

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410003291.6

G02B 27/28 (2006.01)
G02B 27/18 (2006.01)
G03B 21/00 (2006.01)
H04N 9/31 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 10 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100340896C

[22] 申请日 2004.2.3

[21] 申请号 200410003291.6

[30] 优先权

[32] 2003. 2. 3 [33] JP [31] 025473/2003

[73] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 奥山敦 沢村光治

[56] 参考文献

US5967635A 1999. 10. 19

US5453859A 1995. 9. 26

US6432854B1 2002. 8. 13

US6462873B1 2002. 10. 8

" Novel Thin Film Polarizing Beam - splitter and Its Application in High Efficiency Projection Displays", vol. 3634, Jan. Li Li, et al, SPIE Conference on Projection Displays 1999

审查员 韩黎敏

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 李德山

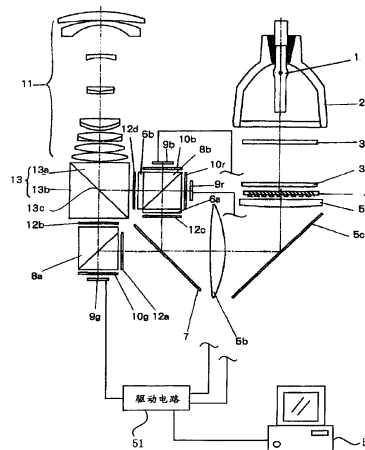
权利要求书 4 页 说明书 26 页 附图 15 页

[54] 发明名称

彩色合成光学系统以及图像投射装置

[57] 摘要

本发明公开了可以降低因对彩色偏振光合成膜的入射角度的变动引起的光量损失并合成多束色光的彩色合成光学系统。合成第一色光和第二色光的彩色合成光学系统具有由多层膜构成的偏振光合成膜。该彩色偏振光合成膜在规定的入射角度范围内以 90% 以上的效率合成上述第一色光的第一偏振光成分和上述第二色光的第二偏振光成分，且该第二偏振光成分具有与上述第一偏振光成分近于正交的偏振光方向。



1. 一种彩色合成光学系统，包含由多层膜构成的合成第一色光和第二色光的彩色偏振光合成膜，其特征在于：

上述彩色偏振光合成膜在预定的入射角度范围内以 90% 以上的效率合成上述第一色光的第一偏振光成分和上述第二色光的第二偏振光成分，该第二偏振光成分具有与上述第一偏振光成分大致正交的偏振光方向；

该彩色合成光学系统合成分别来自形成原图像的第一以及第二图像形成元件的上述第一以及第二色光和来自形成原图像的第三图像形成元件的第三色光，并将该合成光引导到投射光学系统；

上述彩色合成光学系统进一步具有第一以及第二检光部件，来自上述第一图像形成元件的上述第一色光经由上述第一检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统，并且来自上述第二以及第三图像形成元件的上述第二色光以及第三色光分别经由上述第二检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统；

上述第一色光是 500 ~ 570nm 的第一波长范围的光，上述第二色光是 430 ~ 480nm 的第二波长范围的光，上述第三色光是 590 ~ 650nm 的第三波长范围的光；

在设入射到上述彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 45 度±5 度时，该彩色偏振光合成膜的上述第一波长范围的透过率为 90% 以上，上述第二以及第三波长范围的反射率为 90% 以上；

上述彩色偏振光合成膜具有透过 65% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 P 偏振光、反射 65% 以上的 S 偏振光的特性，且满足以下的条件：

$$R_{p1}/R_{p2} < 0.5$$

$$R_{p1}/R_{p3} < 0.5$$

这里， R_{p1} 是上述第一波长范围的 P 偏振光的平均反射率， R_{p2} 是上述第二波长范围的 P 偏振光的平均反射率， R_{p3} 是上述第

三波长范围的 P 偏振光的平均反射率，

$$T_{s2}/T_{s1} < 0.5$$

$$T_{s3}/T_{s1} < 0.5$$

这里， T_{s1} 是上述第一波长范围的 S 偏振光的平均透过率， T_{s2} 是上述第二波长范围的 S 偏振光的平均透过率， T_{s3} 是上述第三波长范围的 S 偏振光的平均透过率。

2. 根据权利要求 1 所记载的彩色合成光学系统，其特征在于：

上述彩色偏振光合成膜具有透过 75% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 P 偏振光的特性。

3. 根据权利要求 1 所记载的彩色合成光学系统，其特征在于：

上述彩色偏振光合成膜具有反射 75% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 S 偏振光的特性。

4. 一种图像投射装置，其特征在于具有：

光源；

将来自该光源的光分解成至少 2 种色光的彩色分解光学系统；

至少 2 个图像形成元件；

合成来自该图像形成元件的色光的权利要求 1 至 3 中任一项所述的彩色合成光学系统；以及

投射利用该彩色合成光学系统合成的光的投射光学系统。

5. 根据权利要求 4 所记载的图像投射装置，其特征在于：

上述图像形成元件是反射型图像显示元件。

6. 一种彩色合成光学系统，包含由多层膜构成的合成第一色光和第二色光的彩色偏振光合成膜，其特征在于：

上述彩色偏振光合成膜在预定的入射角度范围内以 90% 以上的效率合成上述第一色光的第一偏振光成分和上述第二色光的第二偏振光成分，该第二偏振光成分具有与上述第一偏振光成分大致正交的偏振光方向；

该彩色合成光学系统合成分别来自形成原图像的第一以及第二图像形成元件的上述第一以及第二色光和来自形成原图像的第三图像

形成元件的第三色光，并将该合成光引导到投射光学系统；

上述彩色合成光学系统进一步具有第一以及第二检光部件，来自上述第一图像形成元件的上述第一色光经由上述第一检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统，并且来自上述第二以及第三图像形成元件的上述第二色光以及第三色光分别经由上述第二检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统；

上述第一色光是 500 ~ 570nm 的第一波长范围的光，上述第二色光是 430 ~ 480nm 的第二波长范围的光，上述第三色光是 590 ~ 650nm 的第三波长范围的光；

在设入射到上述彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 45 度±5 度时，该彩色偏振光合成膜的上述第一波长范围的反射率为 90% 以上，上述第二以及上述第三波长范围的透过率为 90% 以上；

上述彩色偏振光合成膜具有透过 65% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 P 偏振光、反射 65% 以上的 S 偏振光的特性，且满足以下的条件：

$$R_{p2}/R_{p1} < 0.5$$

$$R_{p3}/R_{p1} < 0.5$$

这里， R_{p1} 是上述第一波长范围的 P 偏振光的平均反射率， R_{p2} 是上述第二波长范围的 P 偏振光的平均反射率， R_{p3} 是上述第三波长范围的 P 偏振光的平均反射率，

$$T_{s1}/T_{s2} < 0.5$$

$$T_{s1}/T_{s3} < 0.5$$

这里， T_{s1} 是上述第一波长范围的 S 偏振光的平均透过率， T_{s2} 是上述第二波长范围的 S 偏振光的平均透过率， T_{s3} 是上述第三波长范围的 S 偏振光的平均透过率。

7. 根据权利要求 6 所记载的彩色合成光学系统，其特征在于：

上述彩色偏振光合成膜具有透过 75% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 P 偏振光的特性。

8. 根据权利要求 6 所记载的彩色合成光学系统，其特征在于：

上述彩色偏振光合成膜具有反射 75% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 S 偏振光的特性。

9. 一种图像投射装置，其特征在于具有：

光源；

将来自该光源的光分解成至少 2 种色光的彩色分解光学系统；

至少 2 个图像形成元件；

合成来自该图像形成元件的色光的权利要求 6 至 8 中任一项所述的彩色合成光学系统；以及

投射利用该彩色合成光学系统合成的光的投射光学系统。

10. 根据权利要求 9 所记载的图像投射装置，其特征在于：

上述图像形成元件是反射型图像显示元件。

彩色合成光学系统以及图像投射装置

技术领域

本发明涉及投影仪等图像投射装置中使用的彩色合成光学系统。

背景技术

在特开 2001-154268 号公报等中公开了组合有反射型液晶显示元件和偏振光光束分离器的图像投影装置。

该公报所公开的投射型图像显示装置如图 12 所示的那样，具有白色光源 1001、反射型液晶显示元件 1002R、1002G、1002B 和投射光学系统 1003，在白色光源 1001 和反射型液晶显示元件 1002R、1002G、1002B 之间设置有二向色反射镜 1004。进而，具有在二向色反射镜 1004 与反射型液晶显示元件 1002R、1002G、1002B 之间设置了偏振光光束分离器 1005、1006 的彩色分解系统和在反射型液晶显示元件 1002R、1002G、1002B 与投射光学系统 1003 之间设置了第一、第二以及第三偏振光光束分离器 1005、1006、1007 的彩色合成系统。

这里，彩色分解系统利用二向色反射镜 1004 将白光分解成第一色光（Green）、第二色光以及第三色光（Red、Blue）。第一色光入射到第一偏振光光束分离器 1005。第二以及第三色光入射到设置在二向色反射镜 1004 和第二偏振光光束分离器 1006 之间的第一彩色选择性相位差板 1008。第一彩色选择性相位差板 1008 可以使规定波长区域的光的偏振方向旋转 90 度。由此，可以使彩色成分（R、B）和偏振光方向（P、S）相互关连起来。

进而，通过第一彩色选择性相位差板 1008，B 光的偏振方向旋转 90 度，B 光作为 P 偏振光，R 光作为 S 偏振光入射到第二偏振光

束分离器 1006 并在该第二偏振光束分离器 1006 被分离成第二色光 (R) 和第三色光 (B)。

此外, 在彩色合成系统中, 在第一偏振光光束分离器 1005 反射的 G 光在第一反射型液晶显示元件 1002G 其偏振光方向被旋转 90 度反射, 透过第一偏振光光束分离器 1005, 在 1/2 相位板 1012 被旋转 90 度偏振光方向并在第三偏振光光束分离器 1007 反射到达投射光学系统 1003。

另外, R 光在第二反射型液晶显示元件 1002R 其偏振光方向被旋转 90 度反射, 透过第二偏振光光束分离器 1006。而 B 光在第三反射型液晶显示元件 1002B 其偏振光方向被旋转 90 度反射, 进而被第二偏振光光束分离器 1006 反射。这样, 2 束色光 (R、B) 被合成为 1 束光。

这里, 由于 B 光被设置在第二偏振光光束分离器 1006 和第三偏振光光束分离器 1007 之间的第二彩色选择性相位差板 1009 旋转 90 度其偏振光方向, 故成为与 R 光相同的 P 偏振光。由此, 通过使这些 R、B 光透过第三偏振光光束分离器 1007 到达投射光学系统 1003, 可以合成 3 束色光。

但是, 在以往例所示那样的图像投射装置的彩色合成系统中, 由于为了合成第一色光和第二以及第三色光需要使用偏振光光束分离器, 故如果因设置在偏振光光束分离器的偏振光分离膜的入射角度特性而导致 P 偏振光的透过率低下, 则会存在光量损失和彩色平衡被破坏之类的问题。

图 13 中给出了偏振光分离膜处的 P 偏振光的透过率特性。由于通过使透过偏振光分离膜的 P 偏振光满足布儒斯特角可以使偏振光分离膜得到接近 100% 的透过率, 故如果入射角度变动则偏振光分离膜处的入射角度将偏离布儒斯特角。因而, 将因透过率大幅度地降低而产生图 13 那样的引起角度变动之类的问题。

此外, 以往也有代替偏振光光束分离器 1007 而使用二向色棱镜的例子。但是, 因该情况下分离反射的波长的半值波长随入射角度特

性而偏移，故分光特性易于变化。因此，存在光量损失和彩色平衡被破坏之类的问题。

图 14 给出了二向色膜的透过率特性。二向色膜通过交互地重复配置折射率不同的层构成。并且，通过使等价折射率同一，交互地产生透过光的透过（波长）带和反射光的反射（波长）带，可以得到使特定的波长带域透过，使其以外的波长带域反射的二向色特性。

此时，反射带的中心波长 λ_0 如图 15 所示的那样，通过形成交互层的膜材料的折射率 n 和膜厚 d 以及对应折射面的光线角度 θ ，使

$$\lambda_0 = 4 \times n_1 \times d_1 \times \cos(\theta_1) = 4 \times n_2 \times d_2 \times \cos(\theta_2)$$

的关系成立。

这里， $4 \times n_1 \times d_1 \times \cos(\theta_1)$ 、 $4 \times n_2 \times d_2 \times \cos(\theta_2)$ 为等价膜厚度。

根据上述关系，如果对应二向色膜的光的入射角度变化，则对应折射面的光线角度 θ 变化，由于反射带的中心波长变化，故其二向色特性也在波长方向偏移，将引起图 14 那样的角度变动。

发明内容

本发明之目的在于提供可以降低因入射角度的变动引起的光量的损失并合成多种的色光，得到明亮的图像的彩色合成光学系统以及配备了该系统的图像投射装置。

为达成上述目的，本发明的第一实施形态是一种彩色合成光学系统，包含由多层膜构成的合成第一色光和第二色光的彩色偏振光合成膜，其特征在于：上述彩色偏振光合成膜在预定的入射角度范围内以 90% 以上的效率合成上述第一色光的第一偏振光成分和上述第二色光的第二偏振光成分，该第二偏振光成分具有与上述第一偏振光成分大致正交的偏振光方向；该彩色合成光学系统合成分别来自形成原图像的第一以及第二图像形成元件的上述第一以及第二色光和来自形成原图像的第三图像形成元件的第三色光，并将该合成光引导到投射光学系统；上述彩色合成光学系统进一步具有第一以及第二检光部

件，来自上述第一图像形成元件的上述第一色光经由上述第一检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统，并且来自上述第二以及第三图像形成元件的上述第二色光以及第三色光分别经由上述第二检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统；上述第一色光是 500~570nm 的第一波长范围的光，上述第二色光是 430~480nm 的第二波长范围的光，上述第三色光是 590~650nm 的第三波长范围的光；在设入射到上述彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 45 度±5 度时，该彩色偏振光合成膜的上述第一波长范围的透过率为 90% 以上，上述第二以及第三波长范围的反射率为 90% 以上；上述彩色偏振光合成膜具有透过 65% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 P 偏振光、反射 65% 以上的 S 偏振光的特性，且满足以下的条件：

$$Rp1/Rp2 < 0.5$$

$$Rp1/Rp3 < 0.5$$

这里，Rp1 是上述第一波长范围的 P 偏振光的平均反射率，Rp2 是上述第二波长范围的 P 偏振光的平均反射率，Rp3 是上述第三波长范围的 P 偏振光的平均反射率，

$$Ts2/Ts1 < 0.5$$

$$Ts3/Ts1 < 0.5$$

这里，Ts1 是上述第一波长范围的 S 偏振光的平均透过率，Ts2 是上述第二波长范围的 S 偏振光的平均透过率，Ts3 是上述第三波长范围的 S 偏振光的平均透过率。

本发明的第二实施形态是一种彩色合成光学系统，包含由多层膜构成的合成第一色光和第二色光的彩色偏振光合成膜，其特征在于：上述彩色偏振光合成膜在预定的入射角度范围内以 90% 以上的效率合成上述第一色光的第一偏振光成分和上述第二色光的第二偏振光成分，该第二偏振光成分具有与上述第一偏振光成分大致正交的偏振光方向；该彩色合成光学系统合成分别来自形成原图像的第一以及第二图像形成元件的上述第一以及第二色光和来自形成原图像的第三

图像形成元件的第三色光，并将该合成光引导到投射光学系统；上述彩色合成光学系统进一步具有第一以及第二检光部件，来自上述第一图像形成元件的上述第一色光经由上述第一检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统，并且来自上述第二以及第三图像形成元件的上述第二色光以及第三色光分别经由上述第二检光部件以及上述彩色偏振光合成膜被导向上述投射光学系统；上述第一色光是 500~570nm 的第一波长范围的光，上述第二色光是 430~480nm 的第二波长范围的光，上述第三色光是 590~650nm 的第三波长范围的光；在设入射到上述彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 45 度±5 度时，该彩色偏振光合成膜的上述第一波长范围的透过率为 90% 以上，上述第二以及上述第三波长范围的反射率为 90% 以上；上述彩色偏振光合成膜具有透过 65% 以上的、以上述预定的入射角度范围入射的可见光波长范围的光的 P 偏振光、反射 65% 以上的 S 偏振光的特性，且满足以下的条件：

$$R_{p2}/R_{p1} < 0.5$$

$$R_{p3}/R_{p1} < 0.5$$

这里， R_{p1} 是上述第一波长范围的 P 偏振光的平均反射率， R_{p2} 是上述第二波长范围的 P 偏振光的平均反射率， R_{p3} 是上述第三波长范围的 P 偏振光的平均反射率，

$$T_{s1}/T_{s2} < 0.5$$

$$T_{s1}/T_{s3} < 0.5$$

这里， T_{s1} 是上述第一波长范围的 S 偏振光的平均透过率， T_{s2} 是上述第二波长范围的 S 偏振光的平均透过率， T_{s3} 是上述第三波长范围的 S 偏振光的平均透过率。

通过参照附图进行的下面的具体实施例的说明，我们将进一步明确本发明的彩色合成光学系统乃至图像投射装置的特征。

附图说明

图 1 所示是本发明实施例 1 的图像投射装置的构成例；

- 图 2 是说明实施例 1 的二向色反射镜的图；
图 3 是说明实施例 1 的彩色选择性相位差板的图；
图 4 是说明实施例 1 的彩色选择性相位差板的图；
图 5A 以及图 5B 是说明实施例 1 的彩色偏振光合成棱镜的图；
图 6 所示是本发明实施例 2 的图像投射装置的构成例；
图 7 是说明实施例 2 的彩色选择性相位差板的图；
图 8A 以及图 8B 是说明实施例 2 的彩色偏振光合成棱镜的图；
图 9A 以及图 9B 是说明本发明实施例 3 的彩色偏振光合成棱镜的图；
图 10A 以及图 10B 是说明本发明实施例 4 的彩色偏振光合成棱镜的图；
图 11A 以及图 11B 是说明本发明实施例 4 的彩色偏振光合成棱镜的图；
图 12 是说明现有的图像投射装置的构成的图；
图 13 所示是现有的偏振光分离面的 P 偏振光的透过率特性；
图 14 所示是现有的二向色膜的透过率特性；
图 15 是说明现有的二向色膜的特性的图。

具体实施方式

下面，参照附图对本发明的实施形态进行说明。

[实施例 1]

图 1 中给出了作为本发明的实施例 1 的图像投射装置的构成例。图 1 中，1 是以连续频谱发出白色光的光源，2 是向规定的方向会聚光的反射望远镜，3a 是矩阵状地配置了矩形的透镜的第一复眼透镜列阵，3b 是具有由对应了第一复眼透镜列阵 3a 的各个透镜的透镜列阵构成的第二复眼透镜列阵。

4 是将具有无偏振方向的光处理成特定的偏振光的偏振光变换元

件, 5a、5b 是聚光透镜, 5c 是反射镜。此外, 6a 是 90 度变换蓝色(以下记为 B)光的偏振方向但不变换红色(以下记为 R)光的偏振方向的第一彩色选择性相位差板, 6b 是 90 度变换 R 光的偏振方向但不变换 B 光的偏振方向的第二彩色选择性相位差板。这里, 绿色以下记为 G。

7 是反射 B 和 R 波长区域的光, 透过 G 波长区域的光的二向色反射镜, 8a 和 8b 是具有反射 S 偏振光的偏振光分离面的第一偏振光光束分离器以及第二偏振光光束分离器。13 是透过 G 的 P 偏振光, 反射 R 以及 B 的 S 偏振光的彩色偏振光合成棱镜。

此外, 9r、9g、9b 分别是反射并图像调制各种色光(入射光)的红色用反射型液晶显示元件(图像形成元件)、绿色用反射型液晶显示元件以及蓝色用反射型液晶显示元件。

这些液晶显示元件 9r、9g、9b 上连接着驱动电路 51。在驱动电路 51 上供给有来自个人计算机、DVD 播放器、视频系统、电视接收机等图像信息供给装置 52 的图像信号, 驱动电路 51 对应于所供给的图像信号驱动液晶显示元件 9r、9g、9b。由此, 入射到液晶显示元件 9r、9g、9b 的各种色光在受到图像调制的同时还被反射。

10r、10g、10b 分别是红色用的 1/4 波长片、绿色用的 1/4 波长片以及蓝色用的 1/4 波长片。11 是投射透镜, 12a、12b、12c、12d 分别为偏光板。

下面对光学上的作用进行说明。从光源 1 发出的光束通过反射望远镜 2 被会聚到特定的方向上。这里, 反射望远镜 2 具有抛物面形状, 来自抛物面的焦点位置的光成为平行于抛物面的对称轴的光束。但是, 由于光源 1 不是理想的点光源而具有有限的大小, 故在会聚的光束中也包含着很多不与抛物面的对称轴平行的光的成分。

这些会聚光光束入射到第一复眼透镜列阵 3a。第一复眼透镜列阵 3a 矩阵状地组合外形是矩形的具有正的光焦度的透镜构成, 入射的光束被分别对应于各个透镜的多个光束被分割、会聚。进而, 这些被分割、会聚了的光束经由第二复眼透镜列阵 3b, 在偏振光变换元

件 4 的附近矩阵状地形成多个光源像。

偏振光变换元件 4 由偏振光分离面、反射面和 1/2 波长片组成，矩阵状地会聚了的多个光束入射到对应于其列的偏振光分离面，被分割成透过的 P 偏振光成分的光和反射的 S 偏振光成分的光。

被反射的 S 偏振光成分的光在反射面处反射，出射到与 P 偏振光成分相同的方向，P 偏振光成分的光透过 1/2 波长片，被变换成与 S 偏振光成分同样的偏振光成分。由此，从偏振光变换元件 4 出射经过处理了偏振方向的光束。

从偏振光变换元件 4 出射的多束光束在偏振光变换元件 4 的附近会聚后，作为发散光束到达聚光光学系统。

会聚光光学系统由会聚透镜 5a、5b 组成。多束的光束通过会聚光光学系统分别在可以形成复眼透镜的矩形形状的像的位置重叠，形成矩形的均匀的照明区域。在该照明区域配置有反射型液晶显示元件 9r、9g、9b。

设置在照明光路中的分色反射镜 7 具有由图 2 的实线所示那样的特性。

在分色反射镜 7 处，被进行了彩色分离的 G 光在通过偏光板 12a 修整了分色反射镜 7 等造成的偏光方向的紊乱后，作为 S 偏振光相对于第一偏振光光束分离器 8a 入射，在偏振光分离面反射，到达 G 光用的反射型液晶显示元件 9g。

在 G 光用的反射型液晶显示元件 9g 处，G 光受到图像调制并被反射。受到图像调制的 G 光反射光的 S 偏振光成分再次在第一偏振光光束分离器 8a 的偏振光分离面处反射，返回光源侧并被从投射光中除去。受到图像调制的 G 光的反射光的 P 偏振光成分透过第一偏振光光束分离器 8a 的偏振光分离面成为投射光。透过第一偏振光光束分离器 8a 的光在偏光板 12b 被进一步除去不需要的偏振光成分到达彩色偏振光合成棱镜 13。

在分色反射镜 7 处反射了的 R 光以及 B 光通过偏光板 12c 修整了由分色反射镜 7 等造成的偏光方向的紊乱后，入射到第一彩色选择

性相位差板 6a。图 3 给出了第一彩色选择性相位差板 6a 的特性。

图 3 中，横轴表示入射光的波长，纵轴表示在相对于入射光的偏振方向 90 度（正交）方向上偏振光方向被变换的变换率。由此，R 光不被变换地作为 S 偏振光不变地从第一彩色选择性相位差板 6a 射出，B 光则被变换成 P 偏振光从第一彩色选择性相位差板 6a 射出。

这样，B 光作为 P 偏振光，R 光作为 S 偏振光入射到第二偏振光光束分离器 8b。进而，在第二偏振光光束分离器 8b，B 光透过偏振光分离面到达 B 光用的反射型液晶显示元件 9b，R 光则在偏振光分离面反射到达 R 光用的反射型液晶显示元件 9r。

在 B 光用的反射型液晶显示元件 9b，B 光受到图像调制并反射。调制后的 B 反射光的 P 偏振光成分再次透过第二偏振光光束分离器 8b 的偏振光分离面，返回光源侧并被从投射光中除去。调制后的 B 光的 S 偏振光成分在第二偏振光光束分离器 8b 的偏振光分离面处反射，到达彩色偏振光合成棱镜 13。

同样地，在 R 光用的反射型液晶显示元件 9r，R 光受到图像调制并反射。调制后的 R 反射光的 S 偏振光成分再次反射于第二偏振光光束分离器 8b 的偏振光分离面，返回光源侧并被从投射光中除去。调制后的 R 光的 P 偏振光成分透过第二偏振光光束分离器 8b 的偏振光分离面，到达彩色偏振光合成棱镜 13。由此，B 投射光和 R 投射光被合成为一个光束。

合成后的 R 光和 B 光入射到第二彩色选择性相位差板 6b。第二彩色选择性相位差板 6b 具有图 4 所示那样的特性。图 4 中，横轴表示入射光的波长，纵轴表示在相对于入射光的偏振方向 90 度（正交）方向上偏振光方向被变换的变换率。由此，B 光按 S 偏振光原样从第二彩色选择性相位差板 6b 射出，R 光被变换成 S 偏振光从第二彩色选择性相位差板 6b 射出。

进而，B 光和 R 光在偏光板 12d 被进一步除去不需要的偏振光成分，作为 S 偏振光入射到彩色偏振光合成棱镜 13。并且，通过在

彩色偏振光合成棱镜 13 的彩色偏振光合成膜 13c 处的反射，被合成为透过了该彩色偏振光合成膜 13c 的 P 偏振光的 G 投射光。

合成后的 RGB 投射光通过投射透镜 11 被投影到屏幕等投射面上。

本实施例中的彩色偏振光合成棱镜 13 是粘合了 2 个三角棱镜 13a、13b 构成的。在第一三角棱镜 13a 的粘合面设置有由多层膜构成的彩色偏振光合成膜 13c，其通过粘合剂与第二三角棱镜 13b 粘合在一起。

这里，表 1 中给出了本实施例中使用的彩色偏振光合成膜 13c 的设计例。该彩色偏振光合成膜 13c 是在作为基板的第一三角棱镜 13a 上堆积 15 层的膜（2 种材质的膜）而成的。此外，图 5A、图 5B 分别为其特性图。图 5A 给出的是对彩色偏振光合成膜 13c 的光的入射角度为 40、45、50 度时的 P 偏振光的透过率，图 5B 给出的是对彩色偏振光合成膜 13c 的光的入射角度为 40、45、50 度时的 S 偏振光的反射率。

【表 1】

膜	厚度 (nm)	折射率
粘合剂		1.51
1	97	1.46
2	82	2.30
3	158	1.46
4	93	2.30
5	156	1.46
6	85	2.30
7	98	1.46
8	141	2.30
9	107	1.46
10	61	2.30
11	88	1.46

12	45	2.30
13	86	1.46
14	172	2.30
15	84	1.46
基板		1.52

在取绿 (G) 的波长范围为 500 ~ 570nm, 红 (R) 的波长范围 590 ~ 650nm, 蓝 (B) 的波长范围为 430 ~ 480nm 时, 相对于对彩色偏振光合成膜 13c 的基准入射角度 45 度, 可以用

$$T_{pg} = (T_{pg40} + T_{pg45} + T_{pg50}) / 3$$

来求规定角度范围 (± 5 度) 的平均透过率 (以及平均反射率)。

这里, T_{pg45} 是对应入射角度 45 度的 G 的波长范围的平均透过率, T_{pg40} 、 T_{pg50} 是对应 45 度 ± 5 度的 G 的波长范围的平均透过率。

采用同样的做法还可以求在其他的波长范围的平均透过率 (以及平均反射率)。

由此, 可以求出彩色偏振光合成膜 13c 的 G 的波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pg} = 94.7\% > 90\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sr} = 97.2\% > 90\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sb} = 96.7\% > 90\%。$$

在表 1 所示的膜构成的彩色偏振光合成膜 13c 中, 由于折射率高的材质的折射率 n_H 为 2.3, 折射率低的材质的折射率 n_L 为 1.46, 因此, 如果求彩色偏振光合成棱镜 13 的玻璃材料 (基板) 的折射率 n_B 以使相对于彩色偏振光合成膜 13c 以 45 度入射的光达到布儒斯特角, 则有

$$n_B = (2 \times n_H^2 + n_L^2 / (n_H^2 + n_L^2))^{1/2} = 1.74$$

这里，由于使用了折射率 1.52 的玻璃材料（基板），故虽然相对于 P 偏振光不满足布儒斯特条件，但可以形成能够只对 G 的波长范围获得低反射特性这样的膜构成。

此外，虽然彩色偏振光合成膜 13c 的膜构成是交互地堆积折射率高的材质和折射率低的材质而成的膜构成，但通过使各层的厚度（膜厚）各不相同，可以降低交互层的周期性，不交互地产生反射带和透过带。由此，可以在规定的波长范围内得到不被角度特性左右的高效率的透过率和反射率。

这里，如果设可见光的波长范围为 430 ~ 650nm，则彩色偏振光合成膜 13c 的可见光波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pw} = 84.5\% > 75\%,$$

可见光波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sw} = 86.8\% > 75\%.$$

即，彩色偏振光合成膜 13c 具有透过可见光波长范围的大部分 P 偏振光、反射 S 偏振光的特性。但是，与通常的偏振光分离面不同，在入射角度为 45 度 ±5 度的角度范围，其对各个波长范围的光的特性并不是均一的。

此外，彩色偏振光合成膜 13c 的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pg} = 2.6\%$$

R 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pr} = 25.9\%$$

B 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pb} = 23.6\%$$

G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sg} = 30.4\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sr} = 2.8\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sb} = 3.3\%$$

对在彩色偏振光合成膜 13c 的 R、B 的波长范围的 P 偏振光的平均反射率的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率之比为

$$R_{pg}/R_{pr} = 0.099 < 0.5$$

$$R_{pb}/R_{pr} = 0.108 < 0.5$$

另外，对在彩色偏振光合成膜 13c 的 G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率的 R、B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率之比为

$$T_{sr}/T_{sg} = 0.091 < 0.5$$

$$T_{sb}/T_{sg} = 0.108 < 0.5.$$

这样，通过设定特性使之只在本实施例的进行彩色合成的波长范围达到高效率，可以减少角度变动。

[实施例 2]

图 6 所示是作为本发明的实施例 2 的图像投射装置的构成例。图 6 中，21 是以连续频谱发出白色光的光源，22 是向规定的方向会聚光的反射望远镜，23a 是矩阵状地配置了矩形的透镜的第一复眼透镜列阵，23b 是由对应了第一复眼透镜列阵 23a 的各个透镜的透镜列阵构成的第二复眼透镜列阵，24 是将无偏振方向的光处理成具有特定的偏振方向的光的偏振光变换元件，25a、25b 是聚光透镜，25c 是反射镜。

此外，26a 是 90 度变换 B 光的偏振方向但不变换 R 光的偏振方向的第一彩色选择性相位差板，26b 是 90 度变换 R 光的偏振方向但不变换 B 光的偏振方向的第二彩色选择性相位差板。

27 是 90 度变换 G 光的偏振方向但不变换 B、R 光的偏振方向的第三彩色选择性相位差板。

28 是 1/2 相位板，29a、29b、29c 分别是透过 P 偏振光，反射 S 偏振光的第一偏振光光束分离器、第二偏振光光束分离器以及第三偏振光光束分离器。

此外，34 是透过 G 的 P 偏振光，反射 R 以及 B 的 S 偏振光的

彩色偏振光合成棱镜。

30r、30g、30b 分别是反射并图像调制（入射光）的红色用反射型液晶显示元件（图像形成元件）、绿色用反射型液晶显示元件以及蓝色用反射型液晶显示元件。

这些液晶显示元件 30r、30g、30b 上连接有驱动电路 51。在驱动电路 51 上供给有来自个人计算机、DVD 播放器、视频系统、电视接收机等图像信息供给装置 52 的图像信号，驱动电路 51 对应于所供给的图像信号驱动液晶显示元件 30r、30g、30b。由此，入射到液晶显示元件 30r、30g、30b 的各种色光在受到图像调制的同时还被反射。

31r、31g、31b 分别是红色用的 $1/4$ 波长片、绿色用的 $1/4$ 波长片以及蓝色用的 $1/4$ 波长片。32 是投射透镜，33a、33b、33c、33d 分别为偏光板。

这里，偏振光变换元件 24 由偏振光分离面和 $1/2$ 波长片组成，具有将入射的无偏振光处理成 S 偏振光出射的构成。

此外，设置在照明光路中的第三彩色选择性相位差板 27 具有由图 7 的实线给出的那样的特性，其以 S 偏振光原样不变地出射入射的 B 和 R 光，但却将 G 光变换成 P 偏振光出射。

在彩色选择性相位差板 27，被调整了偏振光方向的光入射到第一偏振光光束分离器 29a。作为 P 偏振光的 G 光透过第一偏振光光束分离器 29a 的偏振光分离面，作为 S 偏振光的 R、B 光则在该偏振光分离面处反射。由此，可以进行色彩分离。

经过色彩分离的 G 光通过 $1/2$ 相位差板 28 被改变了偏振光方向，并在由偏光板 33a 调整了偏振光方向后，相对于第二偏振光光束分离器 29b 作为 S 偏振光入射。进而，在第二偏振光光束分离器 29b 的偏振光分离面处反射，到达 G 光用的反射型液晶显示元件 30g。

在 G 光用的反射型液晶显示元件 30g 中，G 光受到图像调制并被反射。经过图像调制的 G 反射光的 S 偏振光成分再次在第二偏振光光束分离器 29b 的偏振光分离面处反射，返回到光源侧并被从投射

光中除去。

经过图像调制的 G 反射光的 P 偏振光成分透过第二偏振光光束分离器 29b 的偏振光分离面，被偏光板 33b 进一步除去不需要的偏振光成分并相对于彩色偏振光合成棱镜 34 作为 P 偏振光入射，透过彩色偏振光合成膜 34c 到达投射透镜 32。

反射于第一偏振光光束分离器 29a 的 R 和 B 光入射到第一彩色选择性相位差板 26a。第一彩色选择性相位差板 26a 具有图 3 所示那样的特性，R 光作为 P 偏振光原样不变，B 光则被变换成 S 偏振光出射。

由此，B 光作为 P 偏振光，R 光作为 S 偏振光入射到第三偏振光光束分离器 29c。B 光透过第三偏振光光束分离器 29c 到达 B 光用的反射型液晶显示元件 30b。此外，R 光在第三偏振光光束分离器 29c 的偏振光分离面反射，到达 R 光用的反射型液晶显示元件 30r。

在 B 光用的反射型液晶显示元件 30b，B 光受到图像调制并反射。调制后的 B 反射光的 P 偏振光成分再次透过第三偏振光光束分离器 29c 的偏振光分离面，返回光源侧并被从投射光中除去。

调制后的 B 反射光的 S 偏振光成分在偏振光分离面反射并成为投射光。同样地，在 R 光用的反射型液晶显示元件 30r，R 光受到图像调制并反射。调制后的 R 反射光的 S 偏振光成分再次反射于第三偏振光光束分离器 29c 的偏振光分离面，返回光源侧并被从投射光中除去。调制后的 R 反射光的 P 偏振光成分透过第三偏振光光束分离器 29c 的偏振光分离面成为投射光。由此，B 和 R 的投射光被合成为一个光束。

合成后的 R 和 B 的投射光入射到第二彩色选择性相位差板 26b。第二彩色选择性相位差板 26b 具有图 4 所示那样的特性，其只使 R 光的偏振光方向旋转 90 度。由此，R、B 光均被变换成 S 偏振光到达彩色偏振光合成棱镜 34。进而，通过在彩色偏振光合成膜 34c 进行反射而被合成为 G 投射光。

本实施例中的彩色偏振光合成棱镜 34 是粘合了 2 个三角棱镜

34a、34b 而成的。在第一三角棱镜 34a 的粘合面设置有由多层膜构成的彩色偏振光合成膜 34c，其通过粘合剂与第二三角棱镜 34b 粘合在一起。

这里，表 2 中给出了本实施例中使用的彩色偏振光合成膜 34c 的设计例。该彩色偏振光合成膜 34c 是在作为基板的第一三角棱镜 34a 上堆积 15 层的膜（2 种材质的膜）而成的。此外，图 8A、图 8B 分别为其特性图。图 8A 给出的是对彩色偏振光合成膜 34c 的光的入射角度为 40、45、50 度时的 P 偏振光的透过率，图 8B 给出的是对彩色偏振光合成膜 34c 的光的入射角度为 40、45、50 度时的 S 偏振光的反射率。

【表 2】

膜	厚度 (nm)	折射率
粘合剂		1.51
1	100	1.46
2	84	2.30
3	167	1.46
4	91	2.30
5	175	1.46
6	85	2.30
7	100	1.46
8	147	2.30
9	110	1.46
10	61	2.30
11	93	1.46
12	47	2.30
13	96	1.46
14	164	2.30
15	44	1.46
基板		1.61

这里，由于粘合剂的折射率为 1.51，基板的折射率为 1.61，故在粘合剂和第二三角棱镜 34b 的粘合面将产生菲涅尔反射，损失微小的光量。因此，也可以采用在第二三角棱镜 34b 的粘合面设置防反射膜，用粘合剂粘合彩色偏振光合成膜 34c 和防反射膜的构成。

在取绿 (G) 的波长范围为 500 ~ 570nm，红 (R) 的波长范围 590 ~ 650nm，蓝 (B) 的波长范围为 430 ~ 480nm 时，彩色偏振光合成膜 34c 具有在 G 的波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pg} = 99.0\% > 90\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sr} = 98.2\% > 90\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sb} = 97.8\% > 90\%$$

这样的特性。

这里，如果设可见光的波长范围为 430 ~ 650nm，则彩色偏振光合成膜 34c 的可见光波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pw} = 90.7\% > 75\%$$

可见光波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sw} = 90.3\% > 75\%$$

即，彩色偏振光合成膜 34c 具有在可见光波长范围透过大部分的 P 偏振光、反射 S 偏振光的特性。但是，与通常的偏振光分离膜不同，在入射角度为 45 度 ±5 度的角度范围，其对各个波长范围的光的特性并不是均一的。

此外，彩色偏振光合成膜 34c 的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pg} = 1.0\%$$

R 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pr} = 14.4\%$$

B 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pb} = 16.4\%$$

G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sg} = 22.6\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sr} = 1.8\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sb} = 2.2\%.$$

此外，对应 R、B 的波长范围的 P 偏振光的平均反射率的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率之比为

$$R_{pg}/R_{pr} = 0.073 < 0.5$$

$$R_{pg}/R_{pb} = 0.064 < 0.5$$

另外，对应 G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率的 R、B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率之比为

$$T_{sr}/T_{sg} = 0.080 < 0.5$$

$$T_{sb}/T_{sg} = 0.097 < 0.5.$$

[实施例 3]

表 3 中给出的是作为本发明的实施例 3 的、设置在通过实施例 1 或者实施例 2 说明过的图像投射装置的彩色偏振光合成棱镜（13、34）上的彩色偏振光合成膜（13c、34c）的设计例。该彩色偏振光合成膜是在作为基板的第一三角棱镜（13a、34a）上堆积 13 层的膜（2 种材质的膜）而成的。此外，图 9A、图 9B 分别为其特性图。图 9A 给出的是对彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 40、45、50 度时的 P 偏振光的透过率，图 9B 给出的是对彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 40、45、50 度时的 S 偏振光的反射率。

【表 3】

膜	厚度 (nm)	折射率
粘合剂		1.51
1	268	1.46
2	142	2.30

3	109	1.46
4	117	2.30
5	202	1.46
6	45	2.30
7	155	1.46
8	46	2.30
9	172	1.46
10	142	2.30
11	136	1.46
12	34	2.30
13	114	1.46
基板		1.74

在取绿（G）的波长范围为 500 ~ 570nm，红（R）的波长范围 590 ~ 650nm，蓝（B）的波长范围为 430 ~ 480nm 时，本实施例的彩色偏振光合成膜具有在 G 的波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pg} = 96.6\% > 90\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sr} = 97.8\% > 90\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sb} = 97.5\% > 90\%$$

这样的特性。

在本实施例中，虽然构成彩色偏振光合成棱镜的玻璃的折射率为近似满足布儒斯特条件的折射率，但通过强行调整膜厚使之得到窄带域的防反射效果，也可以得到与实施例 1 以及实施例 2 同样的效果。此时，作为设计，可以通过调整使之在偏离了基准入射角度（45 度）的入射角度（40 度、50 度）得到窄带域的防反射效果。

如果设可见光的波长范围为 430 ~ 650nm，则彩色偏振光合成膜的可见光波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pw} = 92.2\% > 75\%$$

可见光波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sw} = 94.6\% > 75\% .$$

即，彩色偏振光合成膜具有在可见光波长范围透过大部分的 P 偏振光、反射 S 偏振光的特性。但是，与通常的偏振光分离膜不同，在入射角度为 45 度 ± 5 度的角度范围，其对各个波长范围的光的特性并不是均一的。

进而，彩色偏振光合成膜的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pg} = 3.4\%$$

R 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pr} = 7.7\%$$

B 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pb} = 14.3\%$$

G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sg} = 10.5\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sr} = 2.2\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sb} = 2.5\% .$$

此外，对应 R、B 的波长范围的 P 偏振光的平均反射率的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率之比为

$$R_{pg}/R_{pr} = 0.441 < 0.5$$

$$R_{pg}/R_{pb} = 0.236 < 0.5$$

另外，对应 G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率的 R、B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率之比为

$$T_{sr}/T_{sg} = 0.204 < 0.5$$

$$T_{sb}/T_{sg} = 0.234 < 0.5.$$

[实施例 4]

表 4 中给出的是作为本发明的实施例 4 的、设置在通过实施例 1 或者实施例 2 说明过的图像投射装置的彩色偏振光合成棱镜 (13、34) 上的彩色偏振光合成膜 (13c、34c) 的设计例。该彩色偏振光合成膜是在作为基板的第一三角棱镜 (13a、34a) 上堆积 17 层的膜 (2 种材质的膜) 而成的。此外, 在此前说明过的实施例 1~3 中, 具有积层了 2 种材质的薄膜的构造, 但在本实施例中则是堆积了 3 种以上材质的薄膜。

图 10A、图 10B 分别为其特性图。图 10A 给出的是对彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 40、45、50 度时的 P 偏振光的透过率, 图 10B 给出的是对彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 40、45、50 度时的 S 偏振光的反射率。

【表 4】

膜	厚度 (nm)	折射率
粘合剂		1.6
1	118	2.12
2	187	1.46
3	74	2.35
4	178	1.46
5	99	2.35
6	157	1.46
7	78	2.35
8	112	1.46
9	137	2.35
10	100	1.46
11	73	2.35
12	106	1.46
13	145	2.35
14	115	1.46
15	55	2.35

16	94	1.46
17	168	2.12
基板		1.6

在取绿（G）的波长范围为 500 ~ 570nm，红（R）的波长范围 590 ~ 650nm，蓝（B）的波长范围为 430 ~ 480nm 时，本实施例的彩色偏振光合成膜具有在 G 的波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pg} = 99.6\% > 90\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sr} = 98.2\% > 90\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sb} = 98.0\% > 90\%$$

这样的特性。

本实施例的彩色偏振光合成膜的可见光波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pw} = 87.7\% > 75\%$$

可见光波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sw} = 84.5\% > 75\%$$

即，本实施例的彩色偏振光合成膜具有在可见光波长范围透过大部分的 P 偏振光、反射 S 偏振光的特性。但是，与通常的偏振光分离膜不同，在入射角度为 45 度 ± 5 度的角度范围，其对各个波长范围的光的特性并不是均一的。

此外，彩色偏振光合成膜的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pg} = 0.4\%$$

R 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pr} = 18.9\%$$

B 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pb} = 23.7\%$$

G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sg} = 35.4\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sr} = 1.8\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sb} = 2.0\%.$$

此外，对应 R、B 的波长范围的 P 偏振光的平均反射率的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率之比为

$$R_{pg}/R_{pr} = 0.023 < 0.5$$

$$R_{pb}/R_{pr} = 0.018 < 0.5$$

进而，对应 G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率的 R、B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率之比为

$$T_{sr}/T_{sg} = 0.051 < 0.5$$

$$T_{sb}/T_{sg} = 0.057 < 0.5.$$

这里，通过实施例 1~4 说明过的彩色偏振光合成棱镜的膜（彩色偏振光合成膜）的构成可以不仅仅限于与上述实施例 1 以及实施例 2 给出的光学系统的组合，即，也可以在用一个膜面合成 G 光的 P 偏振光和 R、B 的 S 偏振光的彩色合成系统中使用上述实施例 1 以及实施例 2 给出的光学系统之外构成的光学系统。

此外，关于彩色偏振光合成膜，只要是满足本发明给出的数值条件的特性的彩色偏振光合成膜即可，即使是实施例 1~4 所示的设计值以外的设计值也可以得到同样的效果。

另外，在用一个膜面合成 G 光的 S 偏振光和 R、B 的 P 偏振光的彩色合成系统中，也可以使用具有使实施例 1~4 所示的透过与反射的关系相反的膜特性的彩色偏振光合成膜。

[实施例 5]

表 5 中给出了作为本发明的实施例 5 的彩色偏振光合成膜的设计例。虽然实施例 1~4 所示的彩色偏振光合成膜是透过 G 光、反射品红光的构成，但本实施例的彩色偏振光合成膜则是反射 G 光、透

过品红光。使用这样的构成也可以得到与实施例 1~4 相同的效果。

【表 5】

膜	厚度 (nm)	折射率
粘合剂		1.51
1	63	1.45
2	233	2.11
3	62	1.45
4	112	2.11
5	55	1.45
6	112	2.11
7	61	1.45
8	109	2.11
9	66	1.45
10	103	2.11
11	56	1.45
12	111	2.11
13	75	1.45
14	98	2.11
15	106	1.45
16	220	2.11
17	104	1.45
18	114	2.11
19	52	1.45
20	229	2.11
21	58	1.45
基板		1.6

本实施例的彩色偏振光合成膜是在基板（三角棱镜等）上堆积了 21 层的膜而成的。此外，图 11A、图 11B 分别为其特性图。图 11A 给出的是对彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 40、45、50 度

时的 P 偏振光的透过率, 图 11B 给出的是对彩色偏振光合成膜的光的入射角度为 40、45、50 度时的 S 偏振光的反射率。

在取绿 (G) 的波长范围为 500 ~ 570nm, 红 (R) 的波长范围 590 ~ 650nm, 蓝 (B) 的波长范围为 430 ~ 480nm 时, 本实施例的彩色偏振光合成膜具有在 G 的波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sg} = 99.7\% > 90\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sr} = 99.3\% > 90\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sb} = 99.1\% > 90\%$$

这样的特性。

此外, 本实施例的彩色偏振光合成膜的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pg} = 30.8\%$$

R 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pr} = 0.7\%$$

B 波长范围的 P 偏振光的平均反射率为

$$R_{pb} = 0.9\%$$

G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sg} = 0.3\%$$

R 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sr} = 51.9\%$$

B 波长范围的 S 偏振光的平均透过率为

$$T_{sb} = 61.8\%。$$

此外, 对应 R、B 的波长范围的 P 偏振光的平均反射率的 G 波长范围的 P 偏振光的平均反射率之比为

$$R_{pr}/R_{pg} = 0.022 < 0.5$$

$$R_{pb}/R_{pg} = 0.029 < 0.5$$

对应 G 波长范围的 S 偏振光的平均透过率的 R、B 波长范围的

S 偏振光的平均透过率之比为

$$T_{sg}/T_{sr} = 0.004 < 0.5$$

$$T_{sg}/T_{sb} = 0.005 < 0.5.$$

这里，彩色偏振光合成膜的可见光波长范围的 P 偏振光的平均透过率为

$$T_{pw} = 67.2\%,$$

可见光波长范围的 S 偏振光的平均反射率为

$$R_{sw} = 88.0\%,$$

即，在 P 偏振光处其偏振光分离比例变低。因此，其残存一些二向色特性，因角度变化其反射、透过的范围会产生变动，但由于其变动范围狭小，故还是可以进行效率良好的色彩合成的。

如以上所说明过的这样，利用上述实施例，可以在彩色合成光学系统中谋求减少光量的损失，此外，还可以由之实现明亮的图像投射装置。

图1

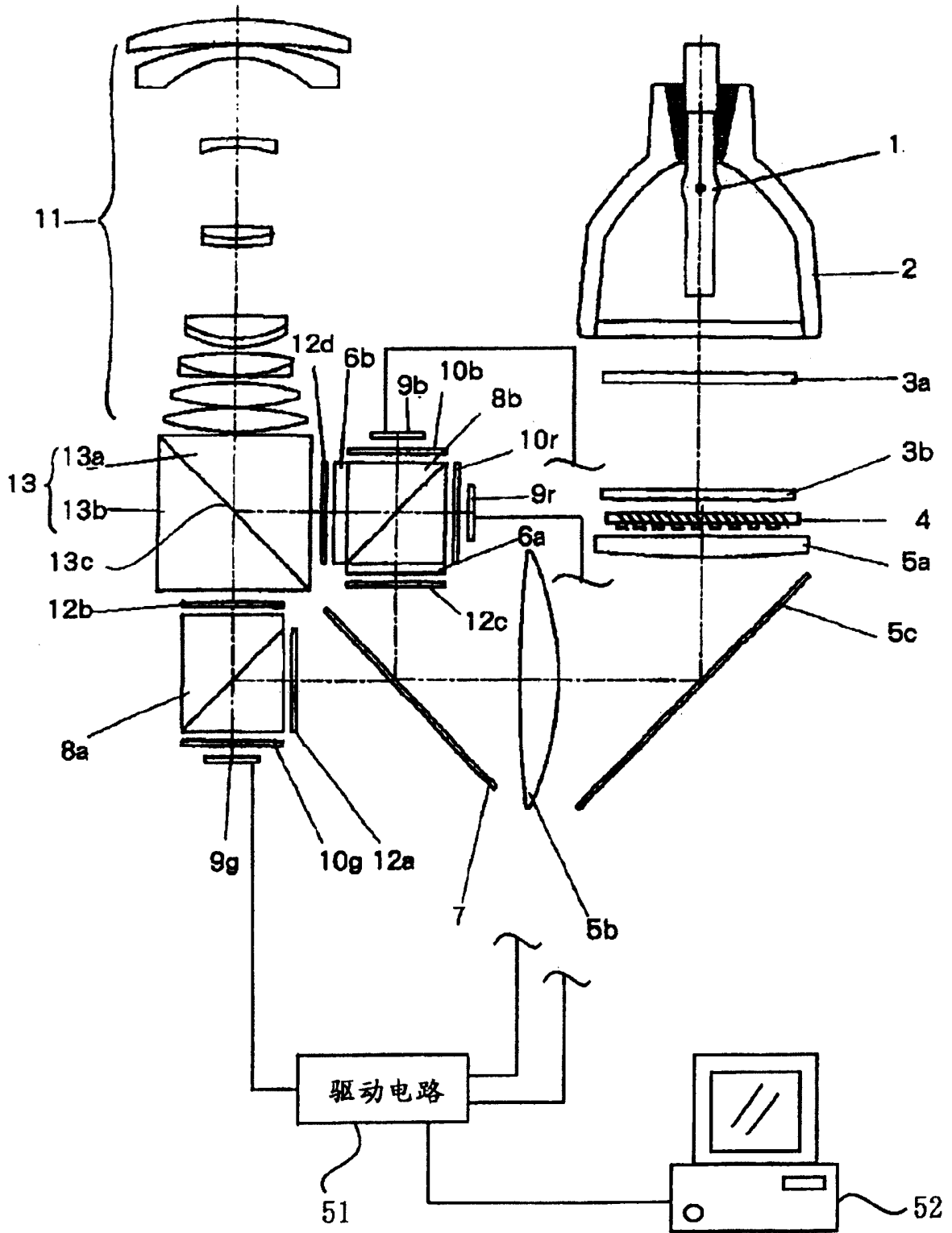


图 2

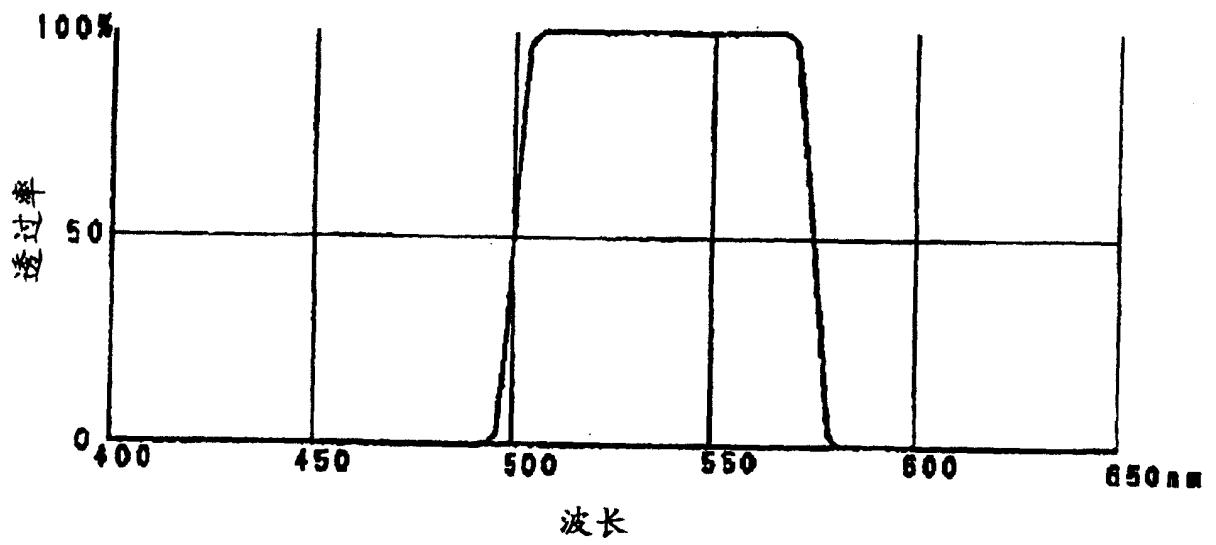


图3

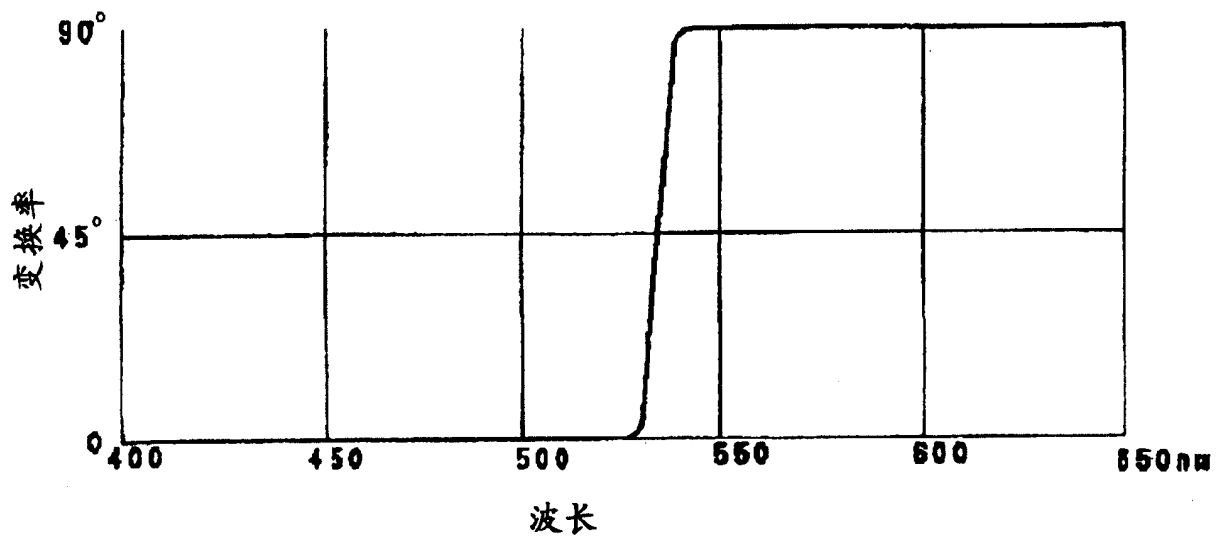


图4

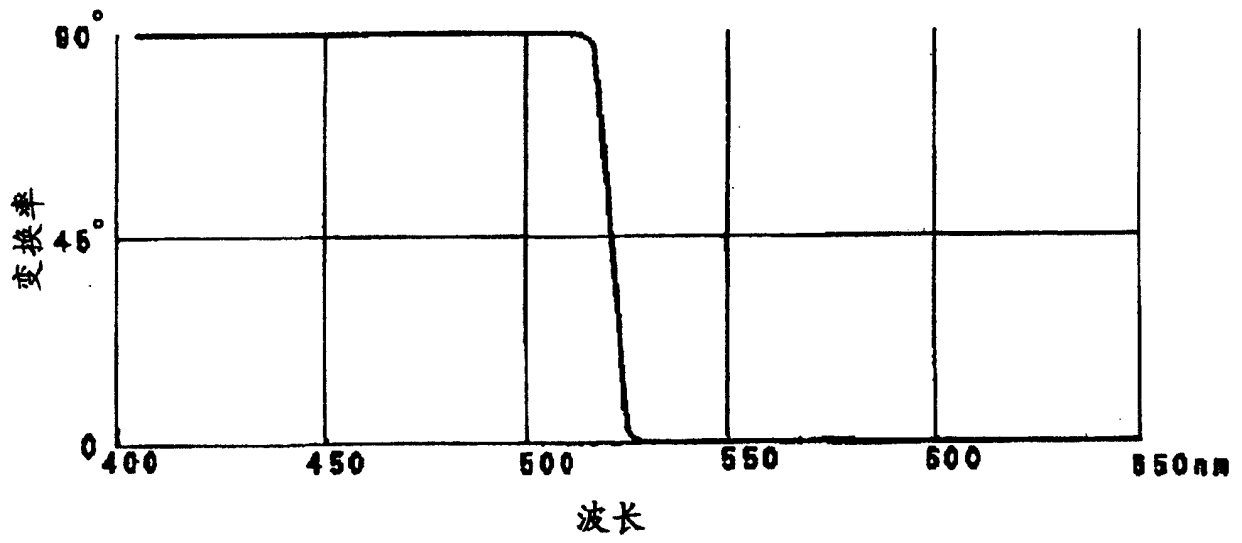


图 5A

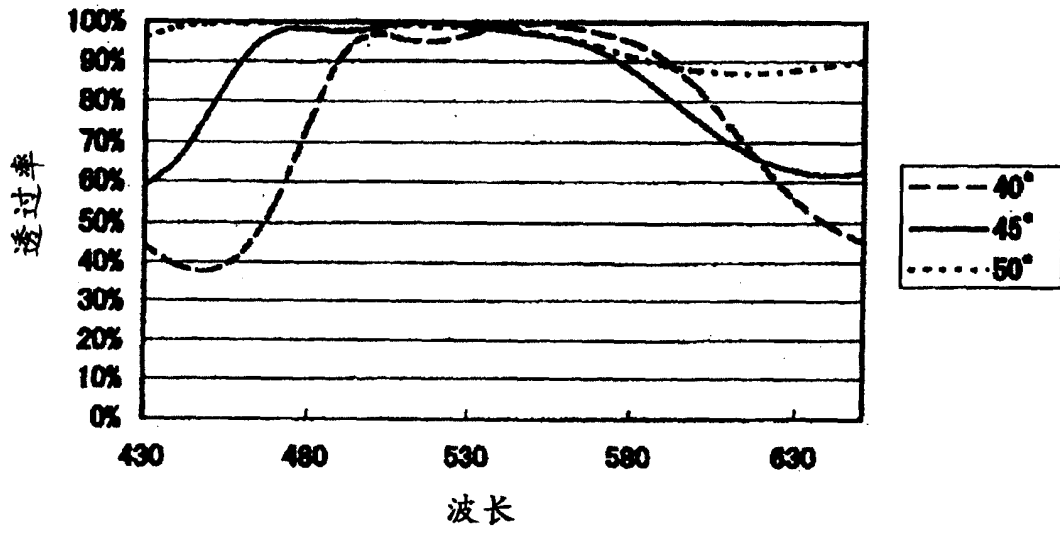


图 5B

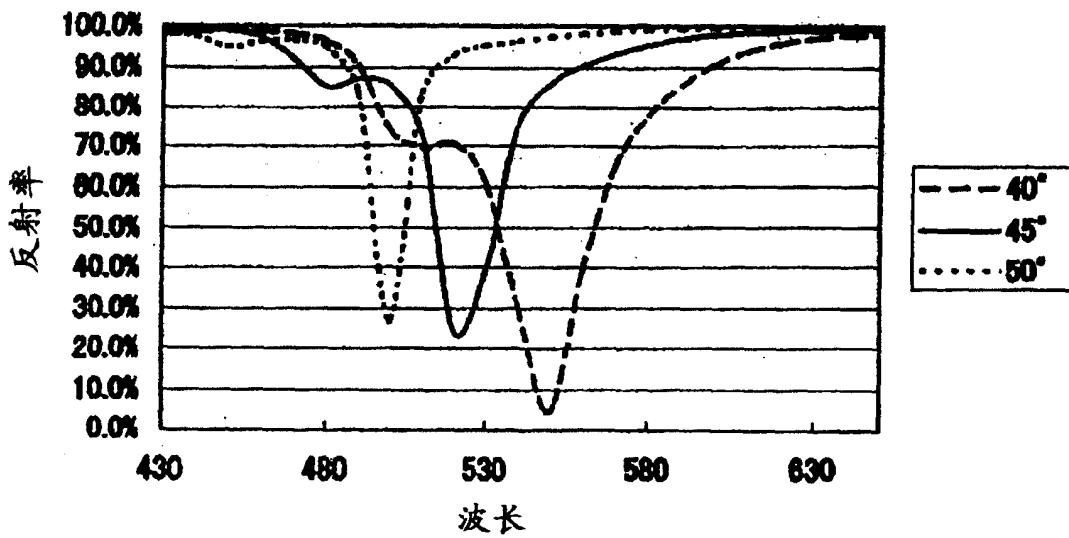


图6

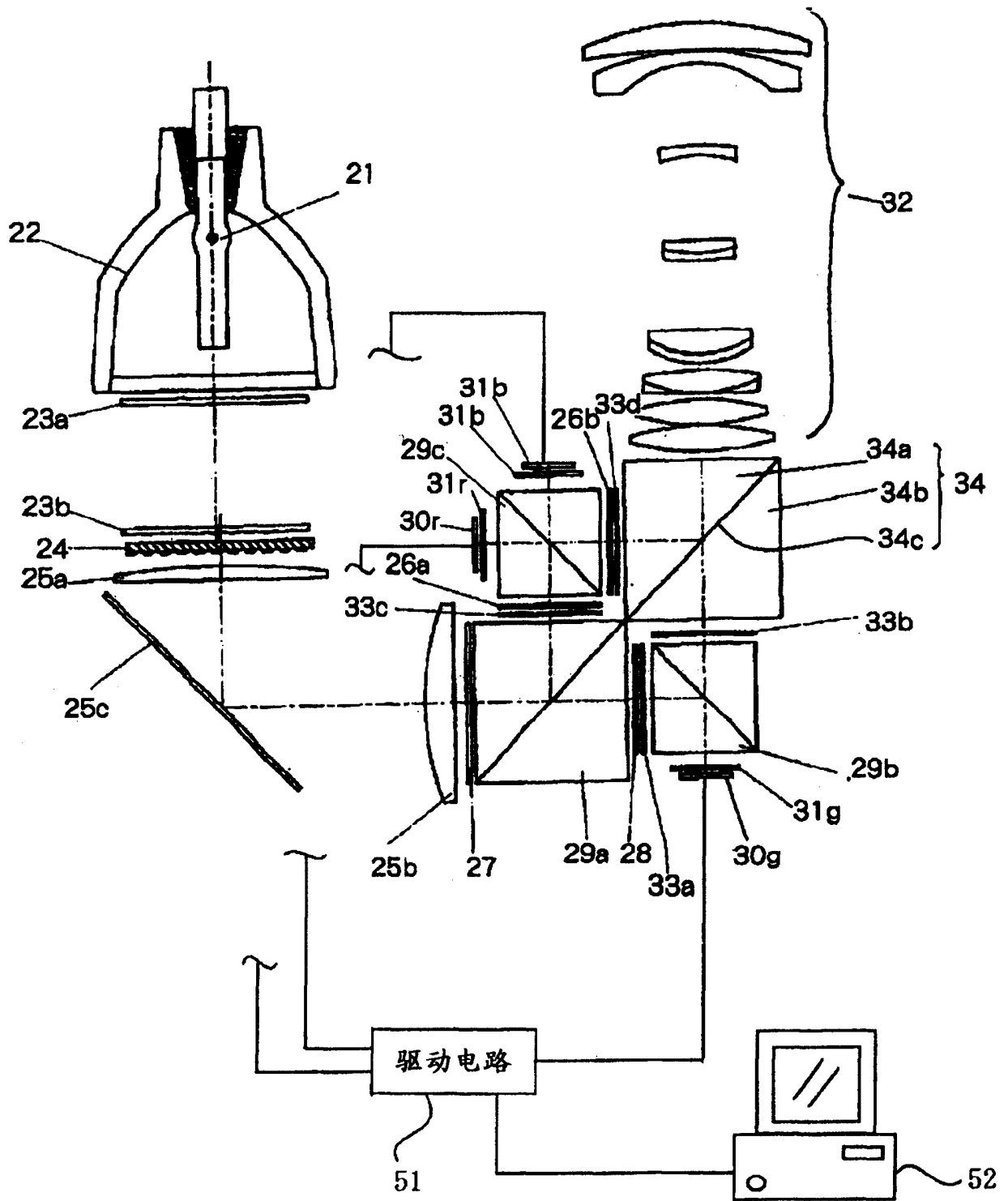


图7

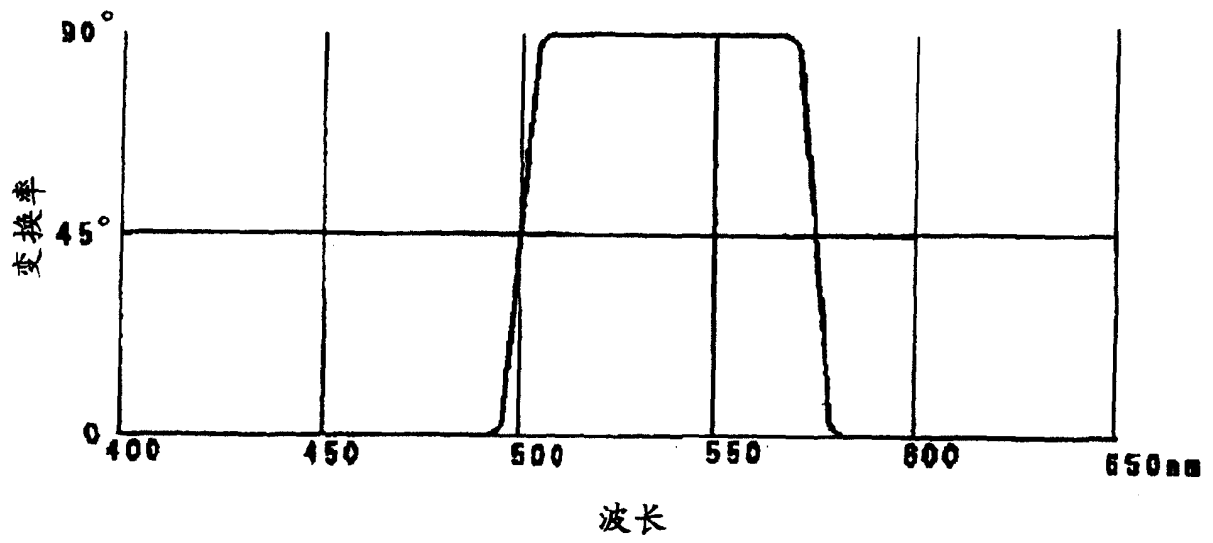


图 8A

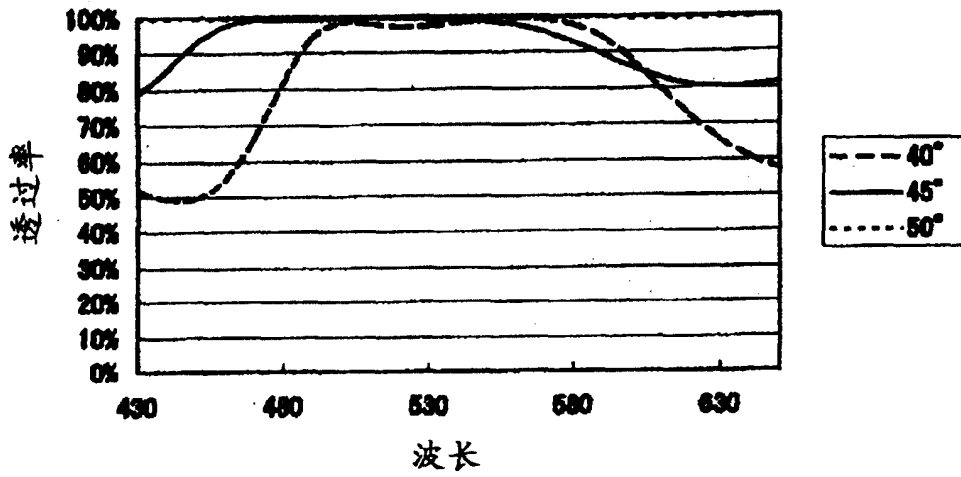


图 8B

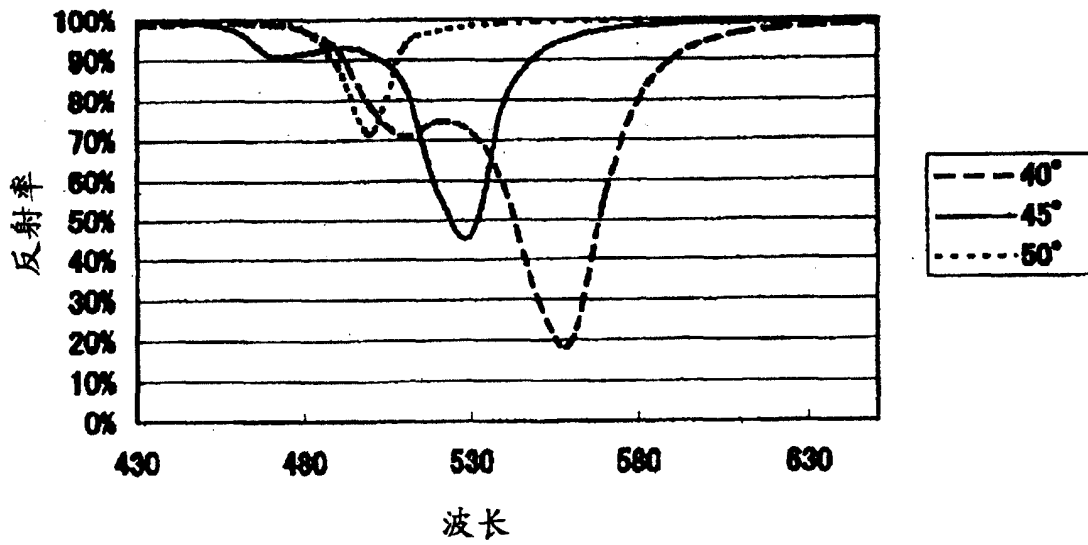


图 9A

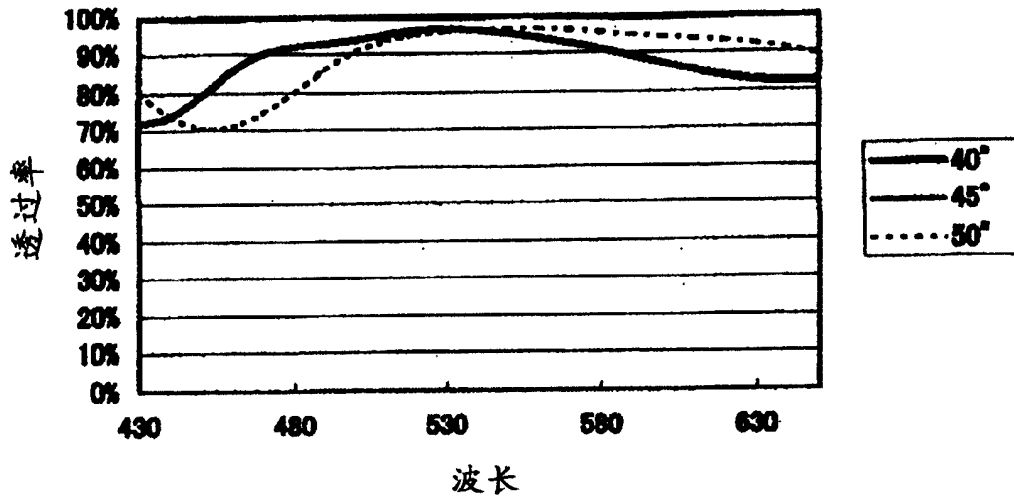


图 9B

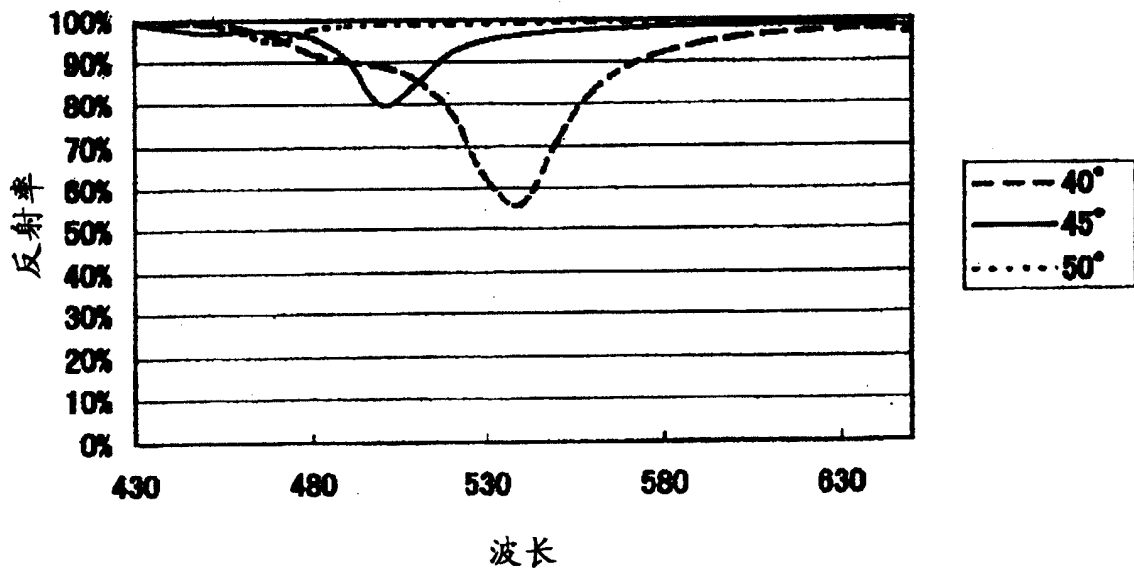


图 10A

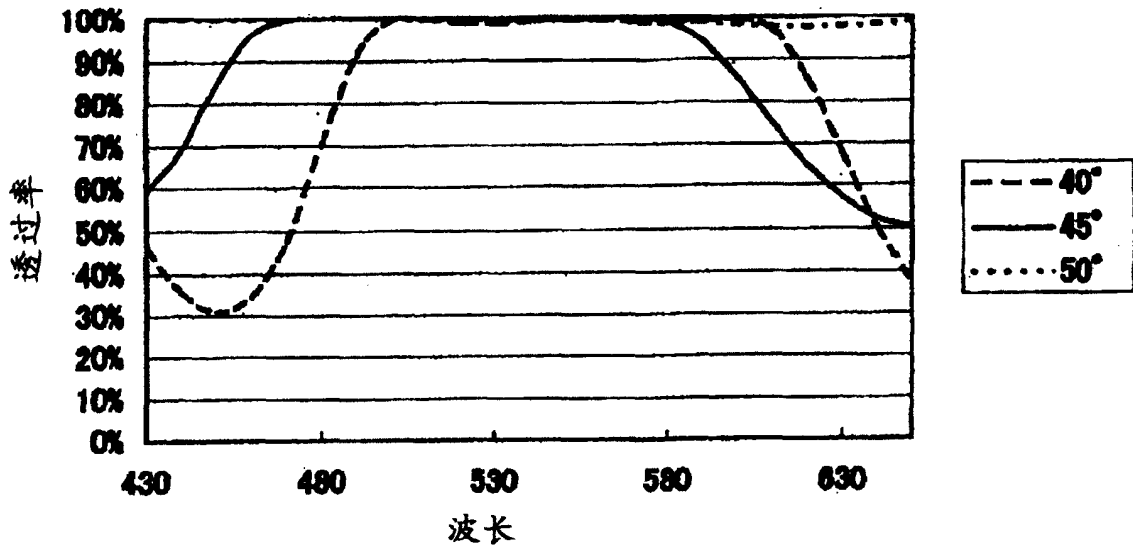


图 10B

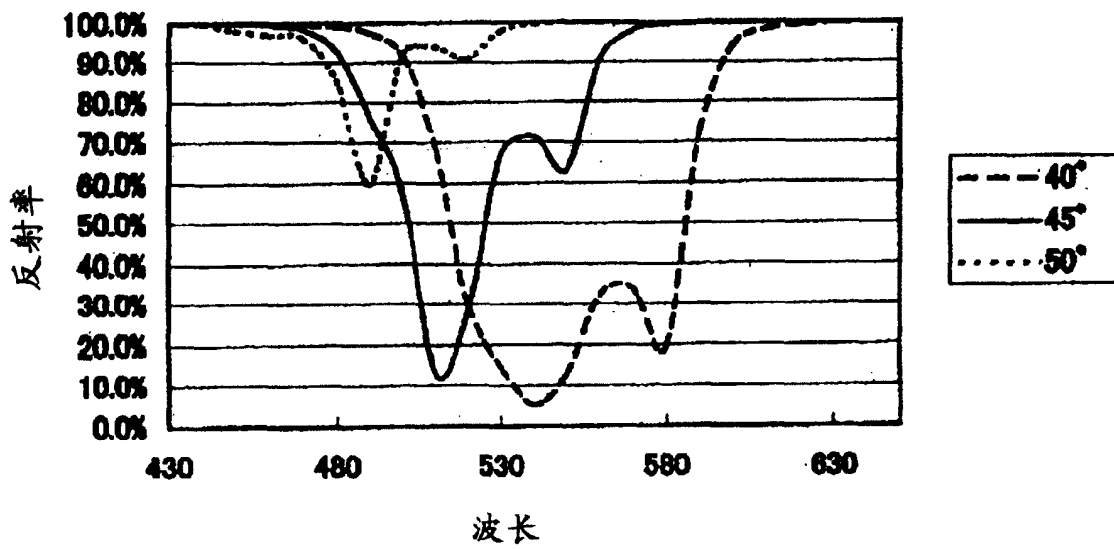


图 11A

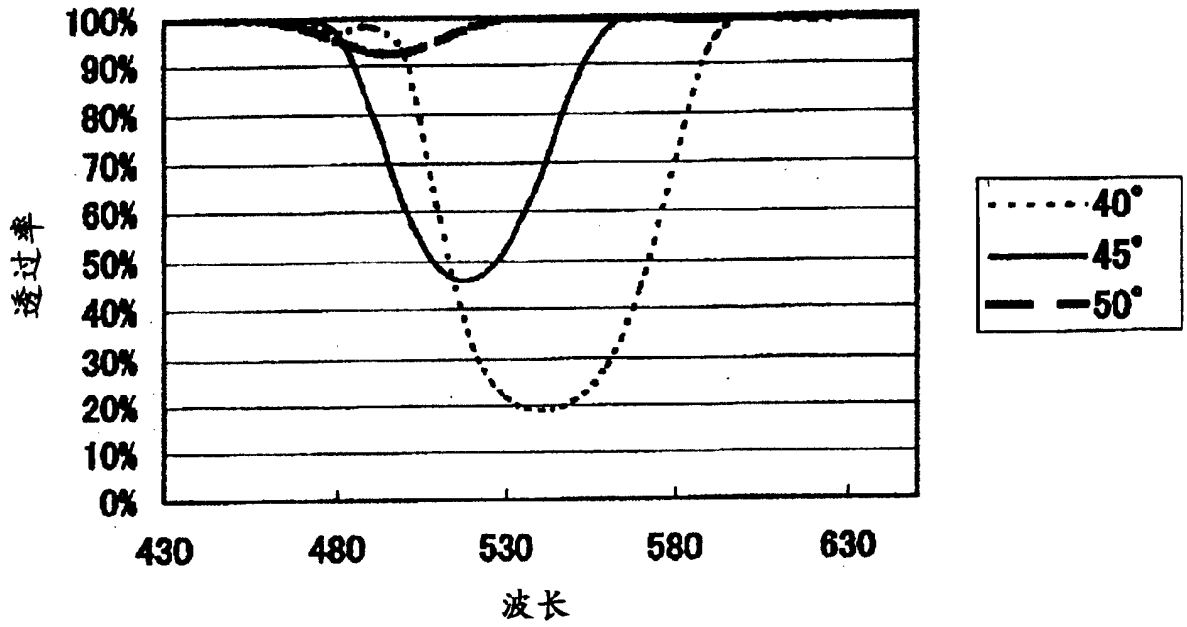


图 11B

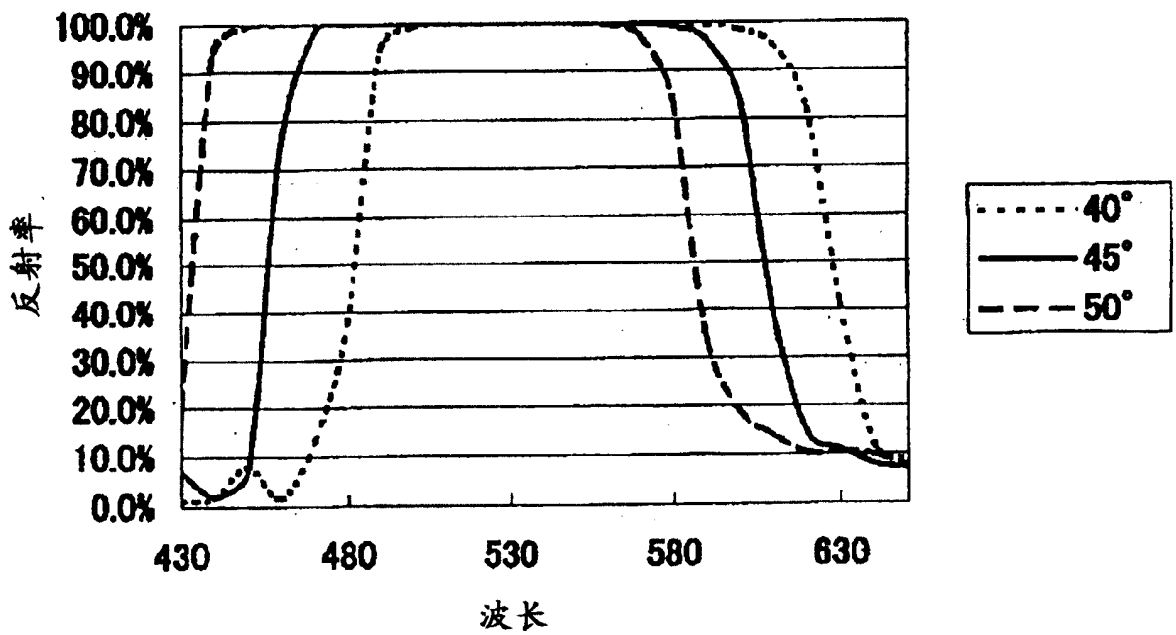
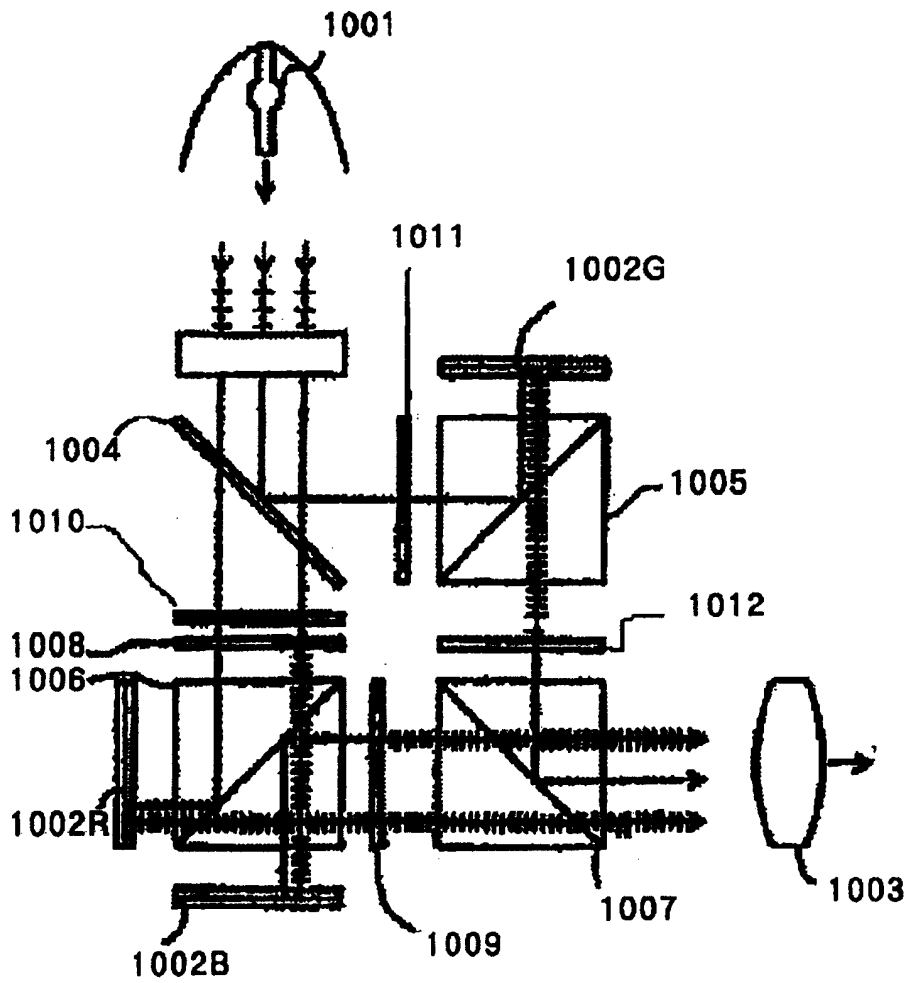
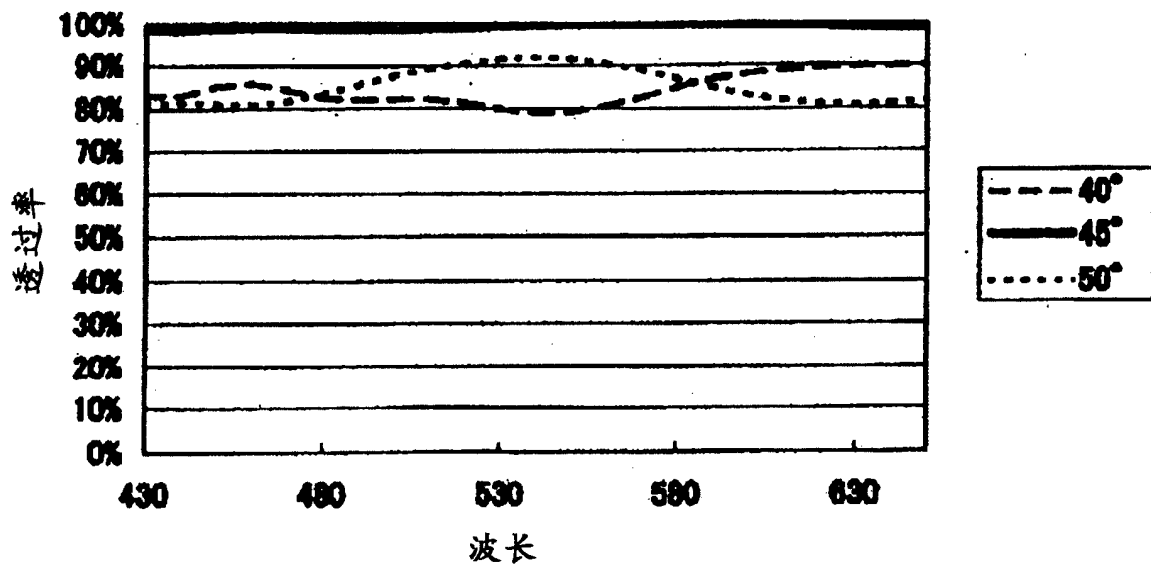


图 12



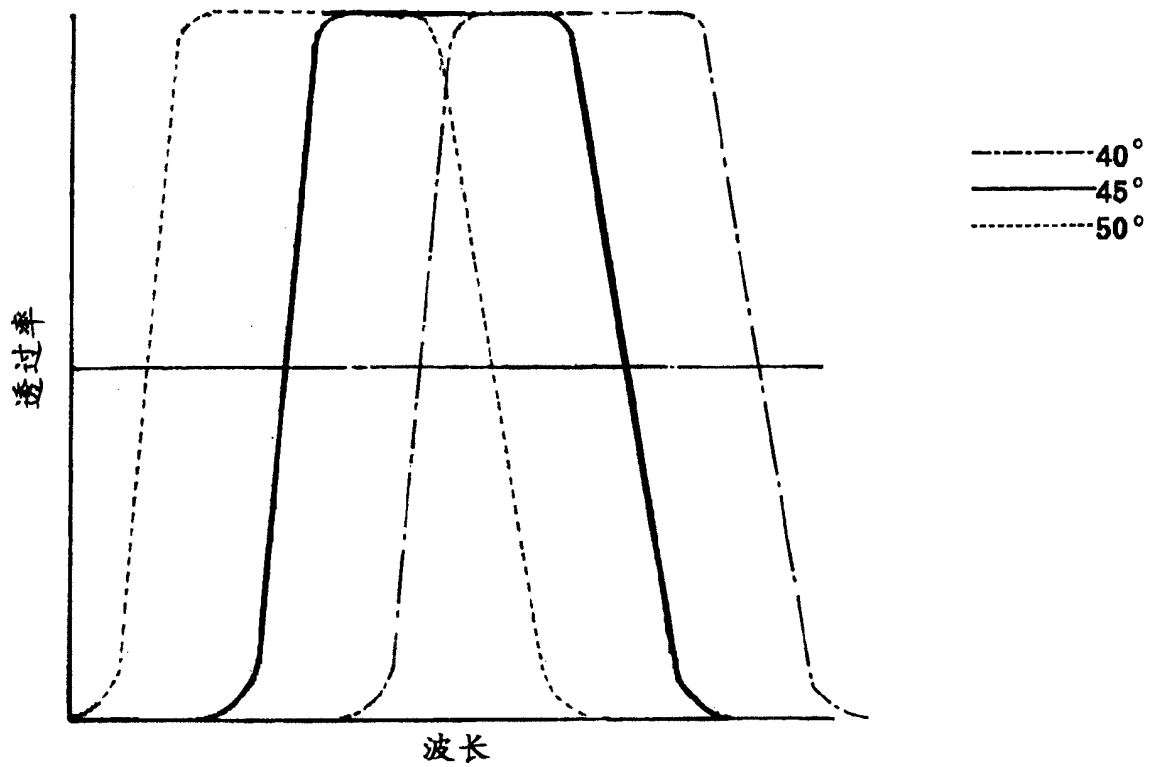
现有技术

图13



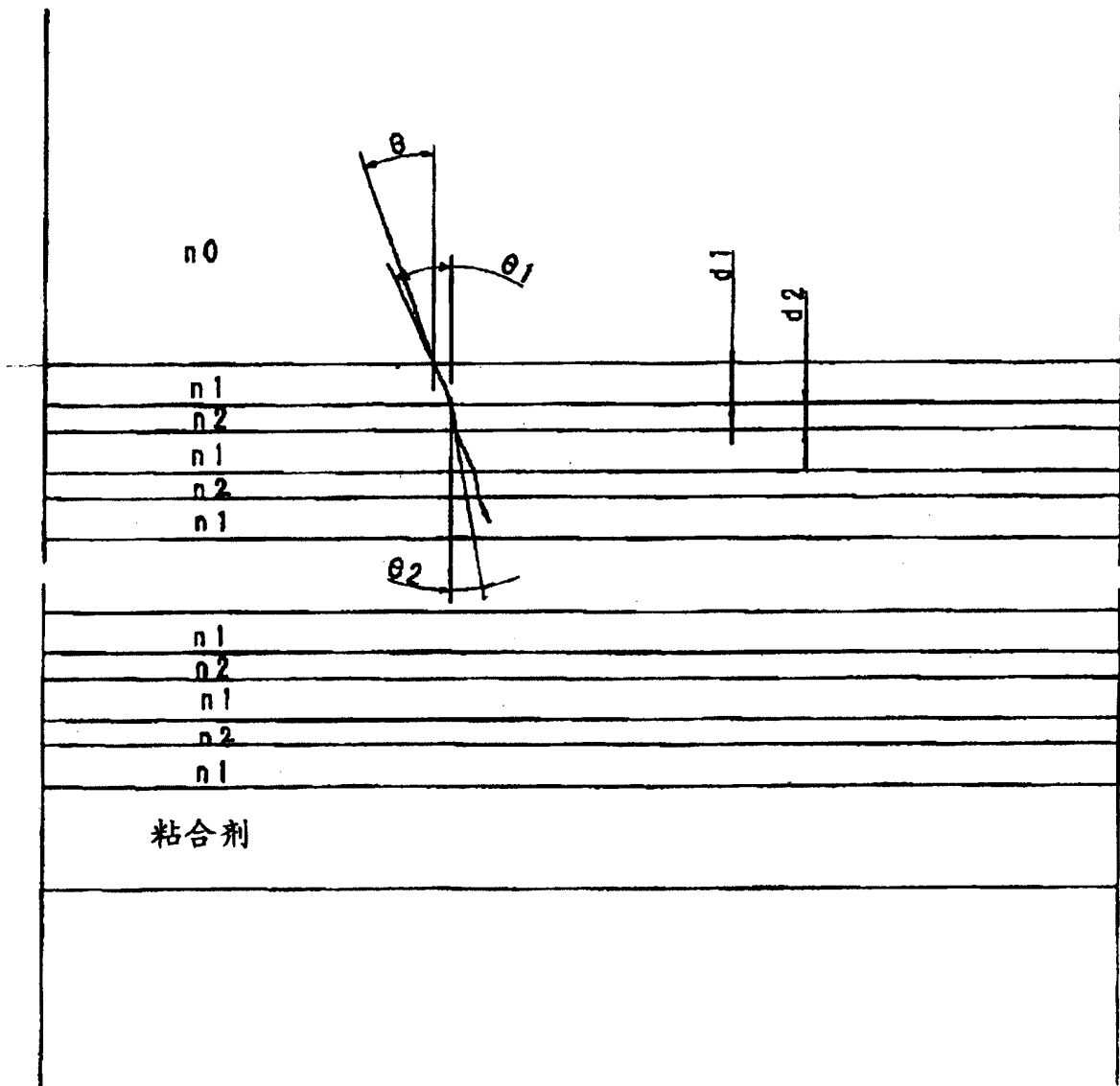
现有技术

图 14



现有技术

图15



现有技术