

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03807557.1

[51] Int. Cl.

G02B 5/28 (2006.01)

G02B 5/26 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01)

G03B 21/14 (2006.01)

G02B 27/18 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 5 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100489571C

[22] 申请日 2003.3.28 [21] 申请号 03807557.1

[30] 优先权

[32] 2002.4.1 [33] JP [31] 098364/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/003934 2003.3.28

[87] 国际公布 WO2003/083528 日 2003.10.9

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.29

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 三户真也

[56] 参考文献

JP11101913A 1999.4.13

JP11202127A 1999.7.30

US5999321A 1999.12.7

JP2001318221A 2001.11.16

审查员 扈 燕

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 韩 宏

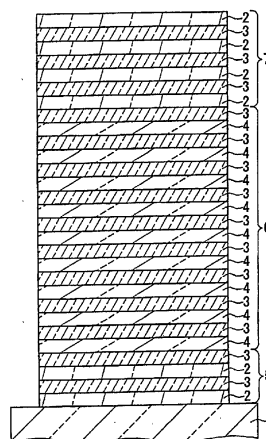
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 12 页

[54] 发明名称

分光镜和投影型显示单元

[57] 摘要

在透明衬底(1)上,按下述顺序位提供包括低折射率层(2)和高折射率层(3)的第一交替循环层(5)、包括低折射率层(2)或高折射率层(3)和中间折射率层(4)的第二交替循环层(6),以及包括低折射率层(2)和高折射率层(3)的第三交替循环层(7)。中间折射率层(4)的折射率高于低折率层(2)并低于高折射率层(3)的折射率。此外,中间折射率层(4)包含用于低折率层(2)和高折射率层(3)的材料。由此构成的分光镜在透射波长带和反射波长带间具有窄的色彩分离带,因此具有令人满意的色彩分离效果。因此,使用分光镜的投影型显示单元提供令人满意的色彩再现同时保持高光谱利用效率。



1、一种分光镜，包括：按顺序位于透明基板上的包含多个低折射率层和多个高折射率层的第一交替循环层、包含多个中间折射率层和多个所述高折射率层的第二交替循环层以及包含多个所述低折射率层和多个所述高折射率层的第三交替循环层，

其中，所述中间折射率层的折射率高于所述低折射率层的折射率并低于所述高折射率层的折射率，以及

所述中间折射率层包含用于所述低折射率层和所述高折射率层的材料。

2、如权利要求 1 所述的分光镜，其中，所述中间折射率层的折射率为 1.6 至 1.8。

3. 如权利要求 1 所述的分光镜，其中，所述第二交替循环层的循环数为 7 至 12，以及所述第一交替循环层和所述第三交替循环层包含的总层数为 7 至 12。

4. 如权利要求 1 所述的分光镜，其中，所述低折射率层由 SiO_2 制成，以及所述高折射率层是由 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 和 ZrO_2 及其混合物中的任何一种制成。

5. 一种投影型显示单元，包括光源；作为图像形成装置的光阀；用于将从所述光源发出的光会聚到所述光阀上的照明光学系统；用于将来自所述照明光学系统的照明光分离成红、绿和蓝三原色光束并合成该三原色光束的色彩分离和合成光学系统；以及用于将形成在所述光阀上的光学图像放大并投影到屏幕上的投影透镜，其中，所述色彩分离和合成光学系统包括至少一个如权利要求 1 所述的分光镜。

6. 如权利要求 5 所述的投影型显示单元，其中，所述色彩分离和合成光学系统包括蓝色反射分光镜和红色反射分光镜，以及来自媒介侧的光束相对于所述分光镜中的至少一个分光镜的入射角为 30° 或更大。

7. 一种分光镜, 包括: 按顺序位于透明基板上的包含多个低折射率层和多个高折射率层的第一交替循环层、包含多个所述低折射率层和多个中间折射率层的第二交替循环层以及包含多个所述低折射率层和多个所述高折射率层的第三交替循环层,

其中, 所述中间折射率层的折射率高于所述低折射率层的折射率并低于所述高折射率层的折射率, 以及

所述中间折射率层包含用于所述低折射率层和所述高折射率层的材料。

8. 如权利要求 7 所述的分光镜, 其中, 所述中间折射率层的折射率为 1.8 至 2。

9. 如权利要求 7 所述的分光镜, 其中, 所述第二交替循环层的循环数为 7 至 12, 以及所述第一交替循环层和所述第三交替循环层包含的总层数为 7 至 12。

10. 如权利要求 7 所述的分光镜, 其中, 所述低折射率层由 SiO_2 制成, 以及所述高折射率层是由 Nb_2O_5 和 TiO_2 中的任何一种制成。

11. 一种投影型显示单元, 包括光源; 作为图像形成装置的光阀; 用于将从所述光源发出的光会聚到所述光阀上的照明光学系统; 用于将来自所述照明光学系统的照明光分离成红、绿和蓝三原色光束并合成该三原色光束的色彩分离和合成光学系统; 以及用于将形成在所述光阀上的光学图像放大并投影到屏幕上的投影透镜, 其中, 所述色彩分离和合成光学系统包括至少一个如权利要求 7 所述的分光镜。

12. 如权利要求 11 所述的投影型显示单元, 其中, 所述色彩分离和合成光学系统包括蓝色反射分光镜和红色反射分光镜, 以及来自媒介侧的光束相对于所述分光镜中的至少一个分光镜的入射角为 30° 或更大。

分光镜和投影型显示单元

技术领域

本发明涉及具有层叠在透明衬底上的介电多层薄膜的分光镜，其有选择地传送和反射具有任意波长的光，以及投影型显示单元，用于将在光阀上形成的光学图象放大和投影到具有分光镜的屏幕上。

背景技术

通常，投影型显示单元是众所周知的，其根据光阀上的视频信号形成光学图象，以及用光照亮光学图象以便将光学图象放大和投影到具有投影透镜的屏幕上，从而获得大屏幕视频图象。如果使用三个光阀，对应于三原色红、绿和蓝的光束，能显示具有高分辨率和令人满意的颜色再现的投影图象。

使用三个光阀的投影型显示单元通常包括光源、用于将从光源发出的光会聚到光阀上的照明光学系统、光阀、用于在照明光学路径中，将来自光源的白光分成三原色红、绿和蓝的光束，以及将从光阀输出的三原色的光束合成为一个光束的色彩分离和合成光学系统，以及用于将在光阀上形成的光学图象放大和投影到屏幕上的投影透镜。

在屏幕上显示的投影图象的光学性能特征中，主要由光阀的像素的数量和投影透镜的分辨能力来确定分辨率，主要由从光源输出的光总量、照明光学系统的会聚效率、光阀的光利用效率以及色彩分离和合成光学系统的光谱利用效率来确定光输出，以及通过色彩分离和合成光学系统的光谱特征确定色彩再现。

在它们中，对光输出和色彩再现其作用的色彩分离和合成光学系统大多数具有使用反射蓝光和透射红光和绿光的蓝色反射分光镜，以及反射红光和透射绿光和蓝光的红色反射分光镜来将白光分成三原

色红、绿和蓝的光束并合成三原色的光束的结构(例如参见 JP4(1992)-372922A)。

在下文中,下面描述传统的色彩分离和合成光学系统,其使用例如构造成来自空气的光的入射线角 47.4° 的蓝色反射分光镜以及插入彼此接触的两个棱镜状的玻璃衬底间并构造成来自玻璃的光的入射角为 10° 的红色反射分光镜。

图 10A 是表示蓝色反射分光镜的光谱透射比的图,以及图 10B 是表示红色反射分光镜的光谱透射比的图。这两种分光镜具有在玻璃衬底上层叠交替循环层(alternating periodic layer)的结构,每个层包括作为低折射率层的介电薄膜以及作为高折射率层的介电薄膜,以及将具有 1.46 的折射率的 SiO_2 用作低折射率层,以及将具有 2.3 的折射率的 Nb_2O_5 用作高折射率层。蓝色反射分光镜具有显示出 50% 的透射比的波长(在下文中称为“半值波长”),在 505nm 附近,将蓝光与绿光分离开来的波长带,以及红色反射分光镜具有在 595nm 附近,将红光与绿光分离开来的半值波长。应理解到在红色反射分光镜中,在半值波长附近的透射比曲线具有线性形状,而在蓝色反射分光镜中,在半值波长附近的透射比曲线在 50% 透射比附近,具有阶梯形状。

为此的原因是相对于蓝色反射分光镜的光的入射角为大。更具体地说,当增大入射角时,S 偏振光和 P 偏振光间的透射比曲线的半值波长中的差值变得更大,如图 11 所示,以便其平均光具有如图 10A 所示的特征。在此,S 偏振光是指偏振平面垂直于包括到分光镜表面的法线和光的行进方向的平面的线性偏振光,以及 P 偏振光是指其偏振平面垂直于 S 偏振光的线性偏振光。

在如图 10A 所示的蓝色反射分光镜的情况下,半值波长附近的光谱透射比曲线具有阶梯形状,以致在绿色侧透射在蓝色侧的波长带的一部分,以及在蓝色侧上反射在绿色侧上的波长带的一部分,这降低了每种色纯度。此外,如果尝试通过这种结构提高色纯度,有必要

增加例如第一色彩校正滤光器 61，用于反射青色光，以及第二色彩校正滤光器 62，用于反射用于调整白光的色度的黄色光，由于使用第一色彩校正滤光器 61，白光的色度特征被改变，如图 12 所示，导致大大降低光谱利用效率。

因此，如果在图 10A 中所示的蓝色反射分光镜中，在半值波长附近的波长分离曲线也是线性的，用与图 10B 中所示的红光反射分光镜相同的方式，以及减小反射波长带和透射波长带间的分离宽度，能满足色彩再现和光谱利用效率。

发明内容

本发明的第一目的是提供即使在大入射角的情况下，也具有令人满意的波长分离特征的分光镜。此外，本发明的第二目的是提供具有投影图象的令人满意的色彩再现和光谱利用效率的投影型显示单元。

为实现上述目的，本发明的第一分光镜包括：以下述顺序位于透明衬底上，包括低折射率层和高折射率层的第一交替循环层、包括中间折射率层和高折射率层的第二交替循环层，以及包括低折射率层和高折射率层的第三交替循环层。中间折射率层的折射率高于低折射率层的折射率并低于高折射率层的折射率，以及中间折射率层包含用于低折射率层和高折射率层的材料。

此外，本发明的第二分光镜包括：以下述顺序位于透明衬底上，包括低折射率层和高折射率层的第一交替循环层、包括低折射率层和中间高折射率层的第二交替循环层，以及包括低折射率层和高折射率层的第三交替循环层。中间折射率层的折射率高于低折射率层的折射率并低于高折射率层的折射率，以及中间折射率层包含用于低折射率层和高折射率层的材料。

此外，本发明的投影型显示单元包括：光源、作为图象形成装置的光阀、用于将从光源发出的光会聚到光阀上的照明光学系统、用于

将来自照明光学系统的照明光分成三种主要色红、绿和蓝的光束，以及合成三种主要色的光束的色彩分离和合成光学系统，以及用于将在光阀上形成的光学图象放大并投影到屏幕上的投影透镜。色彩分离和合成光学系统包括本发明的上述第一和第二分光镜的至少一个。

附图说明

图1是表示根据本发明的实施例1的蓝色反射分光镜的示意性结构的截面图。

图2是表示根据本发明的实施例1的蓝色反射分光镜的光谱透射比特性的图。

图3是表示根据本发明的一个实施例的投影型显示单元的示意结构的视图。

图4是表示图3所示的投影型显示单元的色彩分离和合成光学系统的示意结构的视图。

图5是根据本发明的实施例1的投影型显示单元的投影图象的xy色度坐标图。

图6是表示根据本发明的实施例2的蓝色反射分光镜的示意结构的截面图；

图7是表示根据本发明的实施例2的蓝色反射分光镜的光谱透射比特性的图。

图8是使用根据本发明的实施例2的蓝色反射分光镜的投影型显示单元的投影图象的xy色度坐标图。

图9是表示根据本发明的一个实施例的红色反射分光镜的光谱透射比特性的图。

图10A是表示传统的蓝色反射分光镜的光谱透射比特性的图，以及图10B是表示传统的红色反射分光镜的光谱透射比特性的图。

图11是表示有关传统蓝色反射分光镜中的S偏振光和P偏振光

的光谱透射比特性的图。

图 12 是表示与传统的蓝色反射分光镜一起使用的色彩校正滤光器的光谱透射比特性的图。

具体实施方式

本发明的分光镜包括第二交替循环层，包括低折射率层或高折射率层，以及包括低折射率层和高折射率层的第一和第三交替循环层间的中间折射率层。中间折射率层的折射率高于低折射率层并且低于高折射率的折射率，以及中间折射率层包含用于低折射率层和高折射率层的材料。因此，即使在大入射角的情况下，能够实现具有令人满意的波长分离特性的分光镜。

此外，在本发明的投影型显示单元中，色彩分离和合成光学系统包括本发明的至少一个分光镜。因此，能提供具有投影图象的令人满意的色彩再现和光谱利用效率的投影型显示单元。

在下文中，将参考图 1 至 9 描述本发明的实施例。

（实施例 1）

图 1 是表示根据本发明的实施例 1 的蓝色反射分光镜的示意结构的截面图。在图 1 中，标记 1 表示透明玻璃衬底，2 表示低折射率层，3 表示高折射率层，4 表示中间折射率层，5 表示第一交替循环层，6 表示第二交替循环层，以及 7 表示第三交替循环层。

表 1 表示图 1 中每层的材料和薄膜厚度。主设计波长是 475nm，以及根据通过将薄膜的折射率乘以其物理薄膜厚度获得的光学薄膜厚度，显示表 1 中的每层的薄膜厚度，其中，为主设计波长的 1/4 的薄膜厚度假定为 1。

表 1

	材料	薄膜厚度
媒介	空气	
29	SiO_2	1.423
28	Nb_2O_5	0.557
27	SiO_2	0.617
26	Nb_2O_5	1.586
25	SiO_2	0.748
24	Nb_2O_5	0.844
23	SiO_2	0.942
22	Nb_2O_5	1.217
21	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
20	Nb_2O_5	1.217
19	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
18	Nb_2O_5	1.217
17	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
16	Nb_2O_5	1.217
15	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
14	Nb_2O_5	1.217
13	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
12	Nb_2O_5	1.217
11	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
10	Nb_2O_5	1.217
9	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
8	Nb_2O_5	1.217
7	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
6	Nb_2O_5	1.217

5	$\text{SiO}_2 / \text{Nb}_2\text{O}_5$	0.841
4	Nb_2O_5	1.169
3	SiO_2	0.708
2	Nb_2O_5	0.941
1	SiO_2	1.957
衬底	BK7	

包括低折射率层 2 和高折射率层 3 的第一交替循环层 5、包括中间折射率层 4 和高折射率层 3 的第二交替循环层 6，以及包括低折射率层 2 和高折射率层 3 的第三交替循环层 7 接连形成在透明玻璃衬底 1 上。第二交替循环层的循环数为 9，其层的总数为 18，以及第一交替循环层 5 和第三交替循环层 7 的层的总数为 11。因此，总共有 29 层。

低折射率层 2 由 SiO_2 制成并具有 1.46 的折射率。高折射率层 3 由 Nb_2O_5 制成以及具有 2.3 的折射率。中间折射率层 4 由包含低折射率层 2 的 SiO_2 和高折射率层 3 的 Nb_2O_5 的混合层制成，并具有 1.7 的折射率。能通过汽相淀积形成低折射率层 2 和高折射率层 3。此外，能同时汽相淀积 SiO_2 和 Nb_2O_5 形成中间折射率层 4，以及通过调节每个薄膜形成速度获得所需折射率以便控制混合比。如果采用将 Si 衬底和 Nb 衬底用作汽相淀积目标的反应溅射作为薄膜形成方法，能形成具有折射率的高再现性的令人满意的中间折射率层。

在本实施例中， Nb_2O_5 用作高折射率层；然而，代替此，可以使用 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 ZrO_2 或它们的混合物的任何一种。

第一交替循环层 5 和第三交替循环层 7 具有获得足以反射蓝光的波长带，以及通过优化薄膜厚度，最小化在绿光和红光的透射波长带中生成的波纹的功能。此外，第二交替循环层 6 具有使蓝光和绿光经受令人满意的波长分离的功能。

图 2 表示具有图 1 和表 1 中所示的多层薄膜结构的蓝光反射分光

镜的光谱透射比特性。在图 2 中,实线表示本实施例的蓝色反射分光镜的光谱透射比特性,以及虚线表示图 10A 中所示的传统蓝色反射分光镜的光谱透射比。用与传统例子相同的方式,在本实施例中,来自媒介(空气)侧的光的入射角为 47.4° 。如从与传统例子的光谱透射曲线的比较可以理解到,如果使用本发明的多层薄膜结构,在半值波长附近的波长分离带中的曲线为线性,能在蓝色侧反射在传统的例子中,在绿色侧上透射的阴影部分中的蓝光 11,以及能在绿色侧透射在传统的例子中,在蓝色侧上反射的阴影部分中的绿光 12。

在构成如上所述的本发明的分光镜的情况下,期望中间折射率层的折射率为 1.6 至 1.8。在折射率小于 1.6 的情况下,在光谱透射比特性的波长分离带中的曲线接近图 2 中的虚线,因此不可能获得本发明的特征的令人满意的波长分离特性。此外,在折射率大于 1.8 的情况下,相对于构成第二交替循环层 6 的高折射率层 3 的折射率的差值变小,从而不可能获得足以反射蓝光的反射波长带。

此外,期望第二交替循环层 6 的循环次数为 7 至 12。在循环数小于 7 的情况下,不可能获得如在图 2 所示的实施例中的令人满意的波长分离特性。在循环数大于 12 的情况下,减少光谱透射比特性中的变化,因此,减少循环数增加的效果。

此外,期望第一交替循环层 5 和第三交替循环层 7 的层总数为 7 至 12。在层总数小于 7 的情况下,不可能获得足以反射蓝光的反射波长带。或不可能获得足够的反射率。在层总数大于 12 的情况下,减少光谱透射比特性中的变化,因此,减少增加层数的效果。

图 3 表示在本发明的实施例 1 中的投影型显示单元的示意结构。在图 23 中,标记 32 表示光源,28 表示照明光学系统,30 表示色彩分离和合成棱镜(色彩分离和合成光学系统),31 表示光阀,以及 32 表示投影透镜。

在反射型光阀 31 中,在像素基础上,按矩阵排列反射镜元件,

以及根据视频信号,改变反射镜元件的倾斜以便改变反射角,由此调制光的行进方向以便形成光学图象。

光源 23 由灯 21 和凹面镜 22 组成。凹面镜 22 是反射面的横截面形状形成椭圆形,并具有第一焦点和第二焦点的椭球面镜。氙灯用作灯 21。照明的中心位于凹面镜 22 的第一焦点附近,以及杆状棱镜 24 的光入射面位于凹面镜 22 的第二焦点的附近。此外,通过形成在玻璃衬底的内表面上透射红外光以及反射可见光的光学多层薄膜构成凹面镜 22。

照明光学系统 28 由杆状棱镜 24、聚光透镜 25、全反射镜 26 和向场镜 27 组成。杆状棱镜 24 是光的入射面和输出面具有与反射型光阀 31 的有效显示面相同的长宽比,并位于会聚从光源 23 发出的光的地方的方形棱镜,以便杆状棱镜 24 由耐热性良好的石英玻璃制成。在杆状棱镜 24 的入射面附近形成由凹面镜 22 会聚的灯的照明范围。对由凹面镜 22 会聚的灯 21 的照明图像来说,存在在接近光轴的中心附近为最亮,以及朝圆周的方向快速变暗,以致入射面上的亮度不均匀的倾向。比较起来,使入射在杆状棱镜 24 上的光通量在杆状棱镜 24 的侧表面上经受多次反射,以及按反射数细微地划分和覆盖发光图象,以便使杆状棱镜 24 的输出面上的亮度均匀。因此,随着杆状棱镜 24 中反射次数越大,使灯的发光图象的细微划分和覆盖的效果增加以便提高均匀度。因此,均匀度由杆状棱镜 24 的长度而定。在本实施例中,将杆状棱镜 24 的长度设置成相对于中心照度,屏幕上圆周照度为 90%或更高。

如上所述,通过将杆状棱镜 24 的输出面设置成第二面光源,其中使亮度均匀,以及在具有会聚透镜 25 和位于稍后级中的向场镜 27 的反射型光阀 31 的有效显示区中,以与反射型光阀 31 的有效显示区匹配的放大率形成输出面图象,能满足确保会聚效率和提高均匀性。

将从向场镜 27 输出的照明光入射在全反射棱镜 29 上。全反射棱

镜 29 由两个棱镜组成，在棱镜的邻近面上形成非常薄的空气层。空气层的角度设置成从向场镜 27 输出的照明光以等于或高于临界角的角度入射在空气层上，以及从此全反射以便对角入射在反射型光阀 31 上，以及从光阀 31 反射、作为投影图象的光（在下文中称为 ON 光）以等于或低于入射在投影透镜 32 上的临界角的角度入射在空气层上并透过空气层。因此，通过提供全反射棱镜 29，能以紧凑尺寸构成整个光学系统。

色彩分离和合成棱镜 30 位于全反射棱镜 29 和反射型光阀 31 间，以及使用用于红、绿和蓝光三个反射型光阀 31。

在下文中，将参考图 4 描述色彩分离和合成棱镜 30 的结构和功能。

图 4 是在图 3 所示的色彩分离和合成棱镜 30 的水平方向中的截面图。色彩分离和合成棱镜 30 包括三个棱镜（第一棱镜 33、第二棱镜 34 和第三棱镜 35）。在第一棱镜 33 和第二棱镜 34 间的接近表面上设置有蓝色反射分光镜 36 以及在第二棱镜 34 和第三棱镜 35 间的接近表面上设置有红色反射分光镜 37。蓝色反射分光镜 36 是如图 1 和 2 以及表 1 所示构成的一种，并形成在第一棱镜 33 侧上。在第一棱镜 33 和第二棱镜 34 间形成空气层，以及相对于蓝色反射分光镜 36，来自第一棱镜 33 侧的光的入射角为 29° ，以及该光到空气层的输出角为 47.4° 。此外，在第二棱镜 34 侧上形成红色反射分光镜 37，以及第二棱镜 34 和第三棱镜 35 彼此粘接，期间插入有红色反射分光镜 37。相对于红色反射分光镜 37，来自第二棱镜 34 侧的光的入射角以及该光到第三棱镜 35 侧的输出角均为 10° 。红色反射分光镜 37 具有与图 10B 所示的传统红色反射分光镜相同的光谱透射比特性。

来自全反射棱镜 29 的光首先入射在蓝色反射分光镜 36 上，以及从此反射的蓝光入射在用于蓝光的蓝色反射光阀 31B 上。然后，透过蓝色反射分光镜 36 的光入射在红色反射分光镜 37 上，以及从此反射

的红外入射在用于红光的反射型光阀 31R 上。然后, 透过蓝色反射分光镜 36 和红色反射分光镜 37 的绿光入射在用于绿光的反射型光阀 31G 上。通过各自对应的反射型光阀 31B、31R 和 31G 反射三原色的光束, 然后通过蓝色反射分光镜 36 和红色反射分光镜 37 合成为一个光束以便入射在全反射棱镜 29 上。因此, 将白光分成三种颜色红、绿和蓝的光束, 以及用对应于各个视频信号的三种反射型光阀 31B、31R 和 31G 调制各种颜色的光束, 然后合成, 由此能显示全色高清晰度投影图象。

在入射在反射型光阀 31B、31R 和 31G 上的照明光中, 对应于白色显示的 ON 光透过全反射棱镜 29 和投影透镜 32 以便放大和投影到屏幕上(未示出)。另一方面, 对应于黑色显示的 OFF 光传播到投影透镜 32 的有效直径外, 并不达到该屏幕。

在图 5 的 xy 色度坐标图中示出了从本实施例的投影型显示单元投影的投影图象的色度。在图 5 中, 在通过连接红、绿和蓝的色度坐标获得的三角形中, 实线表示将本实施例的蓝色反射分光镜用作蓝色反射分光镜的投影图象的特性, 以及虚线表示使用传统的蓝色反射分光镜的投影图象的特性。三角形的更大区域表示色彩再现范围越大。在本实施例中, 连接绿到蓝的线与传统的例子相比, 位于外部, 因此, 应理解到色彩再现范围更大。

此外, 与传统例子相比, 在本实施例中, 光谱利用效率被增加约 4%, 因此, 即使在光学输出方面, 本发明也是有利的。此外, 在传统的例子中, 如果图 12 所示的上述色彩校正滤光器用于实现等于本实施例的色彩再现范围的目的, 增加了光谱利用效率。因此, 在本实施例中, 与使用传统例子的色彩校正滤光器的情况相比, 光学输出优于 10%至 15%。因此, 在满足色彩再现和光学输出两方面有显著的效果。

在本实施例中, 将用于调制光的行进方向的反射型光阀用作光

阀。然而，即使在使用其他系统的反射型光阀或透射型光阀的情况下，使用本实施例的分光镜的色彩分离和合成光学系统能获得与上述相同的效果，只要光阀调制自然光。

此外，本实施例的分光镜特别是当空气转换中，光的入射角为30°或更大时显示出效果。因此，本实施例采用将三个棱镜组合成色彩分离和合成光学系统的结构，以及在到蓝色反射分光镜的空气转换方面的光入射角为47.4°。然而，只要到分光镜的空气转换方面的光入射角为30°或更大，即使在具有其他结构的色彩分离和合成光学系统中，也能获得相同的效果。

（实施例2）

图6是表示本发明的实施例2中的蓝色反射分光镜的示意结构的截面图。在图6中，标记41表示透明玻璃衬底，42表示低折射率层，43表示高折射率层，44表示中间折射率层，45表示第一交替循环层，46表示第二交替循环层，以及47表示第三交替循环层。

表2表示图6中每层的材料和薄膜厚度。主设计波长是475nm，以及根据通过将薄膜的折射率乘以其物理薄膜厚度获得的光学薄膜厚度，显示表2中的每层的薄膜厚度，其中，为主设计波长的1/4的薄膜厚度假定为1。

表 2

	材料	薄膜厚度
媒介	空气	
29	SiO ₂	1.106
28	Nb ₂ O ₅	0.574
27	SiO ₂	0.847
26	Nb ₂ O ₅	1.023
25	SiO ₂	0.993

24	Nb_2O_5	0.752
23	SiO_2	1.046
22	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
21	SiO_2	0.808
20	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
19	SiO_2	0.808
18	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
17	SiO_2	0.808
16	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
15	SiO_2	0.808
14	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
13	SiO_2	0.808
12	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
11	SiO_2	0.808
10	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
9	SiO_2	0.808
8	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
7	SiO_2	0.808
6	SiO_2 / Nb_2O_5	1.364
5	SiO_2	0.808
4	Nb_2O_5	1.076
3	SiO_2	0.664
2	Nb_2O_5	1.019
1	SiO_2	1.907
衬底	BK7	

包括低折射率层 42 和高折射率层 43 的第一交替循环层 45、包括低折射率层 42 和中间折射率层 44 的第二交替循环层 46，以及包

括低折射率层 42 和高折射率层 43 的第三交替循环层 47 接连形成在透明玻璃衬底 41 上。第二交替循环层 46 的循环数为 9，其层的总数为 18，以及第一交替循环层 45 和第三交替循环层 47 的层的总数为 11。因此，总共有 29 层。

低折射率层 42 由 SiO_2 制成并具有 1.46 的折射率。高折射率层 43 由 Nb_2O_5 制成以及具有 2.3 的折射率。中间折射率层 44 由包含低折射率层 42 的 SiO_2 和高折射率层 43 的 Nb_2O_5 的混合层制成，并具有 1.9 的折射率。能通过汽相淀积形成低折射率层 42 和高折射率层 43。此外，能同时汽相淀积 SiO_2 和 Nb_2O_5 形成中间折射率层 44，以及通过调节每个薄膜形成速度获得所需折射率以便控制混合比。如果采用将 Si 衬底和 Nb 衬底用作汽相淀积目标的反应溅射作为薄膜形成方法，能形成具有折射率的高再现性的令人满意的中间折射率层。

在本实施例中， Nb_2O_5 用作高折射率层；然而，代替此，可以使用 TiO_2 。

第一交替循环层 45 和第三交替循环层 47 具有获得足以反射蓝光的波长带，以及通过优化薄膜厚度，最小化在绿光和红光的透射波长带中生成的波纹的功能。此外，第二交替循环层 46 具有使蓝光和绿光经受令人满意的波长分离的功能。

图 7 表示具有图 6 和表 2 中所示的多层薄膜结构的蓝光反射分光镜的光谱透射比特性。在图 7 中，实线表示本实施例的蓝色反射分光镜的光谱透射比特性，以及虚线表示图 10A 中所示的传统蓝色反射分光镜的光谱透射比。用与传统例子相同的方式，在本实施例中，来自媒介（空间）侧的光的入射角为 47.4° 。如从与传统例子的光谱透射曲线的比较可以理解到，即使在本实施例的多层薄膜结构中，在半值波长附近的波长分离带中的曲线为线性，能在蓝色侧反射在传统的例子中，在绿色侧上透射的阴影部分中的蓝光 51，以及能在绿色侧透射在蓝色侧上反射的阴影部分中的绿光 52。

在构成如上所述的本实施例的分光镜的情况下，期望中间折射率层 44 的折射率为 1.8 至 2.0。在折射率小于 1.8 的情况下，在光谱透射比特性的波长分离带中的曲线接近图 6 中的虚线，因此不可能获得本发明的特征的令人满意的波长分离特性。此外，在折射率大于 2.0 的情况下，相对于构成第二交替循环层 46 的低折射率层 42 的折射率的差值变小，从而不可能获得足以反射蓝光的反射波长带。

此外，期望第二交替循环层 46 的循环次数为 7 至 12。在循环数小于 7 的情况下，不可能获得如在图 7 所示的本实施例中的令人满意的波长分离特性。在循环数大于 12 的情况下，减少光谱透射比特性中的变化，因此，减少循环数增加的效果。

此外，期望第一交替循环层 45 和第三交替循环层 47 的层总数为 7 至 12。在层总数小于 7 的情况下，不可能获得足以反射蓝光的反射波长带。或不可能获得足够的反射率。在层总数大于 12 的情况下，减少光谱透射比特性中的变化，因此，减少增加层数的效果。

图 8 的 xy 色度坐标图表示在将本实施例的蓝色反射分光镜用作在实施例 1 中所述的图 3 的投影型显示单元的图 4 所示的色彩分离和合成棱镜 30 中的蓝色反射分光镜 36 的情况下的投影图象的色度。

在图 8 中，在通过连接红、绿和蓝的色度坐标获得的三角形中，实线表示将本实施例的蓝色反射分光镜用作蓝色反射分光镜的投影图象的特性，以及虚线表示使用传统的蓝色反射分光镜的投影图象的特性。即使在本实施例中，连接绿到蓝的线与传统的例子相比，位于外部，因此，应理解到色彩再现范围更大。

此外，相比于传统例子，在本实施例中，光谱利用效率被增加约 2%，因此，即使在光学输出方面，本实施例也是有利的。此外，用与实施例 1 相同的方式，在传统的例子中，如果图 12 所示的色彩校正滤光器用于实现等于本实施例的色彩再现范围的目的，降低了光谱利用效率。因此，在本实施例中，与使用传统例子的色彩校正滤光器

的况相比，光学输出有利地增大了 10%至 15%。因此，在满足色彩再现和光学输出两方面有显著的效果。

本发明的分光镜特别是当空气转换中，光的入射角为 30° 或更大时显示出效果。因此，本实施例采用将三个棱镜组合成色彩分离和合成光学系统的结构，以及在到蓝色反射分光镜的空气转换方面的光入射角为 47.4° 。然而，只要到分光镜的空气转换方向的光入射角为 30° 或更大，即使在具有其他结构的色彩分离和合成光学系统中，也能获得相同的效果。

图 9 表示用与上述实施例 1 和 2 的蓝色反射分光镜的情形相同的方式，具有空气转换中 47.4° 的光入射角的红色反射分光镜的示例性光谱透射比特性。图 9 中的实线表示如在上述实施例 1 和 2 中所述，包括中间折射率层的三个交替循环层的多层薄膜组成的红色反射分光镜的特性，以及虚线表示用与传统例子相同的方式，仅由两种折射层的交替循环层组成的红色反射分光镜的特性。应理解到，在用实线表示的本发明的红色反射分光镜中，在半值波长附近的波长分离带中的曲线是线性的。在实施例 1 和 2 的任何一个中，已经示出了将本发明应用于蓝色反射分光镜的情形。然而，如从图 9 理解到，在空气转换方面，本发明可应用于具有大的光入射角的红色反射分光镜，以及即使在这种情况下，也能获得如在上述实施例 1 和 2 中相同的效果。

上述实施例的任何一个意图在于阐述本发明的技术内容。本发明不是通过限定到这些特定的例子来解释，以及能通过本发明的精神和权利要求书的范围内改变来执行。因此，应当在广义上解释本发明。

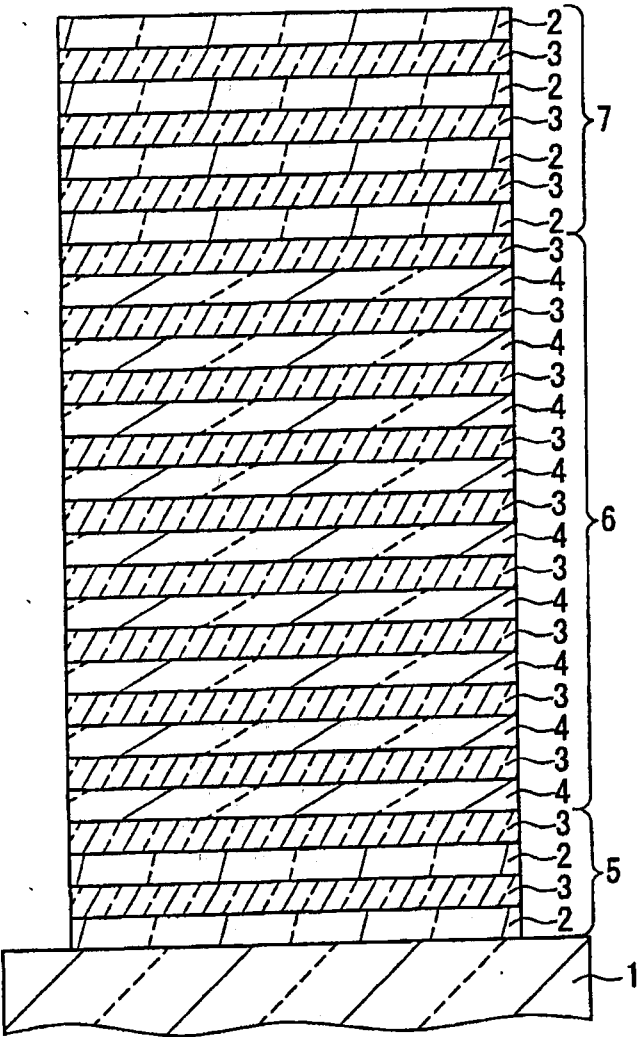


图1

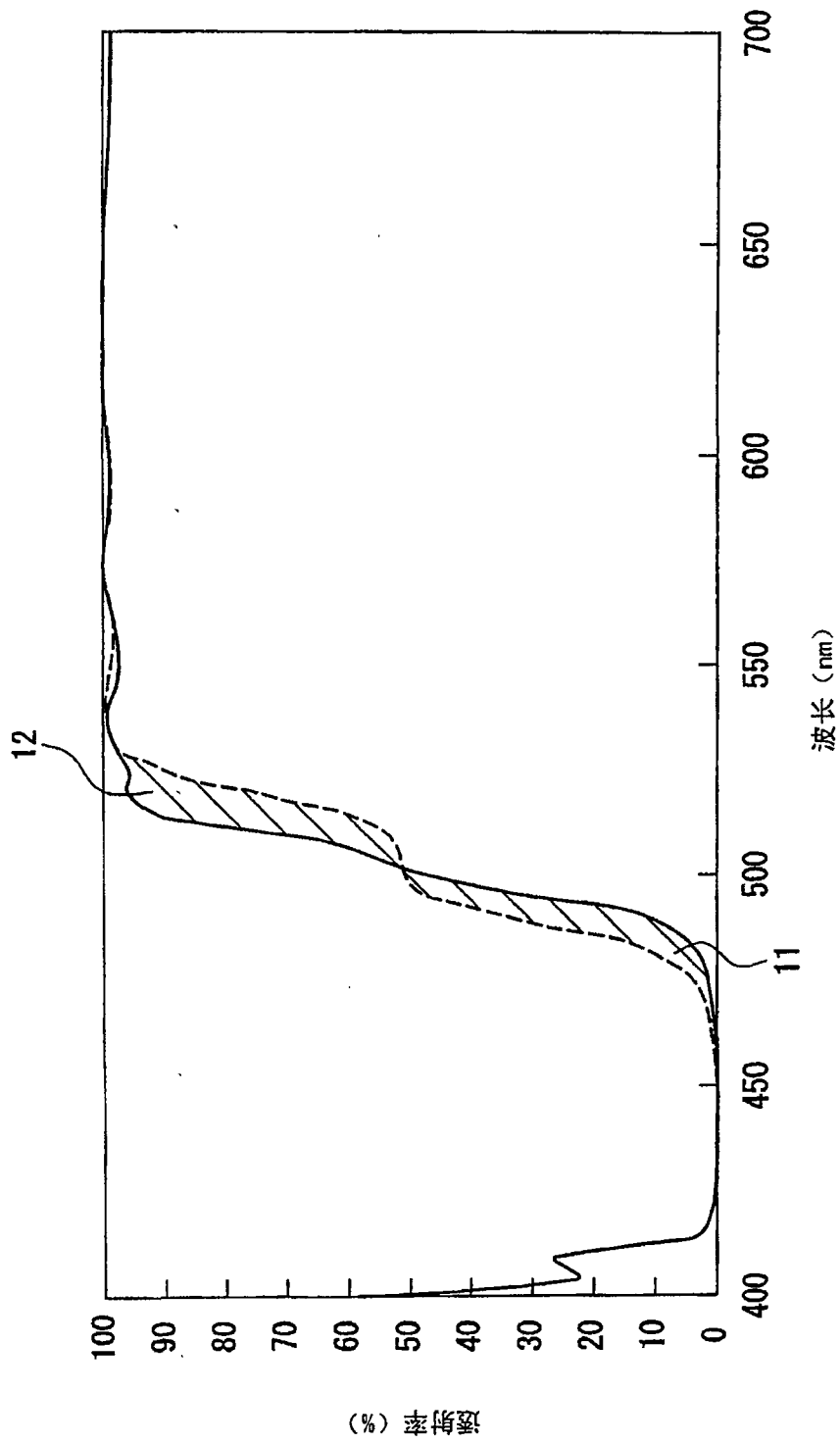


图2

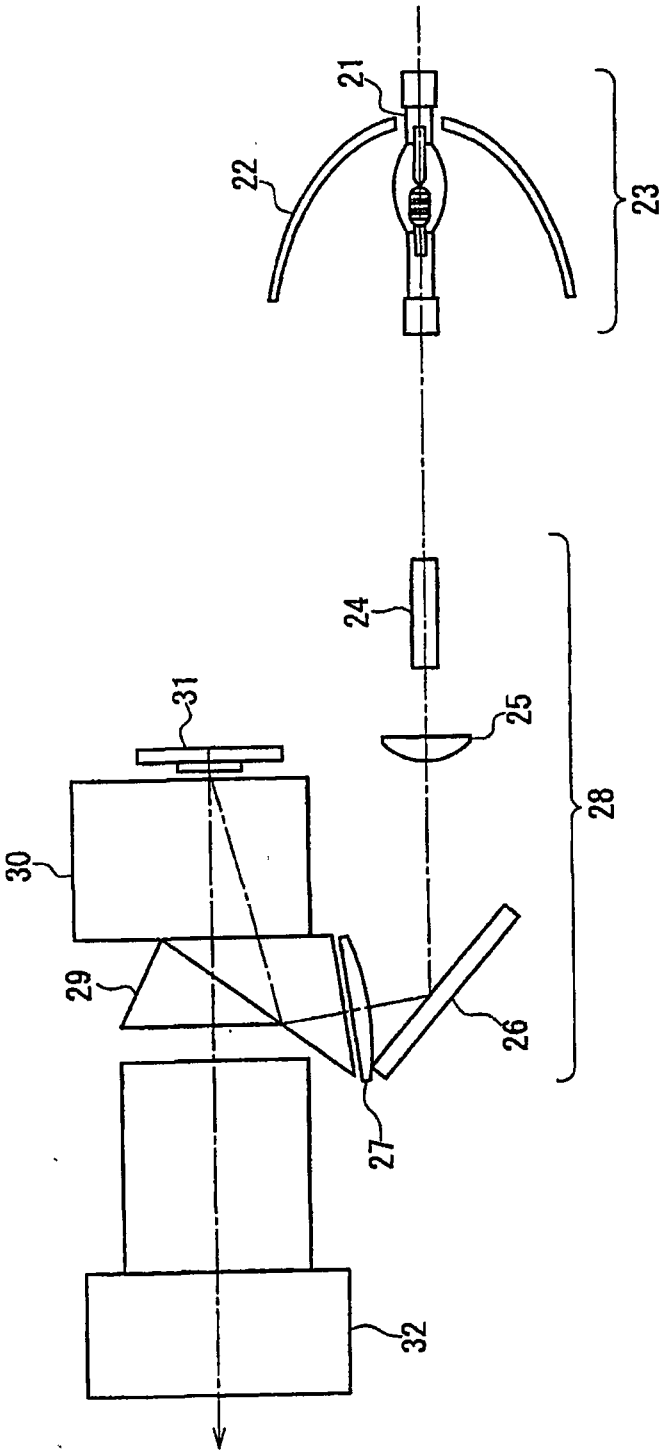


图3

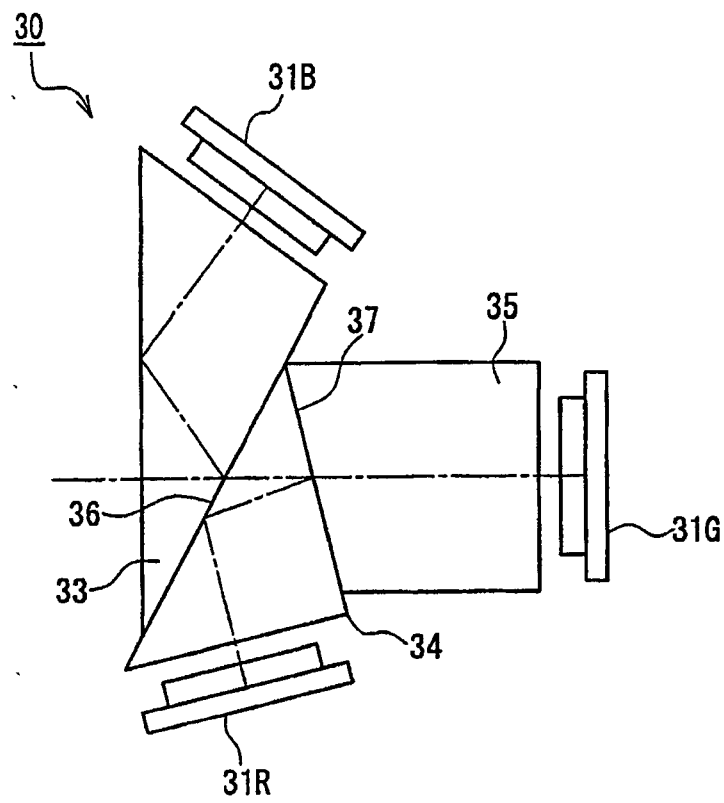


图4

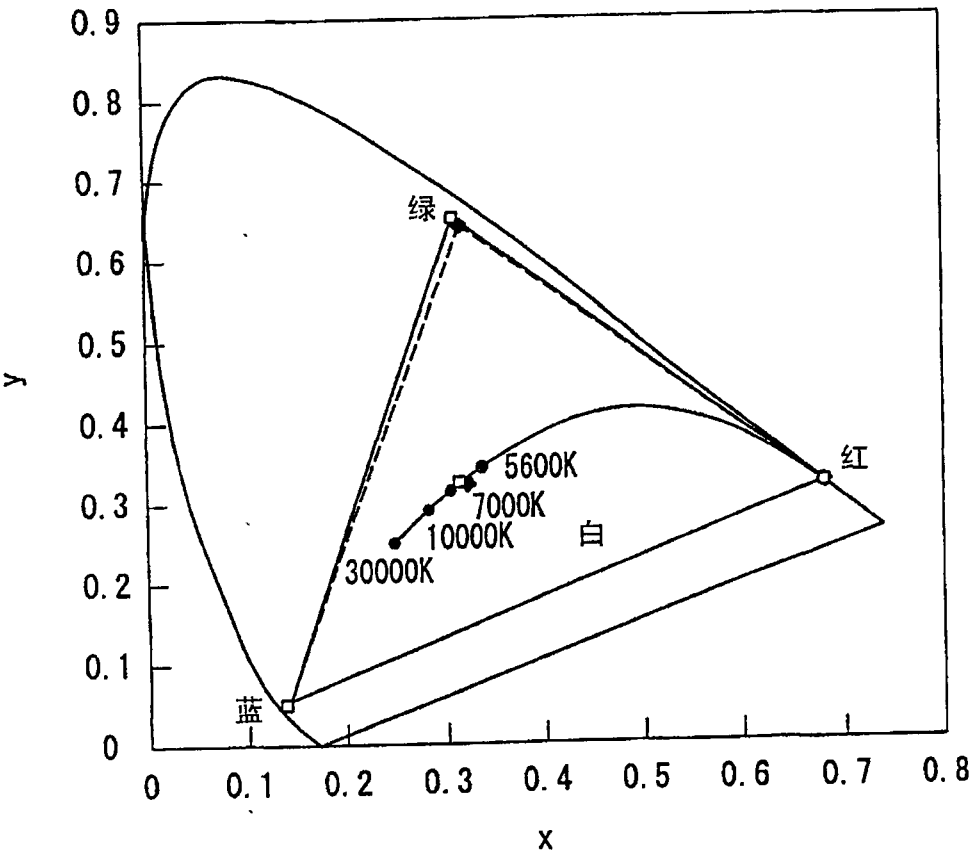


图5

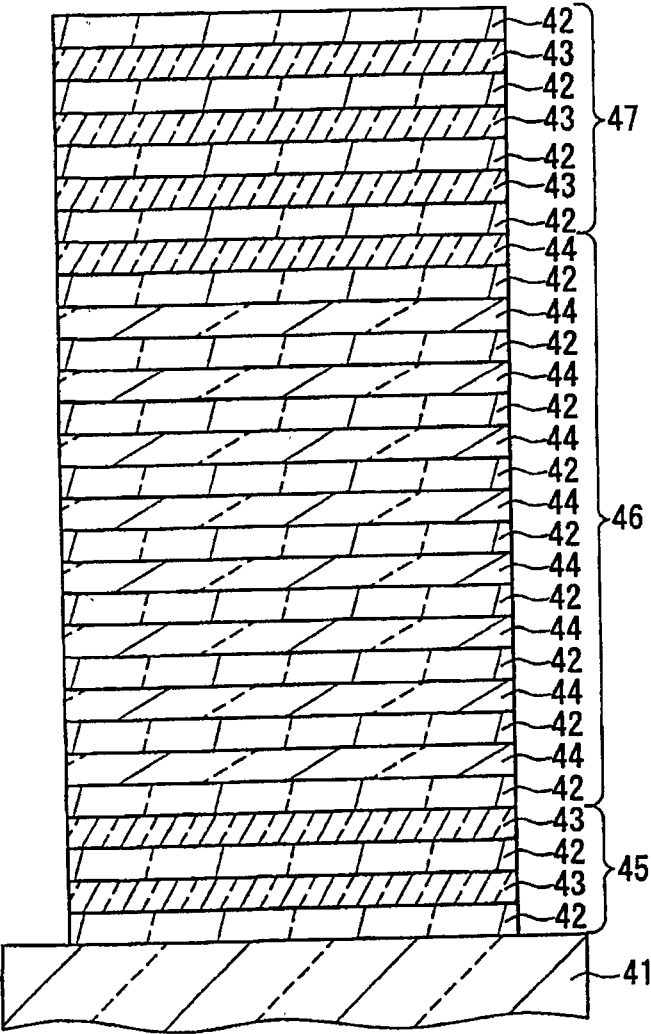


图6

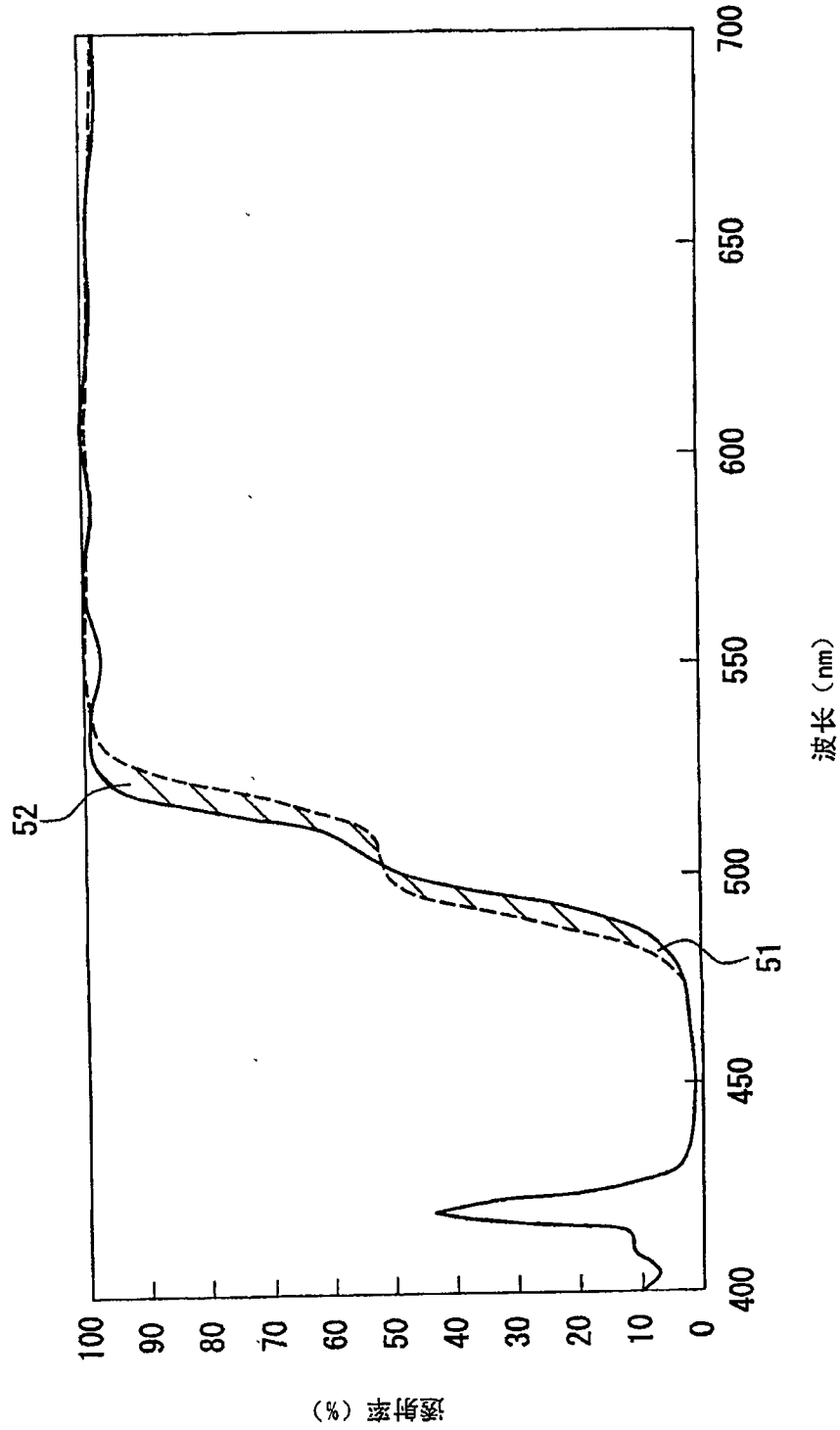


图7

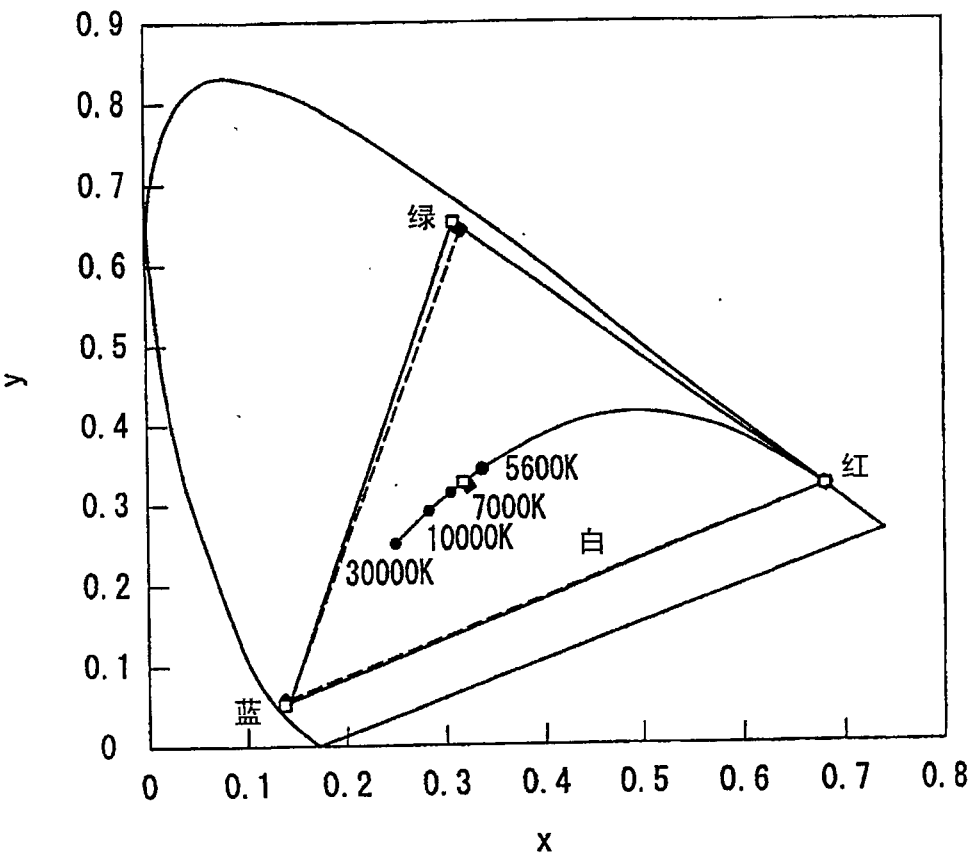


图8

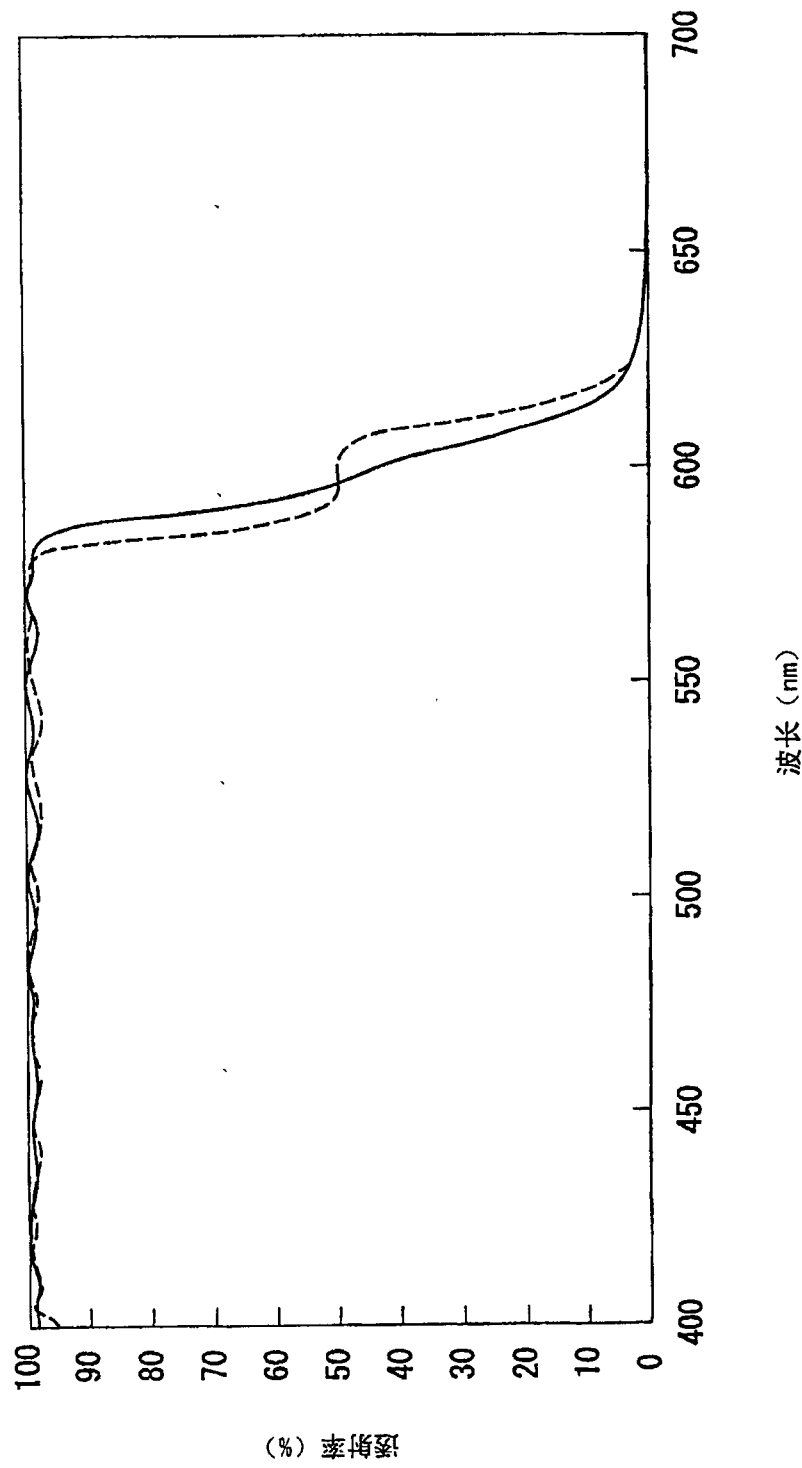


图9

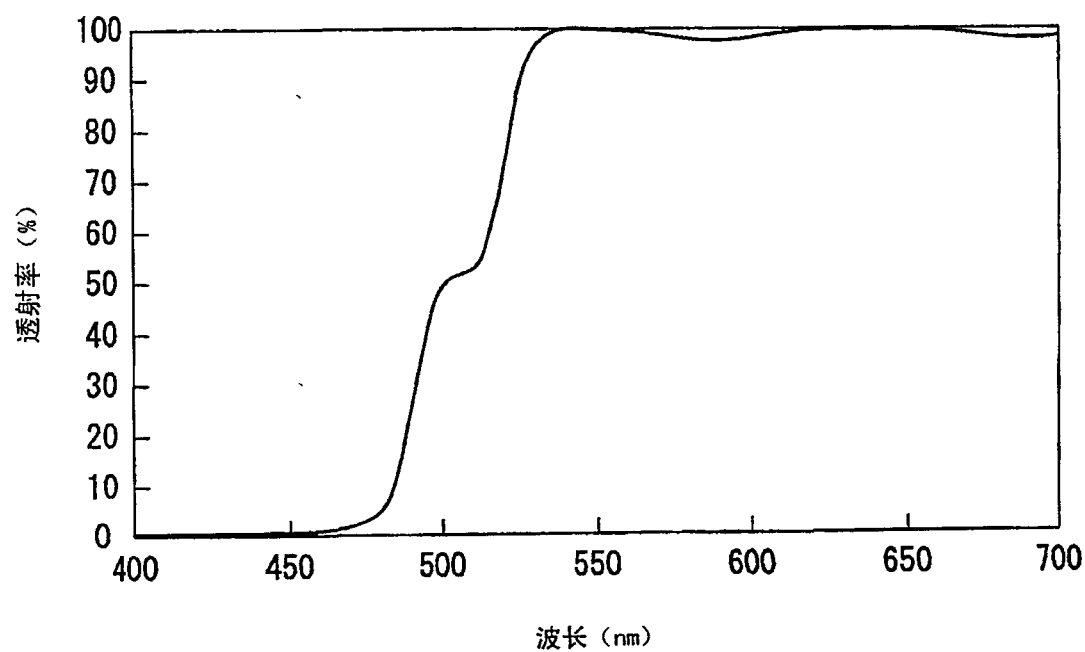


图10A

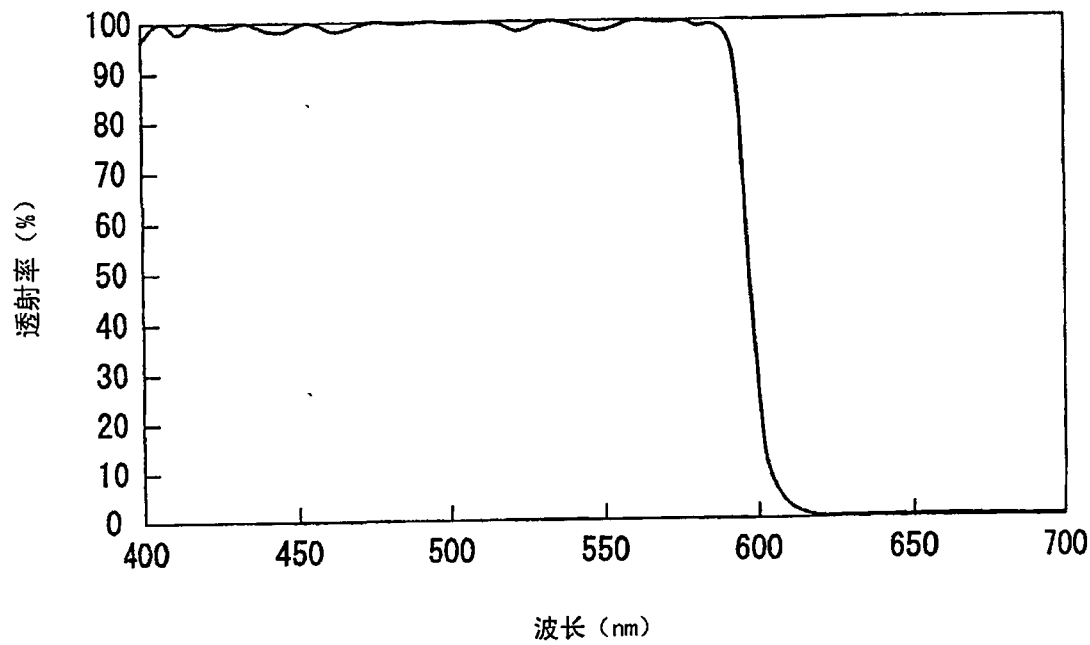


图10B

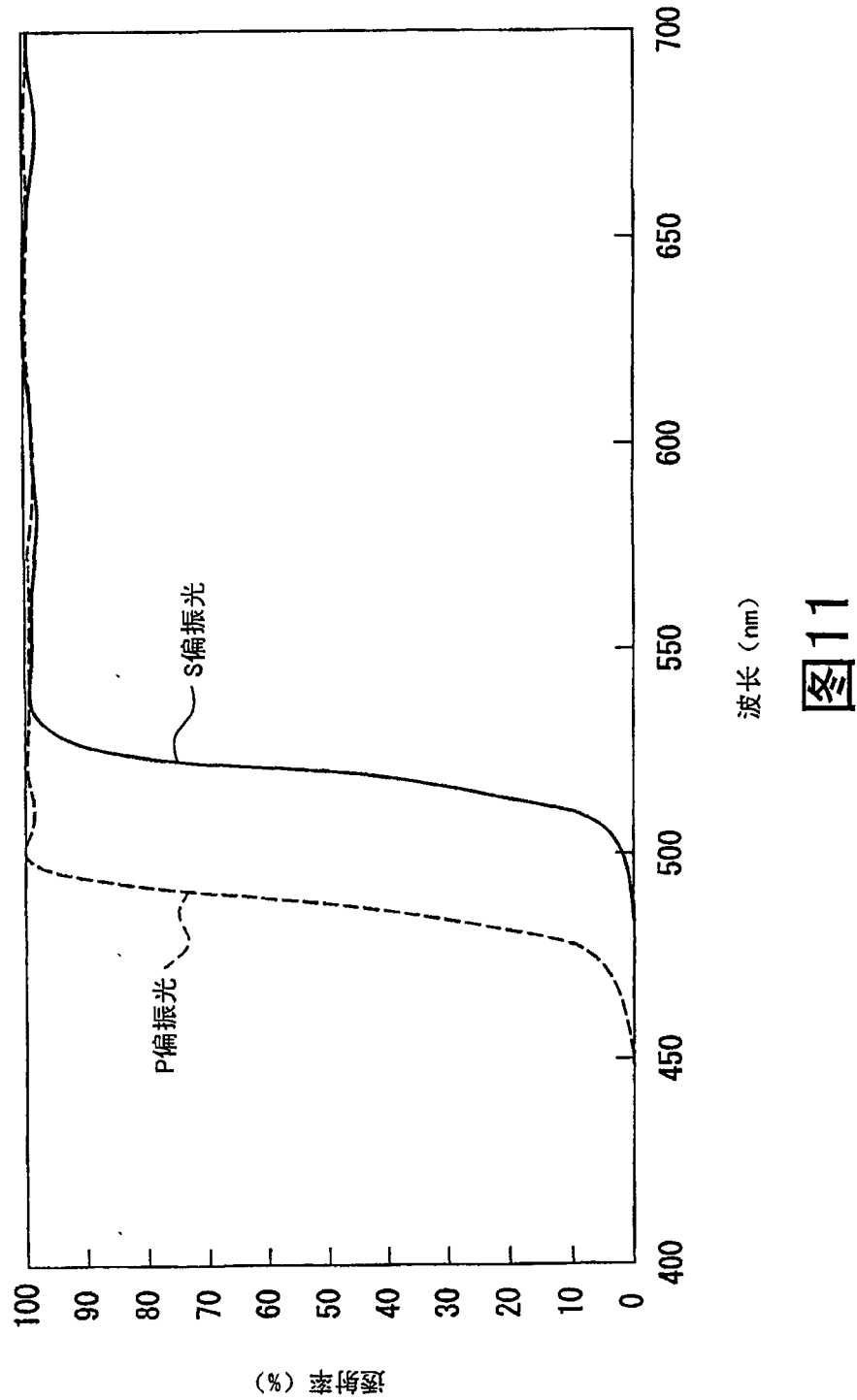


图11

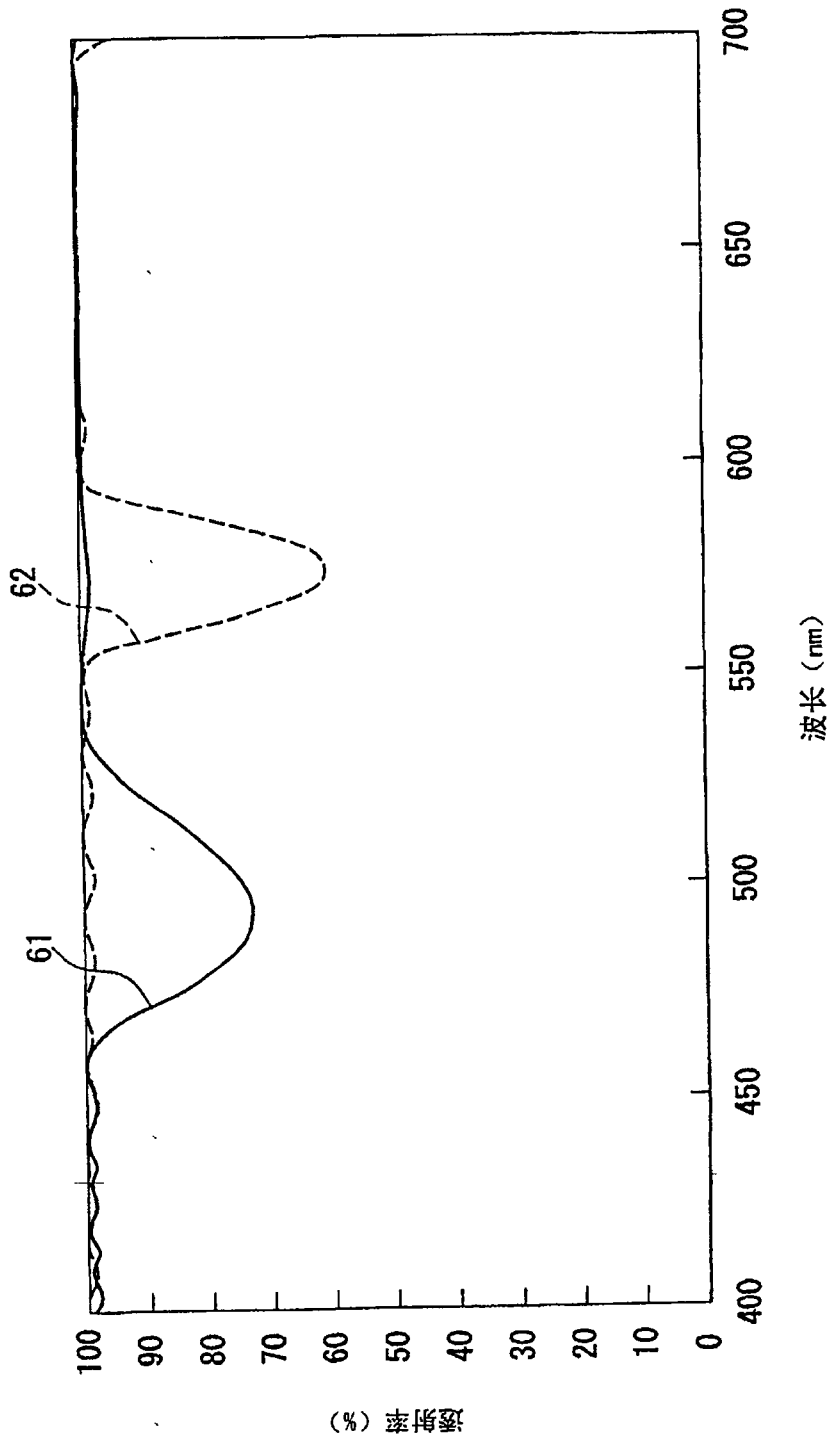


图12