束进行匀光;

位于复眼透镜组光路后端的用于将从复眼透镜组出射的光汇聚于预定面的聚光透镜。

[权利要求 6] 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的 LED 光源系统, 其特征在于: 各 LED 单元模组相同。

[权利要求 7] 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的 LED 光源系统, 其特征在于: 所述 LED 单元模组有四个 LED 芯片, 且该四个 LED 芯片排布成田字形。

[权利要求 8] 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的 LED 光源系统, 其特征在于: 所述 LED 芯片裸露于空气中。

[权利要求 9] 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的 LED 光源系统, 其特征在于: 准直透镜阵列的出射光束的光学扩展量小于等于各 LED 单元模组的光学扩展量之和。

[权利要求 10] 根据权利要求 1 至 5 中任意一项所述的 LED 光源系统, 其特征在于: 至少一种颜色的 LED 芯片是复色 LED 芯片, 复色 LED 芯片包括两种主波长的 LED 芯片, 该两种主波长之差大于 10 纳米且小于 30 纳米。

[权利要求 11] 根据权利要求 10 所述的 LED 光源系统, 其特征在于: 所述复色 LED 芯片所包括的两种主波长的 LED 芯片分别所在的 LED 单元模组相互交错排列。

[权利要求 12] 一种 LED 照明装置, 其特征在于, 包括
权利要求 1 至 11 中任一项所述的 LED 光源系统;
在 LED 光源系统的光路后端还依次包括放置于所述聚光透镜焦点处用于接收聚光透镜发出的光的图案盘, 和将从图案盘发出的图案光投射出去的投影镜头。

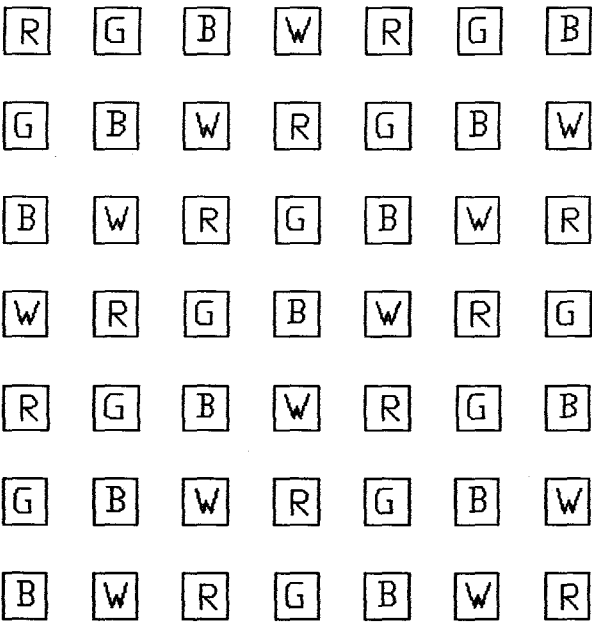


图 1a

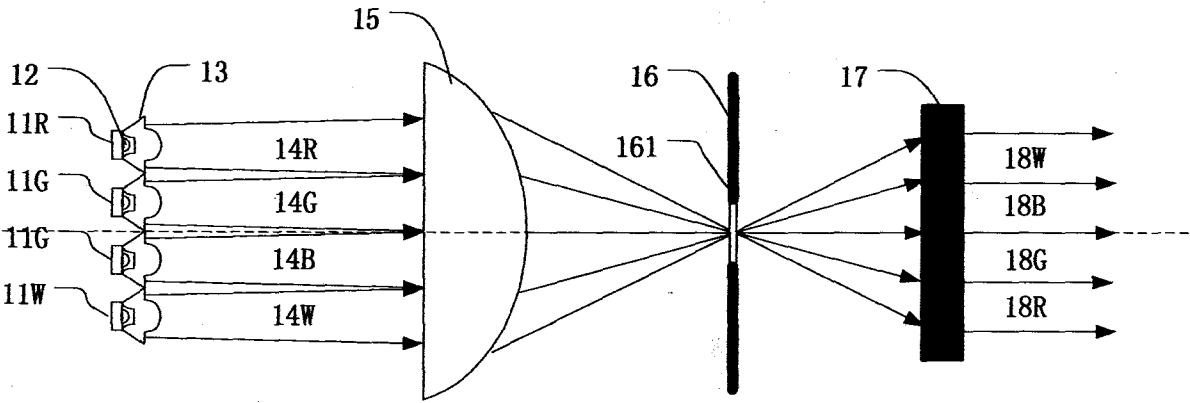


图 1b

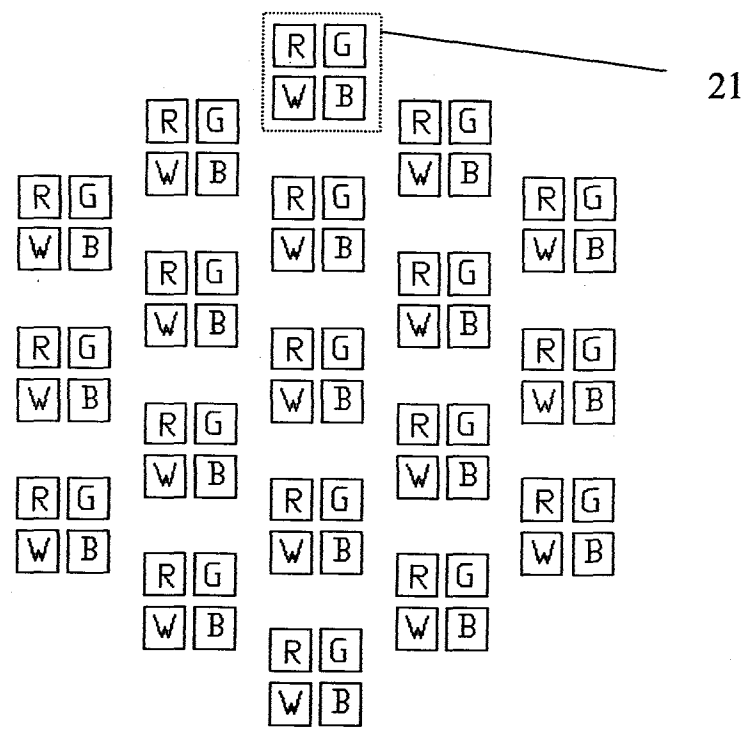


图 2a

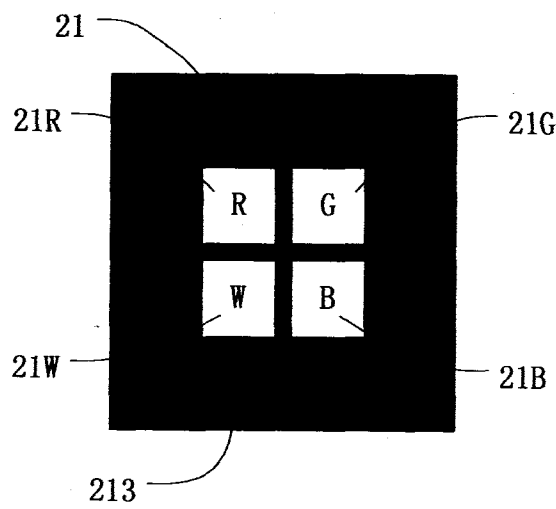


图 2b

3/5

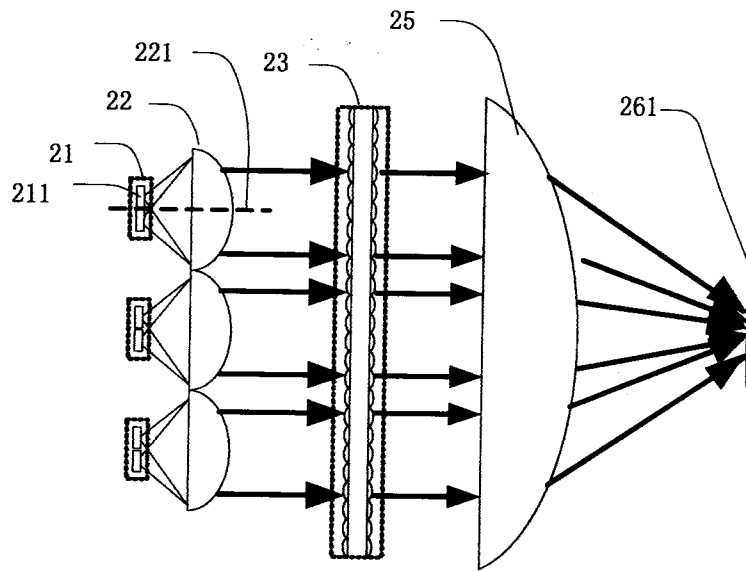


图 3

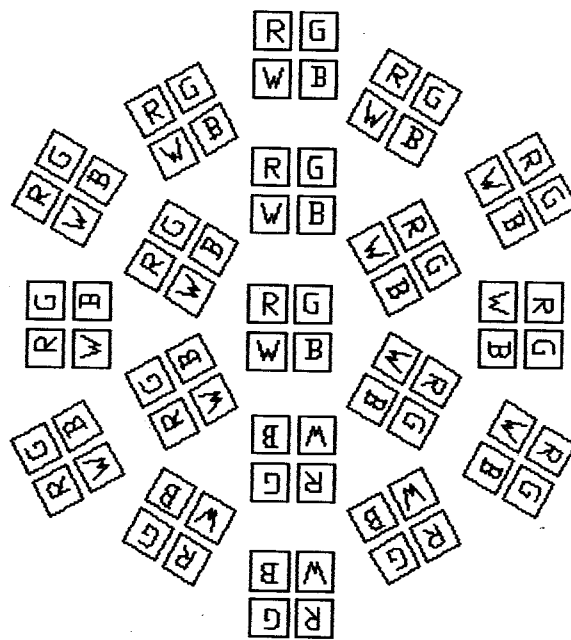


图 4a

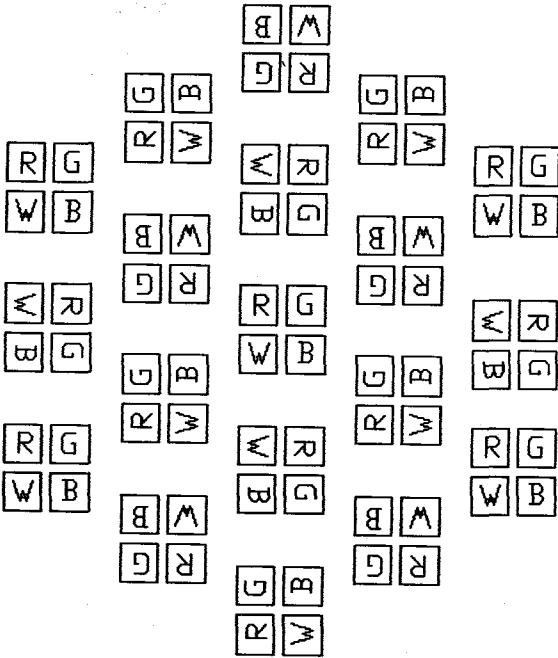


图 4b

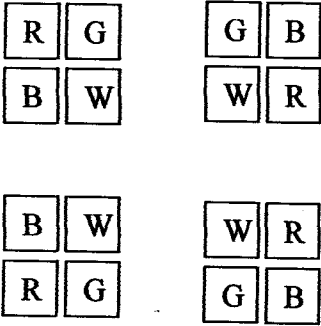


图 4c

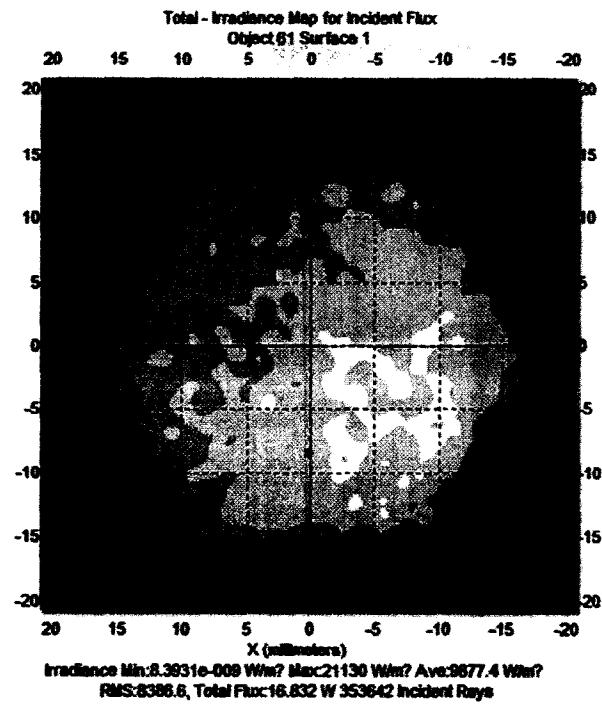


图 5a

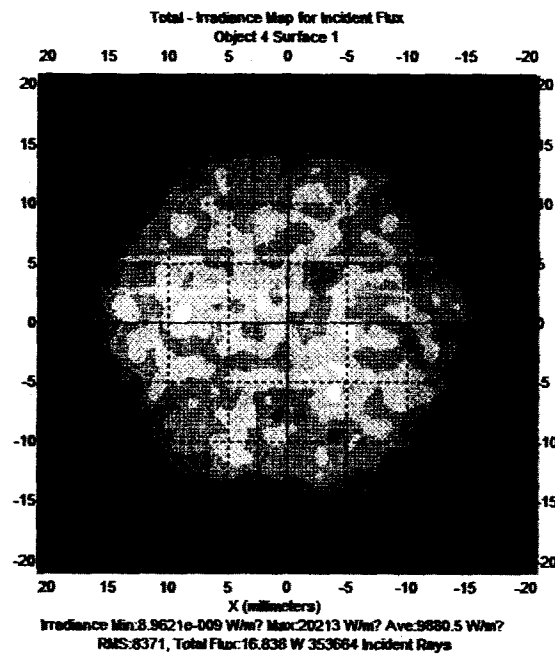


图 5b