



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380102551.9

[43] 公开日 2005年12月14日

[11] 公开号 CN 1708994A

[22] 申请日 2003.10.29

[21] 申请号 200380102551.9

[30] 优先权

[32] 2002.11.1 [33] US [31] 60/423,032

[86] 国际申请 PCT/US2003/034231 2003.10.29

[87] 国际公布 WO2004/043077 英 2004.5.21

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.29

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 S·马格里尔 T·S·拉瑟福德

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

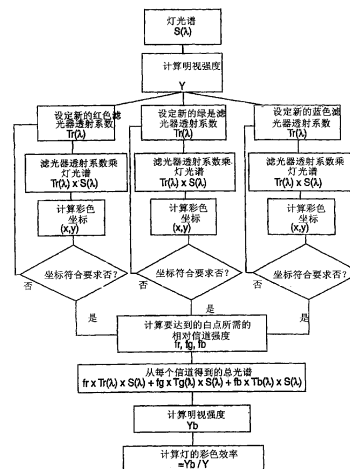
代理人 李玲

权利要求书3页 说明书8页 附图3页

[54] 发明名称 投影显示器用的光源光谱

[57] 摘要

提供了一些优化投影显示系统里所用的光源光谱的方法，目的是减少系统在分色/复合中光量损失。还公开了依据这些方法设计的投影系统。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种确定在投影系统中使用的光源的目标光谱的方法，其中从光源来的光是：(i) 空间上或时间上分裂为子部分，(ii) 这些子部分通过红、绿和蓝色滤光器
5 滤光，(iii) 这些经过滤光的子部分加以复合为屏上的彩色图像(“分光/滤波/复合过程”)，所述方法包括：
- (A) 指定红光、绿光和蓝光所期望的彩色坐标；
(B) 指定由分光/滤光/复合过程产生的白光(“复合的白光”)所期望的彩色坐标；
10 (C) 指定红、绿和蓝色滤光的一组滤光器特性；
(D) 确定(i)光源的目标光谱或(ii)光源的目标光谱与适用于红、绿和蓝色滤光器的一组修改过的滤光器特性的组合，修改是根据一个判据组合进行的，判据包括：
- (a) 使滤后红光、滤后绿光和滤后蓝光计算出的彩色坐标与那些光的指
15 定期望的彩色坐标之间的差异减小；
(b) 使复合白光计算出的彩色坐标与那光的指定期望的彩色坐标之间的差异减小；以及
(c) 提高分光/滤光/复合过程的计算出的光透射效率。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在步骤(c)中，红、绿、和蓝色滤光器的那组滤光器特性是用滤光器的截止点来指定的。
20
3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，那组滤波器特性是理想红、绿和蓝色滤光器的，这些滤光器分别对应于实际的红、绿和蓝滤光器，而它们的截止点等于实际滤光器的 50%透射点。
4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，计算出的光透射效率是根据
25 目标光源光谱的计算出的明视加权强度与复合白光计算出的明视加权强度得出的。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤(D)中计算出的光透射效率是通过尽量减少有关判据(a)所引入的滤光以外的红光、绿光和蓝光的附加滤光而提高的。
- 30 6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤(D)中，判据(a)和(b)要比判据(c)居前。

7. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 步骤(D)中, 光源的目标光谱或光源的目标光谱与红、绿和蓝光器的修改过的一组滤光器特性的组合是通过迭代确定的。
8. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 步骤(D)中, 只确定光源的目标光谱。
9. 一种构成投影系统的方法包括:
- (I) 使用权利要求 1 所述的方法去确定光源的目标光谱;
- (II) 根据步骤(I)选定光源;
- (III) 根据红、绿和蓝滤光器的一组目标滤波器特性选定红、绿和蓝滤光器, 其中那组目标滤波器特性或者是权利要求 1 步骤(C)中所指定的滤光器特性, 或者, 如果修改过, 是在权利要求 1 步骤(D)中确定的修改的那组滤波器特性; 以及
- (IV) 用步骤(II)中选定的光源与步骤(III)中选定的滤光器建造投影系统。
10. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 步骤(II)中选定的光源的光谱并不等同于步骤(I)中确定的目标光谱。
11. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 步骤(III)中所选定的红、绿和蓝滤光器的滤光器特性并不等同于那组目标滤光器特性。
12. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 步骤(IV)中建造的投影系统所具有适用于分光/滤光/复合过程的计算出的光透射效率至少是 75%。
13. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 步骤(IV)中建造的投影系统所具有适用于分光/滤光/复合过程的计算出的光透射效率至少是 85%。
14. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 步骤(IV)中建造的投影系统所具有适用于分光/滤光/复合过程的计算出的光透射效率至少是 95%。
15. 依据权利要求 9 建造的系统, 其特征在于, 该系统所具有适用于分光/滤光/复合过程的计算出的光透射效率至少为 75%。
16. 依据权利要求 9 建造的投影系统, 其特征在于, 该系统所具有适用于分/滤光/复合过程的计算出的光透射效率至少为 85%。
17. 依据权利要求 9 建造的投影系统, 其特征在于, 该系统所具有适用于分光/滤光/复合过程的计算出的光透射效率至少为 95%。
18. 一种包含光源和多个滤色器的投影系统, 其特征在于:

- (A) 该光源具有一个作为波长函数的测出的光功率分布函数 $S(\lambda)$;
- (B) 该光源具有一个明视加权强度 $Y(\lambda)$, 那是利用一个具有人眼灵敏度的滤光器按数学方法过滤 $S(\lambda)$ 得到的;
- (C) 这些滤色器具有测出的 50% 的截止点; 以及
- 5 (D) 当:
- (i) 用那些测出的 50% 截止点来定义理想滤光器,
 - (ii) 那些理想滤光器按数学方法作用于 $S(\lambda)$ 以产生几个经过滤光的光, 以及
 - (iii) 那几个经过滤光的光按数学方法组合起来产生模拟白光,
- 10 如此得到模拟白光具有一个计算出的明视加权强度 $Y_b(\lambda)$, 它在可见光谱上的积分至少是 $Y(\lambda)$ 在可见光谱上的积分的 75%, 其中可见光谱取作是从 390nm 延伸到 770nm。
19. 如权利要求 18 所述的投影系统, 其特征在于, $Y_b(\lambda)$ 在可见光谱上的积分至少是 $Y(\lambda)$ 在可见光谱上的积分的 85%。
- 15 20. 如权利要求 18 所述的投影系统, 其特征在于, $Y_b(\lambda)$ 在可见光谱上的积分至少是 $Y(\lambda)$ 在可见光谱上的积分的 95%。

投影显示器用的光源光谱

5 相关的临时申请的交叉参考文献

本申请要求 2002 年 11 月 1 日提出的美国临时申请 No. 60/423,032 的 35US (§ 119e) 属下的权益，其内容全面结合于此。

发明的技术领域

10 本发明涉及到投影光学系统，尤其是平板式投影光学系统中用的光源。参看，例如名称为“滚动彩色顺序照明系统”的编号为 No. US2003/0001990 的美国专利申请公报，其内容引用结合于此。

发明的背景

15 在彩色投影显示器中，从灯发出的光被分为红、绿和蓝色等彩色信道，然后在每个信道中独立地被调制，最后在屏上复合成一个图像。换句话说，投影显示中彩色的保持包括两步：分色和彩色复合。彩色信道可以在空间中分离(例如三板显示)或在时间上分离(例如单板显示)。

分色必须在每个信道中提供要求的(期望要的)色纯度，它可以用彩色坐标来加以量化，这在 E. Stupp 和 M. Brennesholtz 合著的“Projection Display”(投影显示)一书中(Wiley, 1999, p. 310-312)已有描述。从所有三个信道来的彩色复合必须得出要求的(期望要的)白色，它也可以用彩色坐标或色温来描述。电影和电视工程学会：推荐的实践 RP 145-1999 标题为“SMPTE C Color Monitor Colorimetry”(SMPTE C 彩色监视器色度计)一文中提出了一个通用的
20
25 色标准。

发明的概述

光源的光谱与信道中所有光学元件的随波长变化的透射决定该信道的光谱。在大多数情况下，光学设计包括光谱滤波器，就是它们改变光谱从而得到
30 期望的彩色坐标。准确地选择这样的滤波器能为具有任何给定光谱的光源提供要求的(期望的)色纯度，当然，假定光源在整个可见光范围内都发射光。

彩色复合是把来自三个不同信道的光混合起来的过程。为了达到所期望的白点，从所用的每个信道来的光的比例要加以调节。换句话说，一个或两个信道的光功率要减小。

依据此发明，由于彩色要求所引起的光量损失可以使用下面这种类型的算法加以估计(模拟)：

• 把从光源来的全部明视加权能(photopic weighted energy)(以流明计)取作100%。光度学的论述，包括是明视加权，可以在 Warren J. Smith 著的 Modern Optical Engineering (现代光学工程)一书的第8章：“光学系统的设计”中找到，也可以在 Robert E. Fischer 及 Warren J. Smith 合编的 Optical and Electro-Optical Engineering Series(光学及电光工程丛书)(第2版，Mc Graw-Hill, New York 1990 出版)pp. 205-233 里找到，特别是参看 8.9 节。扼要地说，光源的明视加权能是把光源的光谱($S(\lambda)$)按数字方法通过具有人眼灵敏度的滤波器获得的。

• 假定理想的彩色滤光器把光分为三个原色信道，在每个单个信道中具有要求的(期望的)色纯度。这些理想滤波器的特性假定是：在期望的光谱范围内，透射系数为100%，并且在这个区域之外的任何地方都为0%。不考虑有关吸收、Fresnel 反射、偏振或衍射的损失，不过，如期望的话，也可考虑。

• 将所有三种原色按要求的比例混合以产生恰当的(期望的)白点。然后把混合光的明视加权能以从光源发射的光的明视加权能中所占的百分数计算出来。

这个方法只能估计与保持彩色有关的系统的光量损失。

例如，在投影显示中最常用的是 UHP 灯(参看 H. Monch, G. Derra, E. Fischer 著的 Optimized Light Sources for Projection Displays (投影显示器用的优化光源)。SID99, p. 1076-1079)它有图 1 中所示那种类型的光谱。(图 1 中的光谱相当于图 3 中的 $S(\lambda)$ ，因而是以瓦而不是以流明来量度的。图 1 中光谱是以相对单位示出的)。这个光被分为三个信道(带有要求的(期望的)色纯度)之后，然后把所有的光复合为一个图像，白色的屏看起来无法接受(较强浅绿色)。为了提供白光的要求的(期望的)质量，必须把绿色和蓝色信道中的光强减小。结果，显示变暗了。在用这种灯的系统中有彩色保持的效率典型地只有 70%。换句话说，由于光源的光谱不理想，30%的光损失了。

依据本发明，为了使投影显示中的光量损失减少或最小化，光源的光谱要

考虑 1) 红、绿和蓝彩色信道所要求的(期望的)色纯度 2) 复合光所要求的(期望的)白光来加以选择及/或调节。

5 平板投影系统中当前在使用的各类灯所提供的光的质量(即光谱能量分布)并不足以保证能有效地使用该灯在屏幕上生成期望的白色。依据此发明, 在选择和/或设计投影系统中所使用的灯时已考虑到在红、绿和蓝色信道中需要达到正确颜色所强加的附加限制。当前各种灯的光谱并没有把这点考虑进去。因此造成在投影系统中使用它们时降低了效率。

10 对于分色步骤来说, 需要使用滤色器去满足每个信道中色纯度的要求。但是对彩色复合步骤来说, 依据本发明, 其目标是最好不使用任何滤色器即, 目标就是利用从所有信道来的所有可用光, 把它们混合起来得到所需要的白点。(要注意到, 在使用二向色滤光片/镜来在空间上分裂彩色信道的情况下, 使用具有等于分光二向色特性元件的二向色元件组合, 至少在理论上能够实现“无损失”复合。适当地选择灯的起始光谱, 能使彩色复合步骤达到期望的白点而最好基本上没有光量损失。

15 如此处所用的理想滤色器是假设性的元件, 它在某光谱范围内的透射系数为 100%, 而其它范围内的透射系数为 0%。例如图 2 中所示的是理想绿色滤色器的可见光谱上的透射系数。类似的图形也适用于理想的红色及蓝色滤色器, 其中红色滤色器的通过波长在一个预先设定的值, 例如 588nm 以上, 而吸收波长在此值以下, 并且蓝色滤色器通过波长在一个预选值, 例如 494nm 之下, 而
20 吸收波长在那个值以上。就实际滤色器而言, 理想滤色器的透射截止点(即透射从全部通过到全部不通过的波长)可以取作是等于相应实际滤色器的 50%透射点。

依据这个发明, 灯的光谱和理想滤色器的特性要加以选择为各个彩色信道以及在屏上混合所有三种彩色生成的白光获得计算的理想色坐标。

25 更具体地说, 依据此发明的第一方面, 它提供了确定在投影系统中使用的光源的目标光谱的方法, 其中包括;

- (A) 指定红光、绿光和蓝光期望的彩色坐标;
- (B) 指定由系统的分色/滤色/复合过程产生的白光(“复合的白光”)所期望的彩色坐标;
- 30 (C) 指定系统的红、绿和蓝色滤色器的一组滤色器特性;
- (D) 根据判据的组合确定(i)光源的目标光谱或(ii)光源的目标光谱与红、

绿和蓝色滤色器的一组修改过的滤色器特性的组合，判据包括：

(A)减小滤后红光、滤后绿光和滤后蓝光的计算的彩色坐标与那些光的指定期望要的彩色坐标之间的差异；

5 (B)减小复合白光的计算出的彩色坐标与那光的指定期望的彩色坐标之间的差异；以及

(C)提高分光/滤色/复合过程的计算出的光透射效率。

在本发明的某些实施例中，还使用了下面这些更准确的判据之一或几个：

(A)使滤后红光、滤后绿光与滤后蓝光的计算出的彩色坐标与那些光的指定期望的彩色坐标的差异减至最小；

10 (B)使复合白光计算出的彩色坐标与那光的指定期望的彩色坐标的差异减至最小；以及

(C)使分裂/滤光/复合过程的计算出的光透射效率最大化。

在此发明的某些较佳的实施例中，按这种方法得到的光源的目标光谱被用来作构造投影系统的准则。较佳的，这样的投影系统，其分光/滤光/复合过程的计算出的光透射效率至少有 75%，更佳的，至少有 85%，最佳的至少有 95%。

15 依据第二方面，此发明提供的投影系统至少包含一个光源及多个彩色滤光器，其中：

(A)光源具有测到的光能分布是波长的函数 $S(\lambda)$ ；

(B)光源具有一个明视加权的强度 $Y(\lambda)$ ，它是使用具有人眼灵敏度的滤光器用数学方法将 $S(\lambda)$ 过滤得出的；

(C)颜色滤光器具有测到的 50%的截止点；以及

(D)当：

(i)用这个测到的 50%截止点来定义理想滤光器，

(ii)用理想滤光器按数学方法作用于 $S(\lambda)$ 产生几个经过滤光的光，以及

25 (iii)这几个经过滤的光按数学方法组合起来产生模拟白光，

这样得到的模拟白光具有一个计算出的明视加权强度 $Y_b(\lambda)$ ，它在可见光谱上的积分至少是 $Y(\lambda)$ 在可见光谱上积分的 75%，较佳的至少是 85%，最佳的至少是 95%，其中可见光谱的范围取作从 390nm 延伸到 770nm。

30 在以下的详述中还提出了此发明的其它特点，通过那个描述，本领域的技术人员至少能部分了解它们或者按这里描述通过实践来认识。加上附图是为了提供对本发明的进一步理解，它们已结合在本文中构成本说明书的一部分。不

言自明，无论是前面的总的描述还是后面的详述，都是本发明的举例说明，目的是给理解此发明的性质和特征提供一个概观或框架。

附图的概述

5 图 1 示出了 UHP 灯的光谱。

图 2 示出了理想绿色滤光器在可见光谱上的透射系数。

图 3 示出了为了减少投影显示器中光的损失，在选择灯的光谱及理想滤光器的特性的计算流程图。

10 图 4 示出了一个光源的优化了光谱，具体地说是依据本发明使用图 3 中流程图的过程确定的一个理想(理论上)的灯的光谱。特别是，这个光谱是设计来在投影显示器中达到 SMPTE C 彩色点的，同时减少光量损失或使光量损失最小化。

发明的详述

15 为了选择(1)灯光谱及(2)理想滤光器的适当的特性，计算最好在编程计算机上按照图 3 中所示那种流程来进行。图 3 中所描述的数学运算可以使用本技术领域的技术人员都熟悉的各种计算机及软件，例如传统的台式计算机或便携式计算机以及市场上可购得的科学计算程序来进行。

20 使用图 3 的计算过程迭代调整灯的光谱及滤光器的特性，从而确认有一个或多个灯光谱和一组滤光器特性(例如一组截止波长)，它能在分色/复合过程中提供最小的损失(最高的效率)。

可以调节的系统变量的例子包括：

- 1) 灯的光谱；
- 2) 蓝色滤光器的截止点；
- 25 3) 绿色滤光器的左截止点；
- 4) 绿色滤光器的右截止点；
- 5) 红色滤光器的截止点。

要达到的目标是：

- 1) 蓝色光的彩色坐标；
- 30 2) 绿色光的彩色坐标；
- 3) 红色光的彩色坐标；

- 4) 白色光的彩色坐标;
- 5) 与分色/复合有关的损失应减小或最小化。

用上面所描述的那种类型的算法所得到的优化的灯光谱及理想滤光器的特性, 然后用它们来选择及/或设计用于构造平板显示器的实际灯和滤波器。

- 5 一般来说实际的灯和滤波器并不需要也不会严格符合使用上述算法得到的理论特性, 不过只是使用理论值作指导, 与现有的灯/滤光器相比较, 达到了改善的效率。

图 4 中示出了使用图 3 的算法所得到的一个优化的理论上的灯光谱的例子。为了获得这个光谱, 开始时用一个平的光谱, 然后迭代地实施图 3 那样的过程, 直至红、绿和蓝色信道的纯度、由组合诸信道生成的白的彩色坐标以及系统的总效率都达到可接受的水平。要注意, 这个光谱并不是一个唯一的解法, 而其它解法也会维持这个作为例子的光谱的总的特性。在确定图 4 的光谱中所用的理想颜色滤光器的特性已列在表 1。(注意, 表 1 中不同信道光谱的重叠(即蓝/绿为 484/494nm 以及绿/红为 588/599nm)该特性能够在顺序系统中加以调节, 其中各彩色信道在时间上被分开, 或在空间上分开的、三平板显示系统中在不同信道上使用不同的偏振。表 2 中列出了单个信道中得到的彩色坐标以及在彩色复合后所获得的白点的彩色坐标。这张表还有引自 SMPTE C 标准的参考数据。

这个系统(灯和理想滤光器)说明它有 98% 的颜色保持效率。

- 20 前面是作说明用的简化例。为了计算实际系统的优化的灯光谱的要求, 较佳的要考虑所用滤波器的实际的而不是理想的特性以及系统的其它设计参数。然而上面的例子说明了光源的光谱是一个强有力的变量, 可以极有利地用来在显示系统中减小光量损失或使光量损失最小。

应该注意到, 可供调节的变量数典型地要小于描述所期望的目标的参量数。就实际方面而言, 这表明图 3 的过程可以典型地停止在计算出的效率小于 100% 的点上。即在运用算法中, 达到期望的红、绿和蓝色信道和组合白光的颜色坐标典型地而且更佳地优先于达到绝对的最高效率。

依据本文所描述的技术一种可能优化的光源是等离子体灯, 在 Espian 等人的 U. S. Patent Application(美国专利申请)No. US 2002/0011802 A1 中已作了描述。这种灯的光谱取决于它的气体混合物, 它在射频电磁场激活之后就发射光。气体混合物的配方可以改变来提供期望的光谱。参考, 例如 US Patent

Nos. 4, 978, 891 和 5, 404, 076。虽然不很合意，灯的、光发射二极管的、或灯和光发射二极管的组合都可以用来达到作投影系统光源期望的总光谱。

依据上述方法设计的投影系统具有下列特性：

- (1) 它们包含一个光源及多个彩色滤光器；
- 5 (2) 光源的光能具有一个测量出的分布，它是波长的函数 $S(\lambda)$ ；
- (3) 光源具有一个明视加权强度 $Y(\lambda)$ ，它是用具有人眼的灵敏度的滤光器按数学方法对 $S(\lambda)$ 进行滤光得到的；
- (4) 这些彩色滤光器具有测量到的 50%截止点；以及
- (5) 当：
- 10 (i) 测到的 50%截止点用来定义理想滤光器；
- (ii) 理想滤波器按数学方法作用于 $S(\lambda)$ 产生多个滤过的光，以及
- (iii) 多个经滤过的光按数学方法组合起来产生模拟白光，
- 这样得到的模拟白光有一个计算得出的明视加权强度 $Y_b(\lambda)$ ，它在可见光谱上的积分至少是 $Y(\lambda)$ 在可见光谱上的积分的 75%，较佳的至少是 85%，最佳的至少是 95%，其中可见光谱取作从 390nm 延伸到 770nm。
- 15

虽然已描述并说明了本发明的实施例，应该明白，根据前述公开材料，对没有脱离本发明的范围和精神所作的各种改动，在本技术领域的技术人员来看将是显而易见的。

20

表 1

理想滤波器的特性

滤波器	蓝	绿	红
截止点	494nm	484nm & 599nm	588nm

表 2

达到的和要求的 1931 CIE 彩色坐标

信道	红	绿	蓝	白
达到的	x=0.663	x=0.309	x=0.142	x=0.312
	y=0.336	y=0.596	y=0.048	y=0.329
要求的	x=0.630	x=0.310	x=0.155	x=0.3127
	y=0.340	y=0.595	y=0.070	y=0.3290

* 参看 E. Stupp 与 M. Brennesholtz 合著的“Projection Displays” (投影显示器)Wiley, 1999, p.310-312 及 Society of Motion Picture and Television Engineers:Recommended Practice(电影与电视工程师学会:推荐的实践, RP 145-1999 标题“SMPTE c Color Monitor Calorimetry” (SMPTE 5 C 彩色监视器量热术)。

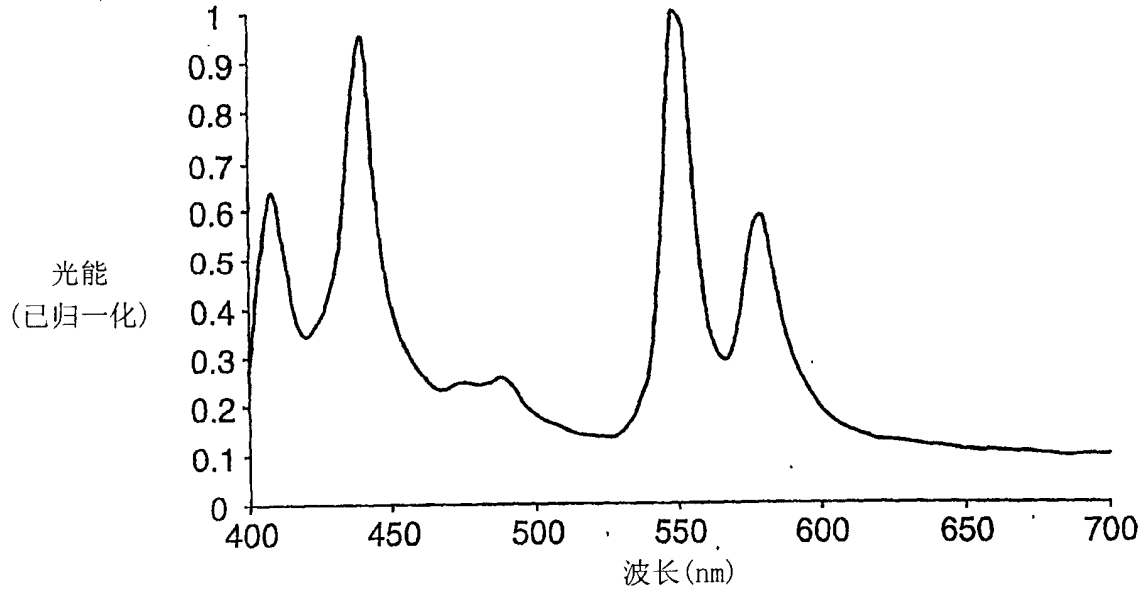


图 1

现有技术

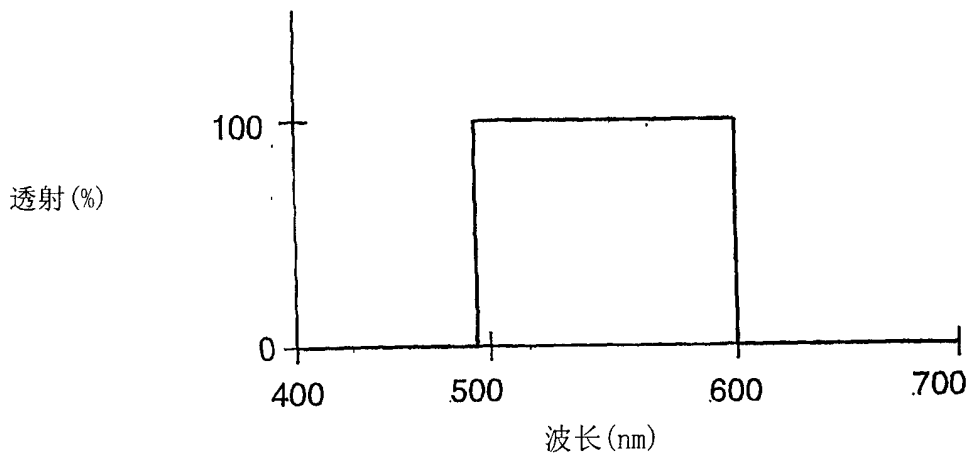


图 2

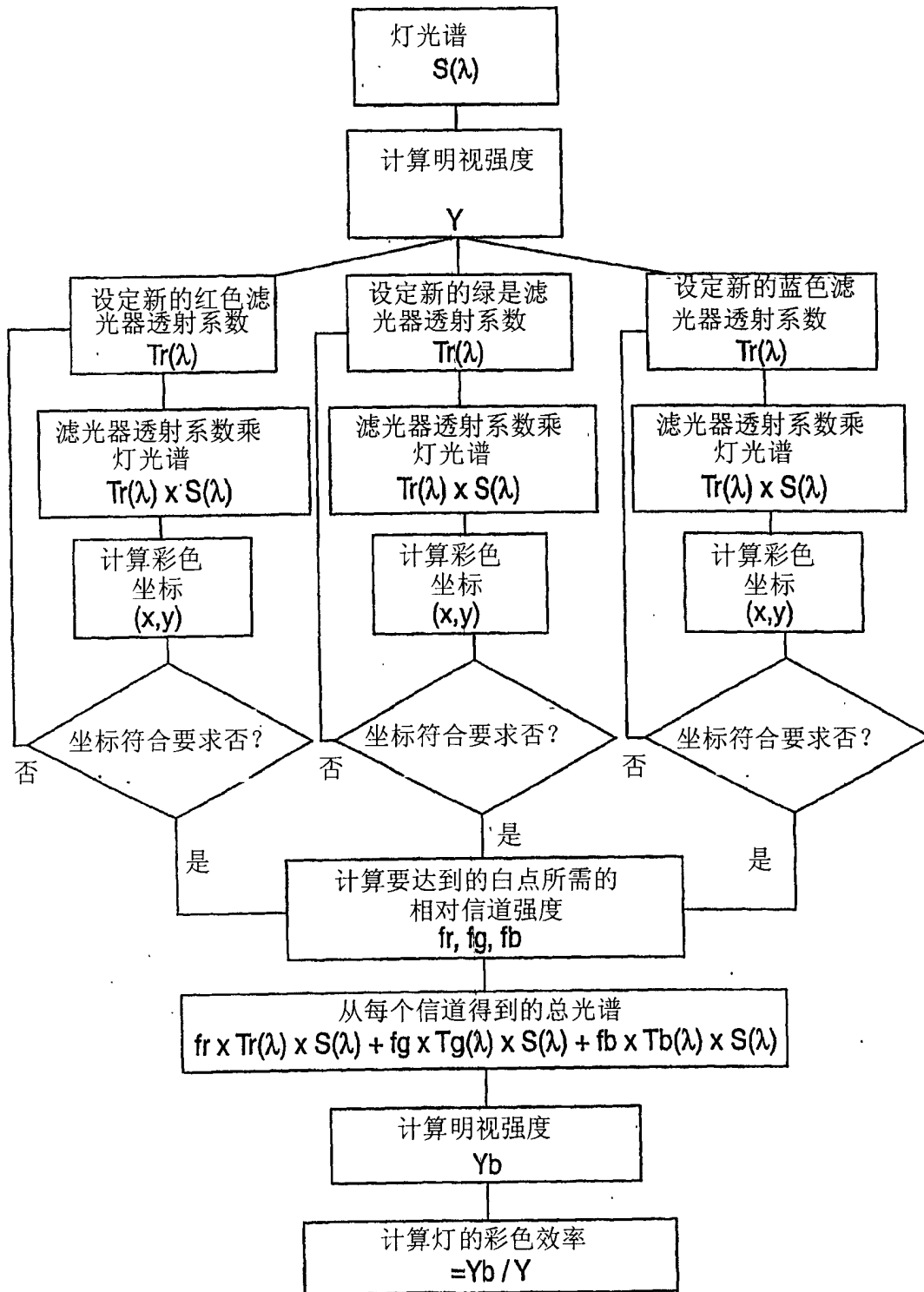


图 3

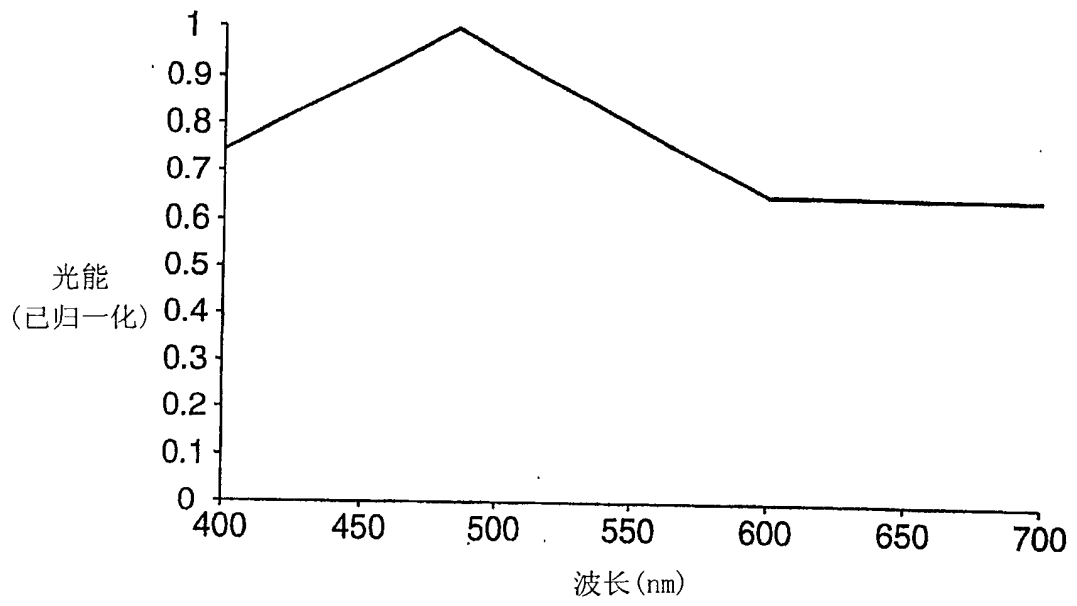


图 4