



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102073087 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201010535481. 8

G11B 7/1369 (2012. 01)

(22) 申请日 2010. 11. 01

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2009-252228 2009. 11. 02 JP

CN 101408635 A, 2009. 04. 15, 全文.

JP 特开 2007-304572 A, 2007. 11. 22, 全文.

EP 0720040 A2, 1996. 07. 03, 全文.

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

CN 101852883 A, 2010. 10. 06, 全文.

US 2010/0103084 A1, 2010. 04. 29, 全文.

地址 日本东京都

(72) 发明人 大户正之

审查员 孙雪婷

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 黄纶伟 马建军

(51) Int. Cl.

G02B 5/30 (2006. 01)

G02B 1/00 (2006. 01)

G02B 27/28 (2006. 01)

G03B 21/00 (2006. 01)

G11B 7/1365 (2012. 01)

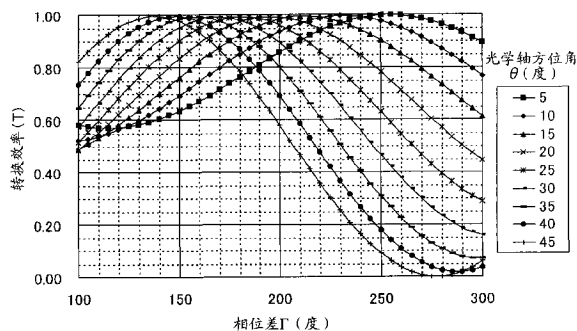
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 9 页

(54) 发明名称

1/2 波长板、光拾取装置、偏振转换元件及投影型显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种 1/2 波长板、光拾取装置、偏振转换元件以及投影型显示装置,能够提高由单一晶体板形成的 1/2 波长板的转换效率,单一晶体板由具有双折射性和旋光性的无机材料构成。在由使从入射面入射的线偏振光的偏振面旋转而从出射面出射的石英板构成的 1/2 波长板中,在将其相位差设为 $\Gamma = 180^\circ + \text{校正量 } \Gamma_a$,将相对于入射面的法线与光学轴所成的石英板的切割角度 β 设定为 $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ 时,依照预定的多项式确定校正量 Γ_a ,该多项式将在入射面上投影光学轴而成的光学轴投影线与入射到该入射面的线偏振光的偏振面所成的光学轴方位角 θ 、切割角度 β 作为变量。



1. 一种 1/2 波长板, 所述 1/2 波长板由具有双折射性和旋光性的无机材料构成的单一晶体板形成, 使从所述晶体板的入射面入射的线偏振光的偏振面旋转而从所述晶体板的出射面出射, 其特征在于,

在将所述 1/2 波长板的相位差设为 Γ , 将相位差的校正量设为 Γa , 将在所述入射面上投影所述晶体板的光学轴而成的光学轴投影线与入射到所述入射面的所述线偏振光的偏振面所成的光学轴方位角设为 θ , 将相对于所述晶体板的所述入射面的法线与所述晶体板的光学轴所成的角度 β 设定在 $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ 的范围内时, 满足下式:

$$\Gamma = 180^\circ + \Gamma a$$

$$\Gamma a_{\min} < \Gamma a < \Gamma a_{\max}$$

$$\Gamma a_{\min} = A_0 + A_1 \theta + A_2 \beta + A_3 \theta \beta + A_4 \theta^2 + A_5 \beta^2 + A_6 \theta^2 \beta + A_7 \theta \beta^2 + A_8 \theta^2 \beta^2 + A_9 \theta^3 + A_{10} \beta^3 + A_{11} \theta \beta^3 + A_{12} \theta^2 \beta^3 + A_{13} \theta^3 \beta + A_{14} \theta^3 \beta^2 + A_{15} \theta^3 \beta^3$$

其中,

$$A_0 = -58.9286$$

$$A_1 = 12.35938$$

$$A_2 = 12.8869$$

$$A_3 = -2.75654$$

$$A_4 = -0.571$$

$$A_5 = -0.7629$$

$$A_6 = 0.134076$$

$$A_7 = 0.164482$$

$$A_8 = -0.00816$$

$$A_9 = 0.004949$$

$$A_{10} = 0.013294$$

$$A_{11} = -0.00288$$

$$A_{12} = 0.000144$$

$$A_{13} = -0.0014$$

$$A_{14} = 0.0000907$$

$$A_{15} = -0.0000016$$

$$\Gamma a_{\max} = B_0 + B_1 \theta + B_2 \beta + B_3 \theta \beta + B_4 \theta^2 + B_5 \beta^2 + B_6 \theta^2 \beta + B_7 \theta \beta^2 + B_8 \theta^2 \beta^2 + B_9 \theta^3 + B_{10} \beta^3 + B_{11} \theta \beta^3 + B_{12} \theta^2 \beta^3 + B_{13} \theta^3 \beta + B_{14} \theta^3 \beta^2 + B_{15} \theta^3 \beta^3$$

其中,

$$B_0 = 128.7937$$

$$B_1 = -20.7435$$

$$B_2 = 15.2463$$

$$B_3 = 3.134559$$

$$B_4 = 0.679509$$

$$B_5 = -0.90929$$

$$B_6 = -0.16465$$

$$B_7 = -0.24201$$

$$B_8 = 0.012904$$

$$B_9 = -0.00617$$

$$B_{10} = 0.011497$$

$$B_{11} = 0.005092$$

$$B_{12} = -0.00026$$

$$B_{13} = 0.001931$$

$$B_{14} = -0.00016$$

$$B_{15} = 0.00000323。$$

2. 根据权利要求 1 所述的 1/2 波长板,其特征在于,所述 1/2 波长板具有形成在所述入射面和所述出射面的至少任意一方上的衍射光栅图案。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的 1/2 波长板,其特征在于,所述晶体板由石英构成。

4. 一种 1/2 波长板,所述 1/2 波长板由具有双折射性和旋光性的无机材料构成的单一晶体板形成,使从所述晶体板的入射面入射的线偏振光的偏振面旋转而从所述晶体板的出射面出射,其特征在于,

在将所述 1/2 波长板的相位差设为 Γ ,将相位差的校正量设为 Γa ,将在所述入射面上投影所述晶体板的光学轴而成的光学轴投影线与入射到所述入射面的所述线偏振光的偏振面所成的光学轴方位角设为 θ ,将相对于所述晶体板的所述入射面的法线与所述晶体板的光学轴所成的角度 β 设定在 $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ 的范围内时,满足下式:

$$\Gamma = 180^\circ + \Gamma a$$

$$\Gamma a = A_0 + A_1 \theta + A_2 \beta + A_3 \theta \beta + A_4 \theta^2 + A_5 \beta^2 + A_6 \theta^2 \beta + A_7 \theta \beta^2 + A_8 \theta^2 \beta^2 + A_9 \theta^3 + A_{10} \beta^3 + A_{11} \theta \beta^3 + A_{12} \theta^2 \beta^3 + A_{13} \theta^3 \beta + A_{14} \theta^3 \beta^2 + A_{15} \theta^3 \beta^3$$

其中,

$$A_0 = -63.635$$

$$A_1 = 6.966$$

$$A_2 = 47.038$$

$$A_3 = -0.325$$

$$A_4 = -3.038$$

$$A_5 = -3.559$$

$$A_6 = 0.113$$

$$A_7 = 0.213$$

$$A_8 = -0.006$$

$$A_9 = -0.004$$

$$A_{10} = 0.000$$

$$A_{11} = -0.001$$

$$A_{12} = 0.000$$

$$A_{13} = 0.000$$

$$A_{14} = 0.003$$

$$A_{15} = 0.053。$$

5. 根据权利要求 4 所述的 1/2 波长板,其特征在于,所述 1/2 波长板具有形成在所述入

射面和所述出射面的至少任意一方上的衍射光栅图案。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的 $1/2$ 波长板,其特征在于,所述晶体板由石英构成。

7. 一种光拾取装置,其特征在於,所述光拾取装置具有:光源;物镜,其将从所述光源出射的光会聚到记录介质上;检测器,其检测由所述记录介质反射的光;以及权利要求 1 ~ 6 中的任意一项所述的 $1/2$ 波长板,其配置在所述光源与所述物镜之间的光路中。

8. 一种偏振转换元件,其特征在於,

所述偏振转换元件具有:平板状的透光性基材,其将第 1 主面作为光入射面且将第 2 主面作为光出射面;第 1 光学薄膜和第 2 光学薄膜,它们设置在所述基材中;以及波长板,

所述第 1 光学薄膜和第 2 光学薄膜相对于所述第 1 主面和第 2 主面倾斜且彼此隔开间隔平行地交替配置,

所述第 1 光学薄膜将从所述第 1 主面侧入射的光分离成相互正交的第 1 线偏振光和第 2 线偏振光,使所述第 1 线偏振光透过并反射第 2 线偏振光,

所述第 2 光学薄膜对由所述第 1 光学薄膜反射后的第 2 线偏振光进行反射,使其从所述第 2 主面出射,

所述波长板是权利要求 1 ~ 6 中的任意一项所述的 $1/2$ 波长板,其配置在使由所述第 1 光学薄膜分离后的所述第 1 线偏振光或第 2 线偏振光透过的位置上。

9. 一种投影型显示装置,其特征在於,所述投影型显示装置具有:光源;权利要求 8 所述的偏振转换元件,其将来自所述光源的光转换为所述第 2 线偏振光后出射;调制单元,其根据要投影的图像信息,调制来自所述偏振转换元件的出射光;以及投影光学系统,其投影由所述调制单元调制后的光。

10. 根据权利要求 9 所述的投影型显示装置,其特征在於,所述调制单元是液晶面板。

1/2 波长板、光拾取装置、偏振转换元件及投影型显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及由石英这样具有双折射性和旋光性的无机晶体材料构成的 1/2 波长板。此外,本发明还涉及使用了该 1/2 波长板的光拾取装置、偏振转换元件以及投影型显示装置。

背景技术

[0002] 以往,在用于光盘装置记录再现的光拾取装置、偏振转换元件、液晶投影仪等投影型显示装置那样的光学装置中使用了 1/2 波长板,该 1/2 波长板使入射光的线偏振光的偏振面旋转了预定角度例如 90° 后作为线偏振光的出射光出射。一般,作为波长板的材质,使用了通过延伸处理而具有双折射性的聚碳酸酯等有机类材料构成的树脂薄膜、用透明基板夹持高分子液晶层的相位差板、石英等具有双折射性的无机晶体材料的晶体板(例如参照专利文献 1 至 4)。

[0003] 特别地,在用于光盘装置记录再现的光拾取装置中,为了实现记录的高密度化、大容量化,采用了波长非常短且高输出的蓝紫色激光器。但是,上述有机类材料的树脂薄膜和液晶材料具有容易吸收蓝色到紫外区域的光的物性。因此,可能吸收蓝紫色激光而发热,使材质自身劣化而有损波长板的功能。

[0004] 此外,在蓝光标准的光盘记录再现装置中,在光拾取装置的激光光源附近配置 1/2 波长板,1/2 波长板在极高温的环境下长时间暴露。在液晶投影仪中,也紧靠白色光源配置 1/2 波长板,1/2 波长板同样长时间在高温环境下暴露。因此,在任意一种情况下,都要求 1/2 波长板具有较高的耐光性和长期可靠性。在这方面,石英等无机晶体材料的耐光性极高,尤其是在使用蓝紫色激光器这样的光学系统中,石英波长板是有利的。

[0005] 此外,石英不仅具有双折射性,针对晶体光学轴的方向还具有旋光性。广泛公知该旋光性会根据石英板的切割角度对波长板的性能造成影响。为了消除该旋光性的影响,提出了如下的波长板:以光轴相互交叉的方式重合层叠由光学材料构成的 2 个波长板,两波长板的相位差、光学轴方位角度、旋光率、以及旋转轴与中性轴所成的角满足预定的关系式,由此,使宽频带中的特性优良(例如参照专利文献 5)。

[0006] 【专利文献 1】日本特开 2005-208588 号公报

[0007] 【专利文献 2】日本特开 2006-40343 号公报

[0008] 【专利文献 3】日本特公昭 52-4948 号公报

[0009] 【专利文献 4】日本特公平 3-58081 号公报

[0010] 【专利文献 5】日本特开 2005-158121 号公报

[0011] 但是,在石英单板的 1/2 波长板中,以下的设计方法至少在本申请发明人所了解范围内,至今为止都没有被报告过:除了考虑起因于双折射性的相位差引起的偏振状态的变化以外,还考虑起因于旋光性的偏振面旋转引起的偏振状态的变化。因此,存在问题:在将石英 1/2 波长板的设计相位差设定为 180° 时,其转换效率根据石英板的切割角度不一定成为 100%。

[0012] 使用图 11 的庞加莱球对石英单板的 $1/2$ 波长板的偏振状态进行说明。在将线偏振光的入射光的基准点设为 $S1$ 轴上的 $P_0 = (1, 0, 0)$ 时, 将旋转轴 R_1 设定到以下位置: 从 $S1$ 轴旋转角度 $2\theta_1$ (θ_1 : 石英板的光学轴方位角), 进而相对于 $S1/S2$ 平面向北极 ($S3$) 方向倾斜角度 2ρ (ρ : 石英板的旋光角)。当以旋转轴 R_1 为中心使点 P_0 向右旋转相位差 $\Gamma = 180^\circ$ 时, 该点 P_1 成为出射光的位置。

[0013] 在图 11 中, 在光学轴方位角 $\theta_1 = 45^\circ$ 时, 旋转轴 R_1 处于 $S2/S3$ 平面上, 因此当以旋转轴 R_1 为中心将点 P_0 向右旋转 180° 时, 出射光的位置始终到达庞加莱球的赤道上的点 $P_1 = (-1, 0, 0)$ 。此时, 石英波长板的转换效率为 1。但是, 在光学轴方位角 $\theta_2 \neq 45^\circ$ 时, 旋转轴 R_2 不到达 $S2/S3$ 平面上, 因此不处于庞加莱球的赤道上的点 P_2 成为出射光的位置。由此, 石英波长板的转换效率降低。

[0014] 石英板的旋光率在石英的光学轴方向上最大。由此, 越增大石英板的切割角度、即石英板的光学轴和相对于石英板主面的法线所成的角度, 旋光性的影响越小。图 12 示出了在设计相位差为 180° 的石英 $1/2$ 波长板中, 针对光学轴方位角 $\theta = 5^\circ$ 、 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 35° 、 40° 、 45° , 与切割角度相关的转换效率 T 的变化的模拟结果。从该图可知, 在切割角度在 30° 以下时转换效率显著降低。

[0015] 由此, 只要将切割角度设定得比 30° 大, 就能够得到接近 1 的高转换效率。但是, 在切割角度为 $30 \sim 90^\circ$ 的范围中, 石英板的厚度薄到 $10 \sim 26 \mu\text{m}$ 左右。因此, 石英板的强度显著降低, 脆弱且易断裂, 因此在制造上和实际使用上的处理非常困难。

[0016] 此外, 蓝紫色激光器在使用时产生高热而膨胀时, 会产生振荡激光的波长漂移(变化)这样的问题。因此, 在用于光拾取装置的光源的情况下, $1/2$ 波长板产生由于入射激光的波长漂移而导致线偏振光的转换效率劣化这样的问题。尤其是, 高阶模态的 $1/2$ 波长板的厚度较大, 因此随着相位差变大, 相位差的变化量也变大, 从而转换效率进一步劣化。

发明内容

[0017] 因此, 本发明正是鉴于上述现有问题点而完成的, 其目的在于, 在由单一晶体板形成的 $1/2$ 波长板中, 使 $1/2$ 波长板的转换效率及光的利用效率提高, 单一晶体板由具有双折射性和旋光性的无机材料构成, 具有在制造上能够加工的比较容易处理的厚度。

[0018] 本发明的另一个目的在于, 通过使用上述转换效率高的 $1/2$ 波长板, 实现难以受到波长漂移等引起的波长变动的影响, 与以往相比能够在更宽频带的波长范围内稳定发挥良好的性能, 且适用于更高记录密度的光盘装置的光拾取装置、能够更高效利用光能的偏振转换元件, 以及以往相比提高了光的利用效率的反射型液晶显示装置。

[0019] 本申请发明人针对石英 $1/2$ 波长板验证了相位差和转换效率的关系。图 1 示出了在由以切割角度 5° 切出的单一石英板构成的 $1/2$ 波长板中, 针对光学轴方位角 $\theta = 5^\circ$ 、 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 35° 、 40° 、 45° , 与相位差相关的转换效率 T 的变化的模拟结果。从该图可知, 转换效率根据光学轴方位角 θ 而变化, 无论 θ 如何, 都存在能够得到 1 或接近 1 的高转换效率的相位差范围。由此, 即使转换效率在设计相位差 $\Gamma = 180^\circ$ 时下降, 通过对相位差增加适当的校正量来进行调整, 也能够使转换效率提高。

[0020] 接着, 针对石英 $1/2$ 波长板验证了相位差和转换效率的关系。图 2 示出了在由相同的切割角度为 5° 的单板石英板构成的 $1/2$ 波长板中, 针对光学轴方位角 $\theta = 5^\circ$ 、 10° 、

15°、20°、25°、35°、40°、45°，与相位差的校正量相关的转换效率提高比 R_T 的变化的模拟结果。此处，转换效率提高比 R_T 是设计相位差 $\Gamma = 180^\circ$ 时的转换效率 T_0 和校正后的转换效率 T_1 的比，称作 T_1/T_0 。

[0021] 该图示出了在 $R_T > 1$ 的范围内，转换效率相比设计相位差 $\Gamma = 180^\circ$ 时得到改善的情况，以及改善转换效率所需的相位差校正量根据光学轴方位角 θ 而不同的情况。此外，从该图可知，在 $R_T > 1$ 的相位差校正量中存在最大值、最初值，在通过它们划定的范围中能够改善转换效率。另一方面，在 $\theta = 25^\circ$ 时不存在 $R_T > 1$ 的范围，不需要调整设计相位差 $\Gamma = 180^\circ$ 。

[0022] 本申请发明人根据这些模拟结果发现，通过对相位差校正量加上以往的双折射性造成的相位变化量即 180° 来设为设计相位差，能够校正旋光性引起的偏振状态的变化，将 $1/2$ 波长板的转换效率改善为 1 或极其接近 1 的值，相位差校正量将石英板的切割角度 β 和光学轴方位角 θ 设为变量。因此，本申请发明进一步将石英板的切割角度 β 设为参数来进行各种模拟和实验，从而验证了对应于切割角度 β 的最佳设计相位差和光学轴方位角的关系。

[0023] 图 3 示出了针对相位差 $\Gamma = 180^\circ$ ，转换效率提高比 R_T 大于 1 的相位差校正量 Γa 的最小值 $\Gamma a_{\min}$ 以及最大值 $\Gamma a_{\max}$ 与光学轴方位角 θ 的关系。在该图中，当相位差校正量 Γa 处于表示 $\Gamma a_{\min}$ 的曲线和表示 $\Gamma a_{\max}$ 的曲线之间时，即处于 $\Gamma a_{\min} < \Gamma a < \Gamma a_{\max}$ 的范围内时，转换效率提高。

[0024] 图 4 示出了在切割角度 $\beta = 5^\circ$ 、 10° 、 20° 、 30° 的情况下，光学轴方位角 θ 和相位差校正量最小值 $\Gamma a_{\min}$ 的关系。从该图可知，校正量最小值 $\Gamma a_{\min}$ 取决于切割角度 β 和光学轴方位角 θ ，通过这些值被确定。

[0025] 图 5 示出了在切割角度 $\beta = 5^\circ$ 、 10° 、 20° 、 30° 的情况下，光学轴方位角 θ 和相位差校正量最大值 $\Gamma a_{\max}$ 的关系。从该图可知，校正量最大值 $\Gamma a_{\max}$ 同样取决于切割角度 β 和光学轴方位角 θ ，通过这些值被确定。

[0026] 因此，根据这些关系，假定针对相位差 $\Gamma = 180^\circ$ ，转换效率提高比 R_T 大于 1 的相位差校正量 Γa 和切割角度 β 及光学轴方位角 θ 的关系能够用以下的关系式表示，通过回归计算算出各项常数 $A_0 \sim A_{15}$ 。

[0027]
$$\Gamma a = A_0 + A_1 \theta + A_2 \beta + A_3 \theta \beta + A_4 \theta^2 + A_5 \beta^2 + A_6 \theta^2 \beta + A_7 \theta \beta^2 + A_8 \theta^2 \beta^2 + A_9 \theta^3 + A_{10} \beta^3 + A_{11} \theta \beta^3 + A_{12} \theta^2 \beta^3 + A_{13} \theta^3 \beta + A_{14} \theta^3 \beta^2 + A_{15} \theta^3 \beta^3$$

[0028] 其结果，相关系数大于等于 0.99，能够得到与实测值良好的相关性。本发明正是为了达到上述目的，根据相关知识而完成的。

[0029] 本发明是一种 $1/2$ 波长板，该 $1/2$ 波长板由例如石英的具有双折射性和旋光性的无机材料构成的单一晶体板形成，使从该晶体板的入射面入射的线偏振光的偏振面旋转而从晶体板的出射面出射，其特征在于，

[0030] 在将 $1/2$ 波长板的相位差设为 Γ ，将相位差的校正量设为 Γa ，将在入射面上投影晶体板的光学轴而成的光学轴投影线与入射到入射面的线偏振光的偏振面所成的光学轴方位角设为 θ ，将相对于晶体板入射面的法线与晶体板的光学轴所成的角度 β 设定在 $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ 的范围内时，满足下式：

[0031] $\Gamma = 180^\circ + \Gamma a$

$$[0032] \quad \Gamma a_{\min} < \Gamma a < \Gamma a_{\max}$$

$$[0033] \quad \Gamma a_{\min} = A_0 + A_1 \theta + A_2 \beta + A_3 \theta \beta + A_4 \theta^2 + A_5 \beta^2 + A_6 \theta^2 \beta + A_7 \theta \beta^2 + A_8 \theta^2 \beta^2 + A_9 \theta^3 + A_{10} \beta^3 + A_{11} \theta \beta^3 + A_{12} \theta^2 \beta^3 + A_{13} \theta^3 \beta + A_{14} \theta^3 \beta^2 + A_{15} \theta^3 \beta^3$$

[0034] 其中,

$$[0035] \quad A_0 = -58.9286$$

$$[0036] \quad A_1 = 12.35938$$

$$[0037] \quad A_2 = 12.8869$$

$$[0038] \quad A_3 = -2.75654$$

$$[0039] \quad A_4 = -0.571$$

$$[0040] \quad A_5 = -0.7629$$

$$[0041] \quad A_6 = 0.134076$$

$$[0042] \quad A_7 = 0.164482$$

$$[0043] \quad A_8 = -0.00816$$

$$[0044] \quad A_9 = 0.004949$$

$$[0045] \quad A_{10} = 0.013294$$

$$[0046] \quad A_{11} = -0.00288$$

$$[0047] \quad A_{12} = 0.000144$$

$$[0048] \quad A_{13} = -0.0014$$

$$[0049] \quad A_{14} = 0.0000907$$

$$[0050] \quad A_{15} = -0.0000016$$

$$[0051] \quad \Gamma a_{\max} = B_0 + B_1 \theta + B_2 \beta + B_3 \theta \beta + B_4 \theta^2 + B_5 \beta^2 + B_6 \theta^2 \beta + B_7 \theta \beta^2 + B_8 \theta^2 \beta^2 + B_9 \theta^3 + B_{10} \beta^3 + B_{11} \theta \beta^3 + B_{12} \theta^2 \beta^3 + B_{13} \theta^3 \beta + B_{14} \theta^3 \beta^2 + B_{15} \theta^3 \beta^3$$

[0052] 其中,

$$[0053] \quad B_0 = 128.7937$$

$$[0054] \quad B_1 = -20.7435$$

$$[0055] \quad B_2 = 15.2463$$

$$[0056] \quad B_3 = 3.134559$$

$$[0057] \quad B_4 = 0.679509$$

$$[0058] \quad B_5 = -0.90929$$

$$[0059] \quad B_6 = -0.16465$$

$$[0060] \quad B_7 = -0.24201$$

$$[0061] \quad B_8 = 0.012904$$

$$[0062] \quad B_9 = -0.00617$$

$$[0063] \quad B_{10} = 0.011497$$

$$[0064] \quad B_{11} = 0.005092$$

$$[0065] \quad B_{12} = -0.00026$$

$$[0066] \quad B_{13} = 0.001931$$

$$[0067] \quad B_{14} = -0.00016$$

$$[0068] \quad B_{15} = 0.00000323。$$

[0069] 由此确定相位差校正量的最大值和最小值,并在该范围内确定相位差校正量,由此能够使用在制造上能够加工且比较容易处理的厚度的晶体板,将该切割角度 β 及光学轴方位角 θ 中的转换效率提高为 1 或接近 1 的值。由此,能够简单设计即使针对某种程度的入射光的波长变动,也稳定且光利用效率非常高的 1/2 波长板。

[0070] 根据本发明的另一方面,提供一种 1/2 波长板,该 1/2 波长板由例如石英的具有双折射性和旋光性的无机材料构成的单一晶体板形成,使从该晶体板的入射面入射的线偏振光的偏振面旋转而从晶体板的出射面出射,其中,

[0071] 在将 1/2 波长板的相位差设为 Γ ,将相位差的校正量设为 Γa ,将在入射面上投影晶体板的光学轴而成的光学轴投影线与入射到入射面的线偏振光的偏振面所成的光学轴方位角设为 θ ,将相对于晶体板入射面的法线与晶体板的光学轴所成的角度 β 设定在 $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ 的范围内时,满足下式:

$$[0072] \quad \Gamma = 180^\circ + \Gamma a$$

$$[0073] \quad \Gamma a = A_0 + A_1 \theta + A_2 \beta + A_3 \theta \beta + A_4 \theta^2 + A_5 \beta^2 + A_6 \theta^2 \beta + A_7 \theta \beta^2 + A_8 \theta^2 \beta^2 + A_9 \theta^3 + A_{10} \beta^3 + A_{11} \theta \beta^3 + A_{12} \theta^2 \beta^3 + A_{13} \theta^3 \beta + A_{14} \theta^3 \beta^2 + A_{15} \theta^3 \beta^3$$

[0074] 其中,

$$[0075] \quad A_0 = -63.635$$

$$[0076] \quad A_1 = 6.966$$

$$[0077] \quad A_2 = 47.038$$

$$[0078] \quad A_3 = -0.325$$

$$[0079] \quad A_4 = -3.038$$

$$[0080] \quad A_5 = -3.559$$

$$[0081] \quad A_6 = 0.113$$

$$[0082] \quad A_7 = 0.213$$

$$[0083] \quad A_8 = -0.006$$

$$[0084] \quad A_9 = -0.004$$

$$[0085] \quad A_{10} = 0.000$$

$$[0086] \quad A_{11} = -0.001$$

$$[0087] \quad A_{12} = 0.000$$

$$[0088] \quad A_{13} = 0.000$$

$$[0089] \quad A_{14} = 0.003$$

$$[0090] \quad A_{15} = 0.053。$$

[0091] 由此确定相位差校正量的最佳值,从而能够使用在制造上能够加工且比较容易处理的厚度的晶体板,在晶体板的切割角度 β 及光学轴方位角 θ 上实现最大的转换效率。由此,能够简单设计光利用效率最高的 1/2 波长板。

[0092] 在某个实施例中,通过具有形成在 1/2 波长板的入射面及出射面的至少任意一方上的衍射光栅图案,能够用 1 个光学元件发挥 1/2 波长板和衍射光栅的 2 个功能,能够实现部件个数的削减、小型化和成本降低。

[0093] 并且,根据本发明的另一方面,提供一种光拾取装置,其中,该光拾取装置具有:光源;物镜,其将从该光源出射的光会聚到记录介质上;检测器,其检测由记录介质反射的

光;以及上述本发明的 1/2 波长板,其配置在光源和物镜之间的光路中。如上所述,通过使用提高了转换效率的 1/2 波长板,能够实现在使用时难以受到振荡激光的温度漂移等引起的波长变动的影响,与以往相比能够在更宽频带的波长范围内稳定发挥良好性能的光拾取装置。

[0094] 另外,根据本发明的另一方面,提供一种偏振转换元件,其中,该偏振转换元件具有:平板状的透光性基材,其将第 1 主面作为光入射面且将第 2 主面作为光出射面;第 1 光学薄膜和第 2 光学薄膜,它们设置在该基材中;以及波长板,第 1 光学薄膜和第 2 光学薄膜相对于第 1 主面和第 2 主面倾斜地配置,且彼此隔开间隔平行地交替配置,第 1 光学薄膜将从第 1 主面侧入射的光分离成相互正交的第 1 线偏振光和第 2 线偏振光,使第 1 线偏振光透过并反射第 2 线偏振光,第 2 光学薄膜对由第 1 光学薄膜反射后的第 2 线偏振光进行反射,使其从第 2 主面出射,波长板是上述本发明的 1/2 波长板,其被配置在使由第 1 光学薄膜分离的第 1 线偏振光或第 2 线偏振光透过的位置上。

[0095] 在该偏振转换元件中,在某个实施例中,1/2 波长板配置在使透过第 1 光学薄膜的第 1 线偏振光出射的第 2 主面部分、或使由第 2 光学薄膜反射的第 2 线偏振光出射的第 2 主面部分上。在另一个实施例中,1/2 波长板设置在透光性基材中,并层叠配置在第 1 光学薄膜的第 1 线偏振光的出射面上。在任意一种情况下,都同样如上所述通过使用提高了转换效率的 1/2 波长板,从而与以往相比能够在更宽频带中实现光利用效率非常高的偏振转换元件。

[0096] 另外,根据本发明的另一方面,提供一种投影型显示装置,其中,该投影型显示装置具有:光源;上述本发明的偏振转换元件,其将来自该光源的光转换为第 2 线偏振光然后出射;调制单元,其根据要投射的图像信息,调制来自该偏振转换元件的出射光,该调制单元例如是液晶面板;以及投影光学系统,其投影由该调制单元调制后的光。同样,如上所述通过使用与以往相比提高了转换效率的 1/2 波长板,能够利用相同输出的光源获得更明亮的影像,或者即使光源低输出化也能够获得同样明亮的影像,因此能够降低功耗。

附图说明

[0097] 图 1 是示出在切割角度为 5° 的石英 1/2 波长板中,按照每个不同的光学轴方位角 θ 与相位差相关的转换效率 T 的变化的线图。

[0098] 图 2 是示出在切割角度为 5° 的石英 1/2 波长板中,按照每个不同的光学轴方位角 θ 与相位差校正量相关的转换效率提高比 R_T 的变化的线图。

[0099] 图 3 是示出 $R_T > 1$ 的相位差校正量的最小值 $\Gamma_{a_{\min}}$ 以及最大值 $\Gamma_{a_{\max}}$ 与光学轴方位角 θ 的关系的线图。

[0100] 图 4 是示出光学轴方位角 θ 与相位差校正量最小值 $\Gamma_{a_{\min}}$ 的关系的线图。

[0101] 图 5 是示出光学轴方位角 θ 与相位差校正量最大值 $\Gamma_{a_{\max}}$ 的关系的线图。

[0102] 图 6(A) 是从光的出射方向观察到本发明的 1/2 波长板的实施例的立体图,图 6(B) 是其侧视图,图 6(C) 是石英板的切割角度的说明图。

[0103] 图 7(A) 是示出本发明的 1/2 波长板的另一实施例的立体图,图 7(B) 是其部分放大剖视图。

[0104] 图 8 是示出使用了本发明的 1/2 波长板的光拾取装置的实施例的结构的概略图。

[0105] 图 9 是示出使用了本发明的 1/2 波长板的偏振转换元件的实施例的结构的概略图。

[0106] 图 10 是示出使用了本发明的 1/2 波长板的投影型显示装置的实施例的结构的概略图。

[0107] 图 11 是示出以往的石英 1/2 波长板的偏振状态的庞加莱球。

[0108] 图 12 是表示以往的石英 1/2 波长板的与切割角度相关的变化效率 T 的线图。

[0109] 标号说明

[0110] 1、11:1/2 波长板;1a:入射面;1b:出射面;2:晶体光学轴;3:偏振面的朝向;12:衍射光栅图案;13:蒸镀膜;20:光拾取装置;21、41:光源;22:衍射光栅;23:偏振光分束器;24:准直透镜;25:光盘;26:镜;27、44:1/4 波长板;28:物镜;29:光检测器;30:监视器用光检测器;40、67:偏振转换元件;41:棱镜阵列;41a:第 1 主面;41b:第 2 主面;42:偏振光分离膜;43:反射膜;50:投影型显示装置;51:照明光学系统;52;53:分色镜;54~56:反射镜;57~61: $\lambda/2$ 相位差板;62~64:液晶光阀;65:交叉分光棱镜;66:投影透镜系统。

具体实施方式

[0111] 以下,参照附图,对本发明的优选实施例进行详细说明。

[0112] 图 6(A)、图 6(B) 概略示出本发明的 1/2 波长板的实施例。本实施例的 1/2 波长板 1 由厚度恒定的单一石英波长板形成。该石英波长板如图 6(C) 所示,从由竖立在其入射面 1a(或出射面 1b) 上的法线和石英的晶体光学轴(Z 轴)划定的切割角度 β 处于 $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ 的范围内的石英板切出。特别地,通过将切割角度设定在该范围内,作为单板的 1/2 波长板,能够加工在制造上加工和处理没有困难的具有充分强度的厚度的石英波长板。

[0113] 将标准相位差设为 180° ,将相对于标准相位差的相位差校正量设为 Γ_a ,用 $\Gamma = 180^\circ + \Gamma_a$ 表示 1/2 波长板 1 的相位差 Γ 。将校正量最小值设为 $\Gamma_{a_{\min}}$,将校正量最大值设为 $\Gamma_{a_{\max}}$,则相位差校正量 Γ_a 使用将 1/2 波长板 1 的切割角度 β 和光学轴方位角 θ 设为变量的以下关系式确定,

[0114] $\Gamma_{a_{\min}} < \Gamma_a < \Gamma_{a_{\max}}$

[0115] $\Gamma_{a_{\min}} = A_0 + A_1 \theta + A_2 \beta + A_3 \theta \beta + A_4 \theta^2 + A_5 \beta^2 + A_6 \theta^2 \beta + A_7 \theta \beta^2 + A_8 \theta^2 \beta^2 + A_9 \theta^3 + A_{10} \beta^3 + A_{11} \theta \beta^3 + A_{12} \theta^2 \beta^3 + A_{13} \theta^3 \beta + A_{14} \theta^3 \beta^2 + A_{15} \theta^3 \beta^3$

[0116] 其中,

[0117] $A_0 = -58.9286$

[0118] $A_1 = 12.35938$

[0119] $A_2 = 12.8869$

[0120] $A_3 = -2.75654$

[0121] $A_4 = -0.571$

[0122] $A_5 = -0.7629$

[0123] $A_6 = 0.134076$

[0124] $A_7 = 0.164482$

$$[0125] \quad A_8 = -0.00816$$

$$[0126] \quad A_9 = 0.004949$$

$$[0127] \quad A_{10} = 0.013294$$

$$[0128] \quad A_{11} = -0.00288$$

$$[0129] \quad A_{12} = 0.000144$$

$$[0130] \quad A_{13} = -0.0014$$

$$[0131] \quad A_{14} = 0.0000907$$

$$[0132] \quad A_{15} = -0.0000016$$

$$[0133] \quad \Gamma a_{\max} = B_0 + B_1 \theta + B_2 \beta + B_3 \theta \beta + B_4 \theta^2 + B_5 \beta^2 + B_6 \theta^2 \beta + B_7 \theta \beta^2 + B_8 \theta^2 \beta^2 + B_9 \theta^3 + B_{10} \beta^3 + B_{11} \theta \beta^3 + B_{12} \theta^2 \beta^3 + B_{13} \theta^3 \beta + B_{14} \theta^3 \beta^2 + B_{15} \theta^3 \beta^3$$

[0134] 其中,

$$[0135] \quad B_0 = 128.7937$$

$$[0136] \quad B_1 = -20.7435$$

$$[0137] \quad B_2 = 15.2463$$

$$[0138] \quad B_3 = 3.134559$$

$$[0139] \quad B_4 = 0.679509$$

$$[0140] \quad B_5 = -0.90929$$

$$[0141] \quad B_6 = -0.16465$$

$$[0142] \quad B_7 = -0.24201$$

$$[0143] \quad B_8 = 0.012904$$

$$[0144] \quad B_9 = -0.00617$$

$$[0145] \quad B_{10} = 0.011497$$

$$[0146] \quad B_{11} = 0.005092$$

$$[0147] \quad B_{12} = -0.00026$$

$$[0148] \quad B_{13} = 0.001931$$

$$[0149] \quad B_{14} = -0.00016$$

$$[0150] \quad B_{15} = 0.00000323。$$

[0151] 如图 6(A) 所示,在从 1/2 波长板 1 的入射面 1a 入射的线偏振光中,作用有石英的双折射性引起的相位差和旋光性引起的偏振面旋转。但是,对于 1/2 波长板 1 的设计相位差 Γ ,在用其切割角度 β 和光学轴方位角 θ 两个变量确定的相位差校正量的最大值和最小值之间,适当选择相位差校正量 Γa ,因此能够校正旋光性引起的偏振状态的变化。其结果,将转换效率提高为 1 或接近 1 的值,即使入射光的线偏振光的波长在某种程度上变动,也实质上作为线偏振光从出射面 1b 出射。

[0152] 由此,当在蓝光标准的光盘记录再现用的光拾取装置或投影型显示装置中使用本实施例的 1/2 波长板时,不仅能够得到优异的耐光性、长期可靠性,而且稳定且光利用效率非常高,因此能够实现高效的光拾取装置或光学引擎。此外,由此能够实现功耗降低,因此非常有利。

[0153] 此外,在本实施例中,在将标准相位差设为 180° ,将相对于标准相位差的相位差校正量设为 Γa ,用 $\Gamma = 180^\circ + \Gamma a$ 表示 1/2 波长板 1 的相位差 Γ 时,能够使用将 1/2 波

长板 1 的切割角度 β 和光学轴方位角 θ 设为变量的以下关系式, 确定相位差校正量的最佳值。

$$[0154] \quad \Gamma a = A_0 + A_1 \theta + A_2 \beta + A_3 \theta \beta + A_4 \theta^2 + A_5 \beta^2 + A_6 \theta^2 \beta + A_7 \theta \beta^2 + A_8 \theta^2 \beta^2 + A_9 \theta^3 + A_{10} \beta^3 + A_{11} \theta \beta^3 + A_{12} \theta^2 \beta^3 + A_{13} \theta^3 \beta + A_{14} \theta^3 \beta^2 + A_{15} \theta^3 \beta^3$$

[0155] 其中,

$$[0156] \quad A_0 = -63.635$$

$$[0157] \quad A_1 = 6.966$$

$$[0158] \quad A_2 = 47.038$$

$$[0159] \quad A_3 = -0.325$$

$$[0160] \quad A_4 = -3.038$$

$$[0161] \quad A_5 = -3.559$$

$$[0162] \quad A_6 = 0.113$$

$$[0163] \quad A_7 = 0.213$$

$$[0164] \quad A_8 = -0.006$$

$$[0165] \quad A_9 = -0.004$$

$$[0166] \quad A_{10} = 0.000$$

$$[0167] \quad A_{11} = -0.001$$

$$[0168] \quad A_{12} = 0.000$$

$$[0169] \quad A_{13} = 0.000$$

$$[0170] \quad A_{14} = 0.003$$

$$[0171] \quad A_{15} = 0.053$$

[0172] 由此确定相位差校正量的最佳值, 从而能够在使用的石英晶体板的切割角度 β 及光学轴方位角 θ 上实现最大的转换效率。由此, 入射光的线偏振光作为大致线偏振光从出射面 1b 出射。其结果, 能够得到光利用效率最高的 1/2 波长板, 因此能够实现非常高效的光拾取装置或光学引擎。

[0173] 图 7(A)、图 7(B) 示出本发明的 1/2 波长板的另一实施例。本实施例的 1/2 波长板 11 具有形成在图 6 所示的 1/2 波长板 1 的出射面上的衍射光栅图案 12。衍射光栅图案 12 通过在石英板的表面上将例如 SiO_2 等蒸镀膜图案形成为格子状来形成。在另一实施例中, 还能够通过蚀刻等在所述石英板的表面上加工格子状的槽来形成。

[0174] 该 1/2 波长板 11 当使激光从例如图中下侧朝上通过时, 使入射的线偏振光的偏振面旋转预定角度而作为线偏振光出射, 此时, 通过衍射光栅图案 12 分为 3 个激光、即 1 个主光束 L0 和 2 个副光束 L+1、L-1。由此, 在本实施例中, 用 1 个光学元件发挥 1/2 波长板和衍射光栅的 2 个功能。由此, 在光学头等光学装置中使用该 1/2 波长板 11 时, 能够实现部件个数的削减、小型化和成本降低。

[0175] 图 8 示出使用了本发明的 1/2 波长板的光拾取装置的实施例。该光拾取装置 20 例如用于 Blu-ray Disc (注册商标) 等的光盘装置的记录再现, 具有由激光二极管构成的光源 21, 该激光二极管放射例如作为波长 405nm 的蓝紫色光的激光。光拾取装置 20 具有: 衍射光栅 22, 其衍射来自光源 21 的激光; 偏振光分束器 23, 其将透过该衍射光栅的激光分离成 P 偏振光分量和 S 偏振光分量进行透射或反射; 准直透镜 24, 其将被该偏振光分束器

反射的激光变为平行光；镜 26，其将透过该准直透镜的激光向光盘 25 反射；1/4 波长板 27，其将由该镜反射的线偏振光的激光转换为圆偏振光；物镜 28，其会聚已透过该 1/4 波长板的激光；以及光检测器 29，其检测从光盘 25 反射的激光。此外，光拾取装置 20 还具有监视器用光检测器 30，该监视器用光检测器 30 检测从光源 21 出射并透过偏振光分束器 23 的激光。

[0176] 衍射光栅 22 与图 7 关联由上述本发明的 1/2 波长板 11 构成。由此，即使在使用光拾取装置 20 时激光的波长根据振荡激光的温度漂移而变动，也能够不使 1/2 波长板的转换效率劣化或将该劣化抑制到最小限度，从而始终确保充分的光量。其结果，与使用的激光的短波长化和高输出化对应，能够实现与以往相比能够在更宽频带的波长范围内稳定发挥良好性能的光拾取装置。

[0177] 光拾取装置 20 如下进行动作。从光源 21 出射的线偏振光的激光，为了利用 3 光束法来进行跟踪控制而在通过衍射光栅 22 分离成 3 个光束后，利用偏振光分束器 23 来反射 S 偏振光分量，并利用准直透镜 24 成为平行光。平行光的激光经由镜 26 来全反射，并通过 1/4 波长板 27 从线偏振光转换为圆偏振光，然后利用物镜 28 会聚后，照射到形成在光盘 25 上的信号记录层的坑上。该坑反射的激光透过所述物镜，利用 1/4 波长板 27 从圆偏振光转换为线偏振光，并利用镜 26 进行全反射，然后透过准直透镜 24 以及偏振光分束器 23，入射到光检测器 29 进行检测。由此，进行记录在所述光盘上的信号的读取动作。另外，从光源 21 出射的激光的 P 偏振光分量透过偏振光分束器 23 入射到监视器用光检测器 30 进行检测。通过该检测输出，控制从所述激光二极管出射的激光的输出。

[0178] 本发明的 1/2 波长板因为光的利用效率非常高，所以适用于如液晶投影仪那样具有液晶面板的投影型显示装置等。特别是在采用调制特定偏振方向的光束（S 偏振光或 P 偏振光）的类型的液晶面板的投影型显示装置中，一般是如下设定光学系统：使线偏振光与 P 偏振光或 S 偏振光的任意一方统一入射到液晶面板。因此，投影型显示装置安装有偏振转换元件（PS 转换元件），该偏振转换元件的作用如下：将来自光源的随机偏振光转换为 P 偏振光或 S 偏振光的光束，以提高光的利用效率。

[0179] 图 9(A) ~ (C) 分别示出适用于液晶投影仪等投影型显示装置的、三个不同结构的偏振转换元件 40、40'、40''，它们都能够使用本发明的 1/2 波长板。由此，各偏振转换元件 40、40'、40'' 与以往相比能够在更宽频带内将转换效率的劣化抑制到最小限度，因此能够更高效地利用光能。

[0180] 图 9(A) 的偏振转换元件 40 具有棱镜阵列 41，该棱镜阵列 41 由第 1 主面 41a 为光入射面且第 2 主面 41b 为光出射面的平板状的透光性基材构成。在所述透光性基材中，将相对于所述第 1 主面和第 2 主面倾斜的偏振光分离膜 42 和反射膜 43 彼此隔开预定间隔平行地交替配置。

[0181] 偏振光分离膜 42 将从第 1 主面 41a 入射到棱镜阵列 41 的随机光分离成 S 偏振光分量和 P 偏振光分量，使 P 偏振光分量透过且反射 S 偏振光分量。已透过偏振光分离膜 42 的 P 偏振光分量直接经由第 2 主面 41b 从棱镜阵列 41 出射。被所述偏振光分离膜反射的 S 偏振光分量借助反射膜 43 反射，并经由第 2 主面 41b 从棱镜阵列 41 出射。在第 2 主面 41b 中出射被所述反射膜反射的 S 偏振光分量的部分配置有 1/2 波长板 44。1/2 波长板 44 将入射的 S 偏振光的线偏振光转换为 P 偏振光后输出。由此，偏振转换元件 40 将入射光与

P 偏振光一齐出射,并且该偏振转换元件 40 适合搭载在 P 偏振光光学系统的投影型显示装置上。

[0182] 图 9(B) 示出适合搭载在 S 偏振光光学系统的投影型显示装置上的偏振转换元件 40' 的结构。在该偏振转换元件 40' 中,将 1/2 波长板 44 配置在出射已透过偏振光分离膜 42 的 P 偏振光分量的第 2 主面 41b 的部分上。由此,已透过偏振光分离膜 42 的 P 偏振光的线偏振光转换为 S 偏振光后出射。另一方面,被所述偏振光分离膜反射的 S 偏振光分量通过反射膜 43 进行反射,然后从棱镜阵列 41 直接出射该 S 偏振光。由此,入射到偏振转换元件 40' 的光与 S 偏振光一齐出射。

[0183] 图 9(C) 示出在棱镜阵列 41 的所述透光性基材中配置有 1/2 波长板 44 的结构的偏振转换元件 40''。1/2 波长板 44 与偏振光分离膜 42 的出射面层叠,并与反射膜 43 彼此隔开预定间隔平行地交替配置。

[0184] 偏振光分离膜 42 将从第 1 主面 41a 入射的随机光分离成 S 偏振光分量和 P 偏振光分量,并使 P 偏振光分量透过且反射 S 偏振光分量。被偏振光分离膜 42 反射的 S 偏振光分量利用反射膜 43 进行反射,并经由第 2 主面 41b 从棱镜阵列 41 出射。已透过所述偏振光分离膜的 P 偏振光分量直接入射到 1/2 波长板 44 转换为 S 偏振光,并经由所述第 2 主面从棱镜阵列 41 出射。由此,入射到偏振转换元件 40'' 的光与 S 偏振光一齐出射。

[0185] 图 10 概略示出使用了本发明的 1/2 波长板的投影型显示装置的实施例。该投影型显示装置 50 具有:照明光学系统 51,分色镜 52、53,反射镜 54 ~ 56, $\lambda/2$ 相位差板 57 ~ 61,液晶光阀 62 ~ 64,交叉分光棱镜 65 以及投影透镜系统 66。照明光学系统 50 为了照明液晶光阀 62 ~ 64 而具有光源、偏振转换元件 67、聚光透镜等。偏振转换元件 67 能够使用图 9 的偏振转换元件,将来自所述光源的随机光转换为 S 偏振光后出射。

[0186] 从照明光学系统 51 出射的 S 偏振光的白色光中,红色光分量透过分色镜 52,反射蓝色光分量和绿色光分量。透过分色镜 52 的红色光利用反射镜 54 进行反射,通过 $\lambda/2$ 相位差板 57 转换为 P 偏振光,并入射到红色光用的液晶光阀 62。利用分色镜 52 反射的绿色光进一步经由分色镜 53 进行反射,并通过 $\lambda/2$ 相位差板 58 转换为 P 偏振光,入射到绿色光用的液晶光阀 63。利用分色镜 52 反射的蓝色光透过分色镜 53 反射到反射镜 55、56,通过 $\lambda/2$ 相位差板 59 转换为 P 偏振光,并入射到蓝色光用的液晶光阀 64。

[0187] 液晶光阀 62 ~ 64 分别是根据给出的图像信息(图像信号)来调制各色的色光而形成图像的光调制单元。交叉分光棱镜 65 是色合成单元,其合成从液晶光阀 62、64 出射的 S 偏振光的红色光以及蓝色光和从液晶光阀 63 出射后转换为 P 偏振光的绿色光的色光,形成彩色图像。该合成光通过 $\lambda/2$ 相位差板 61 出射到投影透镜系统 66。投影透镜系统 66 是将该合成光投影到投影屏幕上显示彩色图像的投影光学系统。

[0188] 当确定 $\lambda/2$ 相位差板 61 的光学轴的方向,以使 S 偏振光(红色光以及蓝色光)和 P 偏振光(绿色光)的偏振方向分别变更约 45° 时,3 色光的 S 偏振光分量和 P 偏振光分量均为约 1/2,所以能够将彩色影像清楚地投影到偏振光屏幕上。另外,可取代 $\lambda/2$ 相位差板 61,使用 $\lambda/4$ 相位差板。在此情况下,将红、绿、蓝这 3 色光分别转换为椭圆偏振光,优选转换为圆偏振光,由此即使在投影屏幕使用了偏振光屏幕的情况下,也能够清楚地投影彩色影像。

[0189] $\lambda/2$ 相位差板 57 ~ 61 可使用本发明的 1/2 波长板。由此,投影型显示装置 50 在

各 $\lambda/2$ 相位差板中与以往相比提高了利用效率,能够进一步提高光的利用效率。其结果,能够利用相同输出的光源获得更亮的彩色影像,或者即使光源为低输出光源也能够获得同样明亮的彩色影像,因此能够降低功耗。

[0190] 本发明不限于上述实施例,可在其技术范围内增加各种变形或变更来进行实施。例如,本发明的波长板能够由石英板以外的光学单轴性晶体材料来形成。另外,与上述实施例不同结构的光拾取装置、偏振转换元件、投影型显示装置或其它光学装置,都同样能够适用本发明。

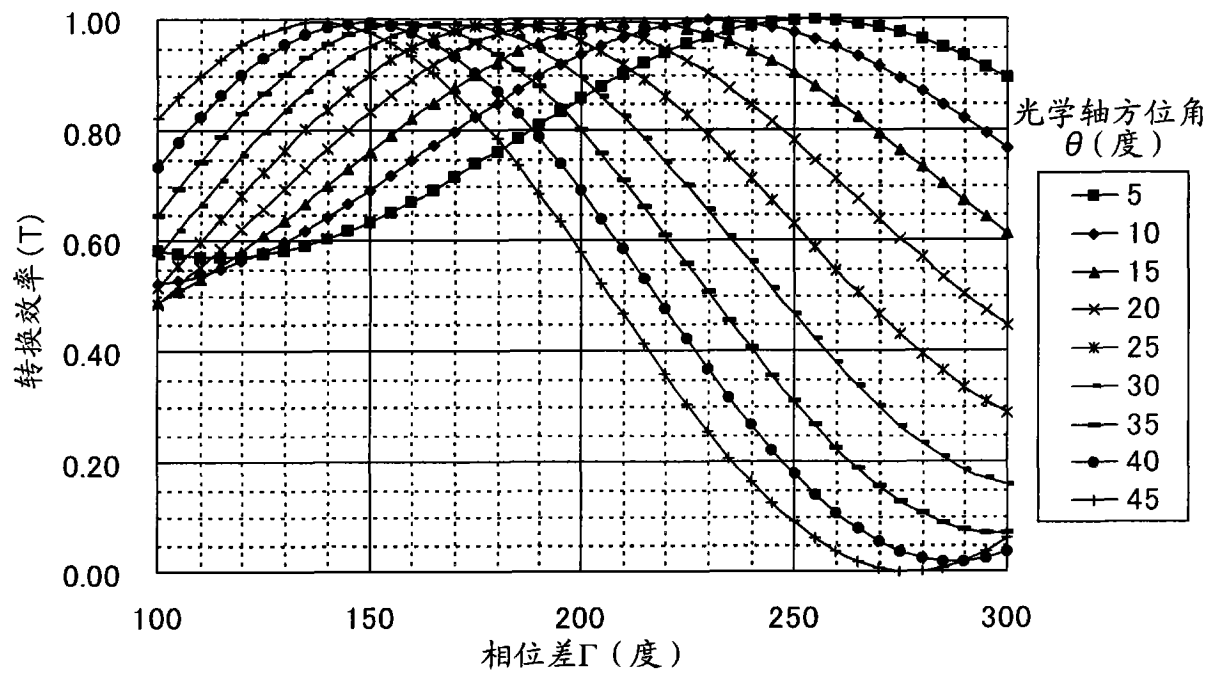


图 1

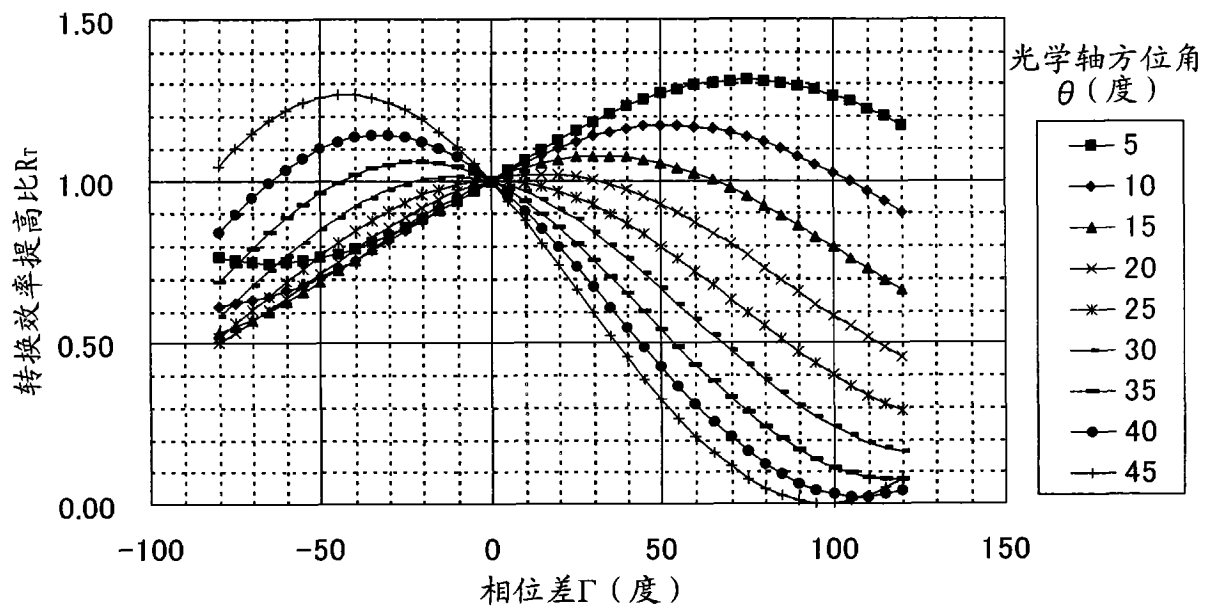


图 2

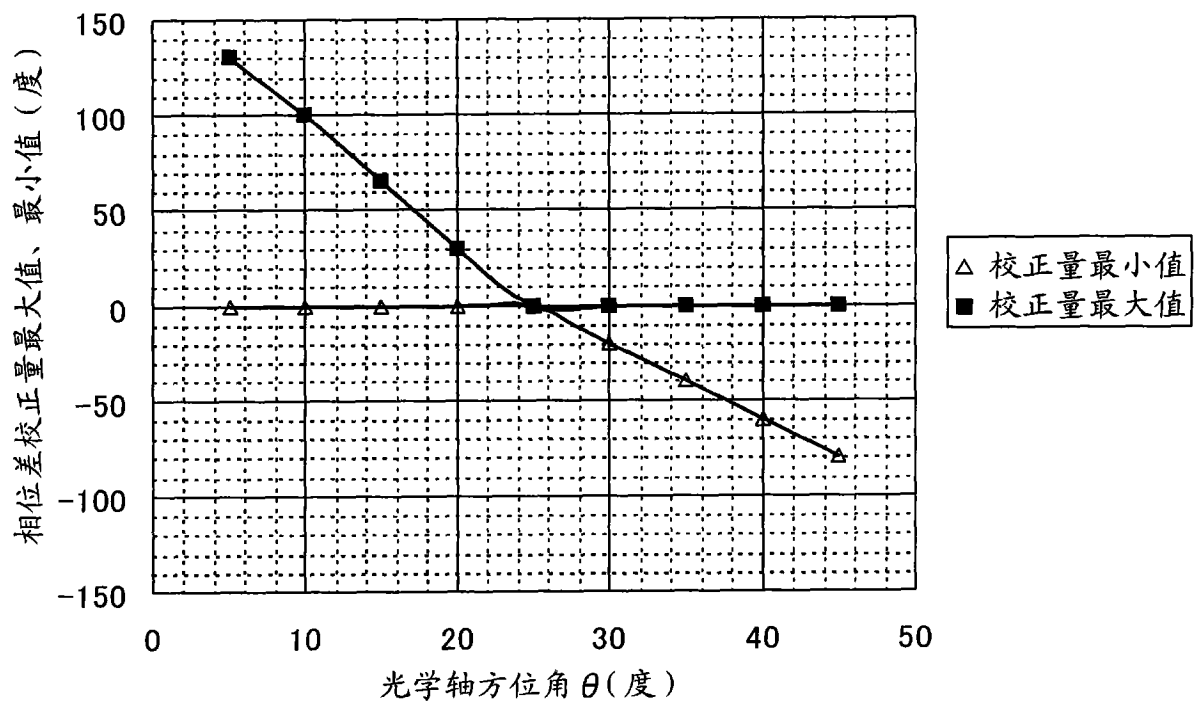


图 3

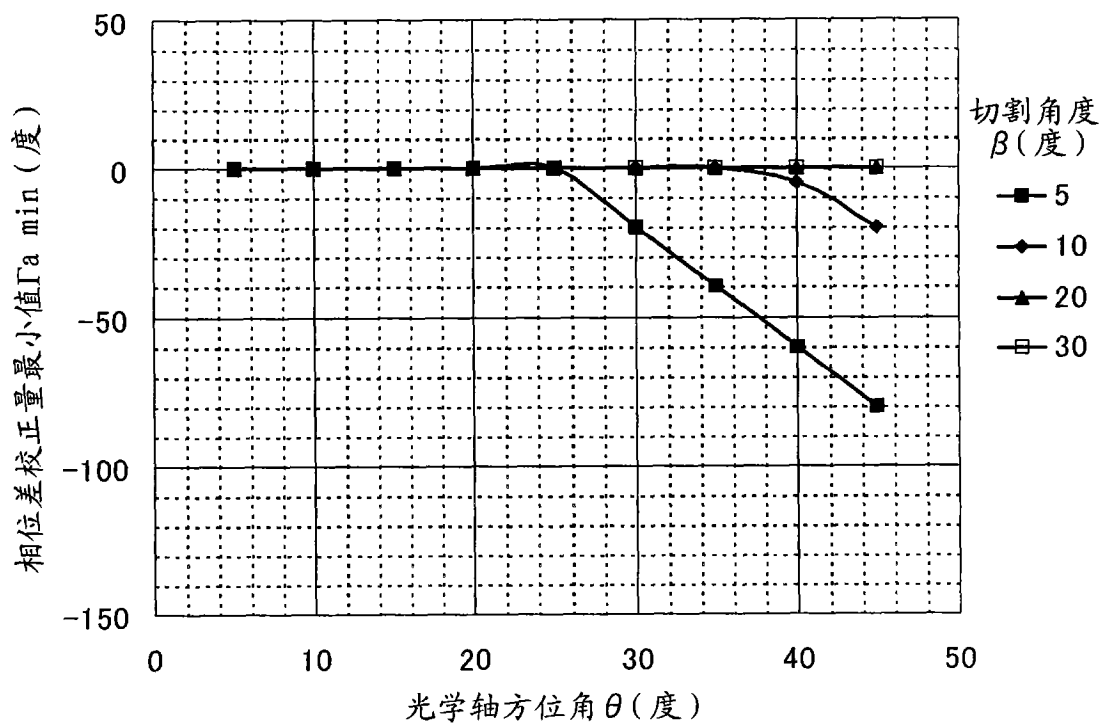


图 4

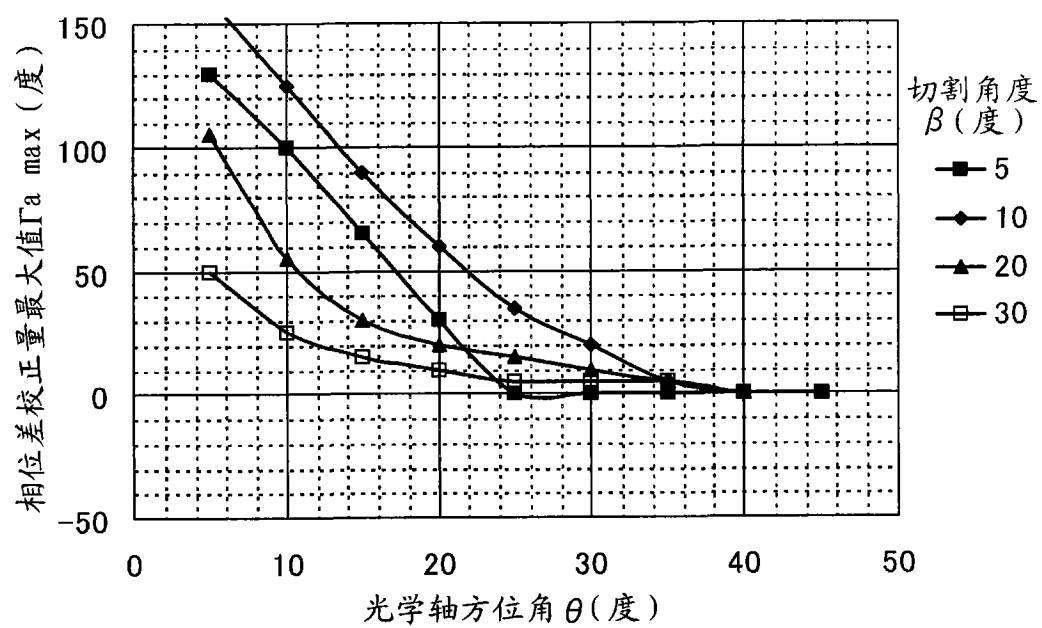


图 5

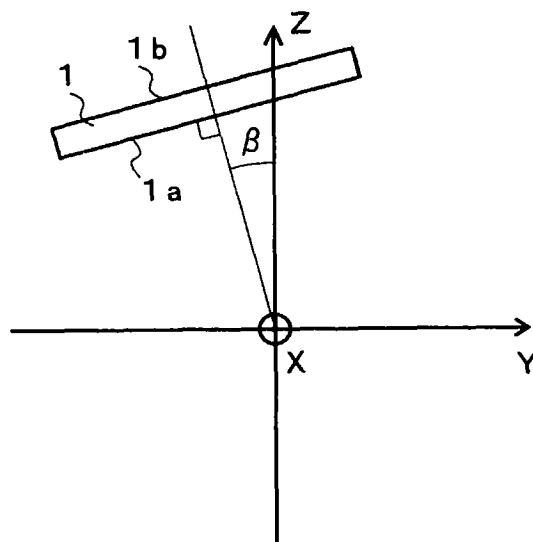
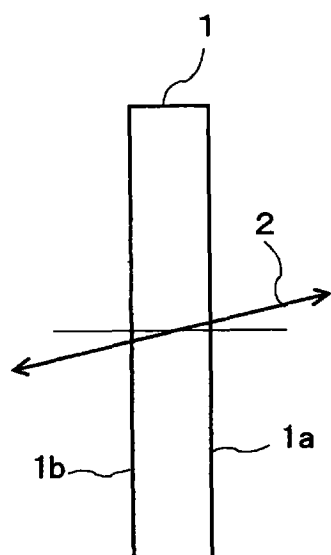
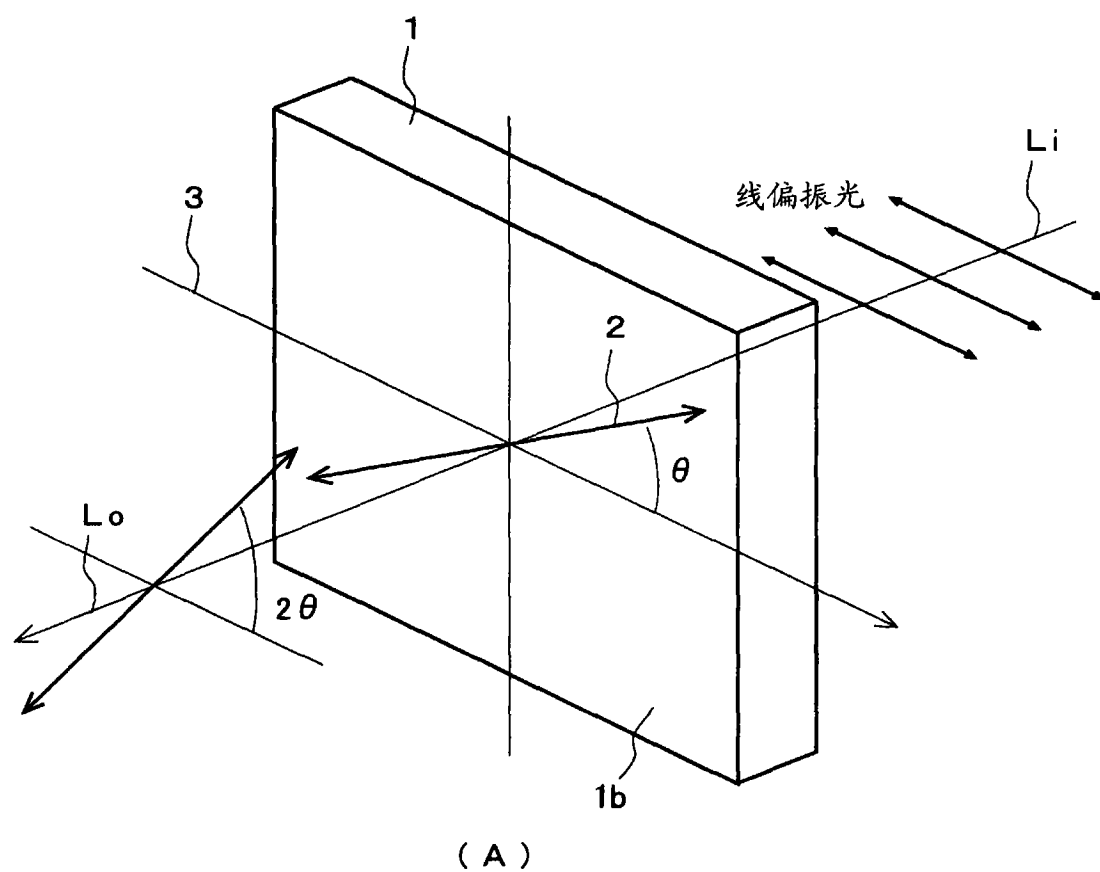
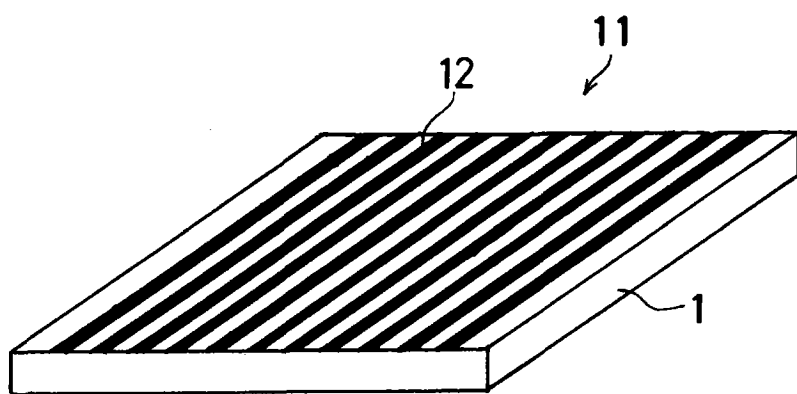
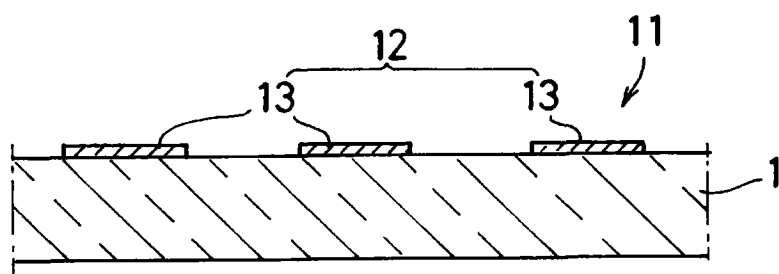


图 6



(A)



(B)

图 7

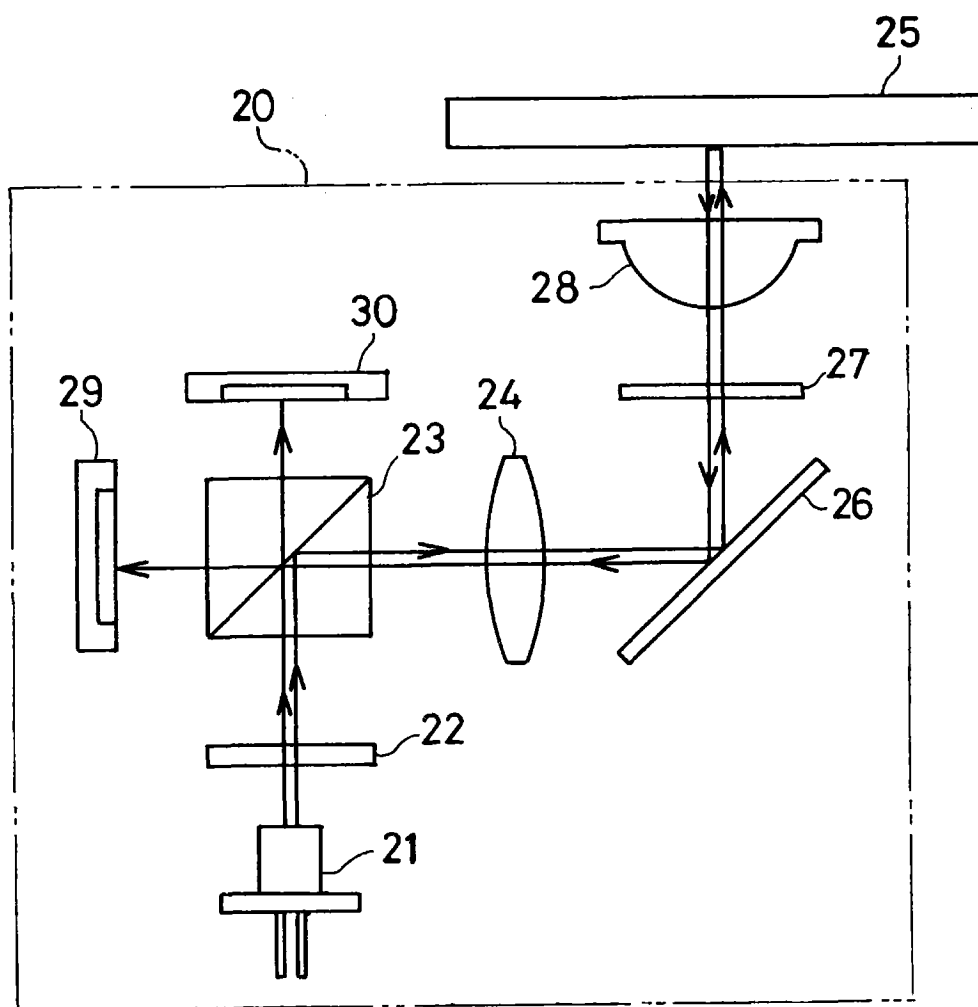
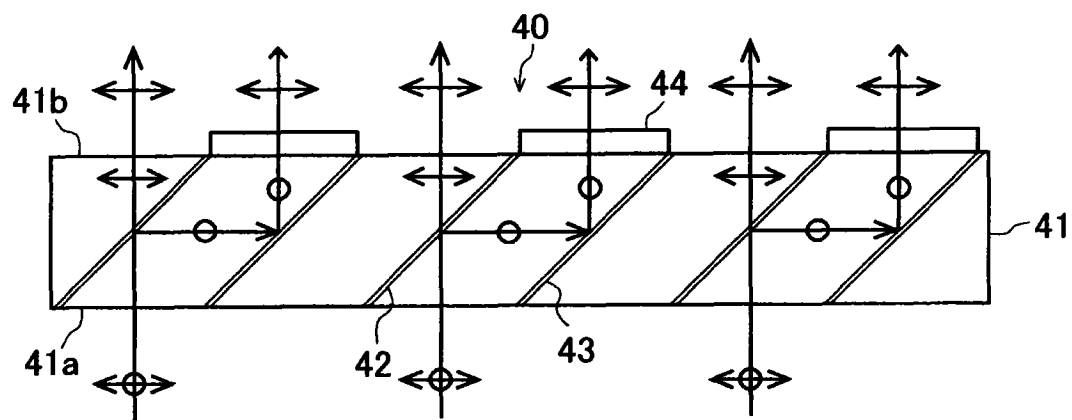
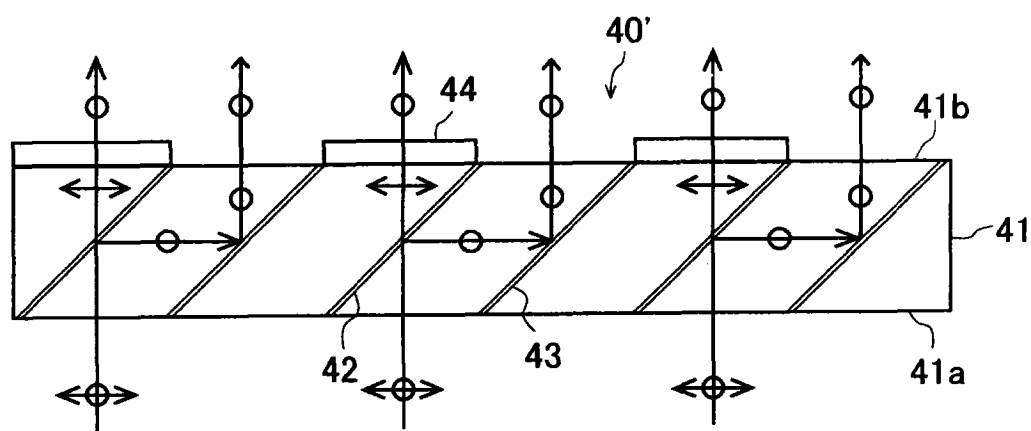


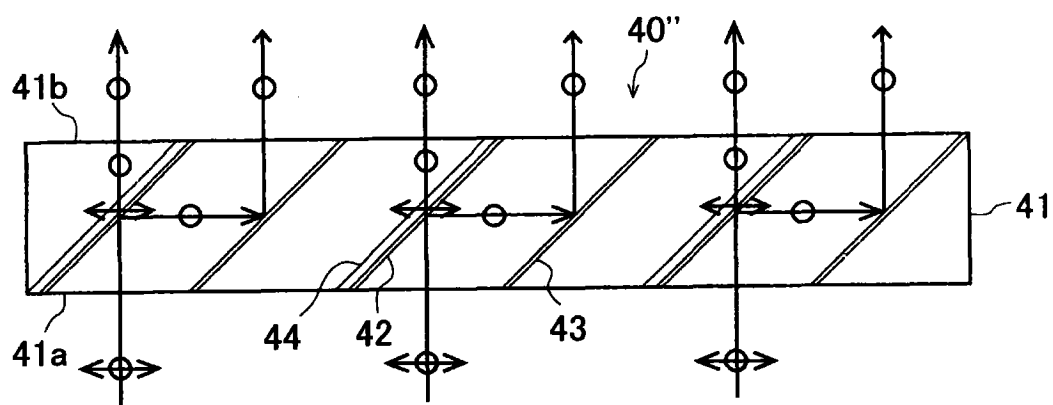
图 8



(A)



(B)



(C)

图 9

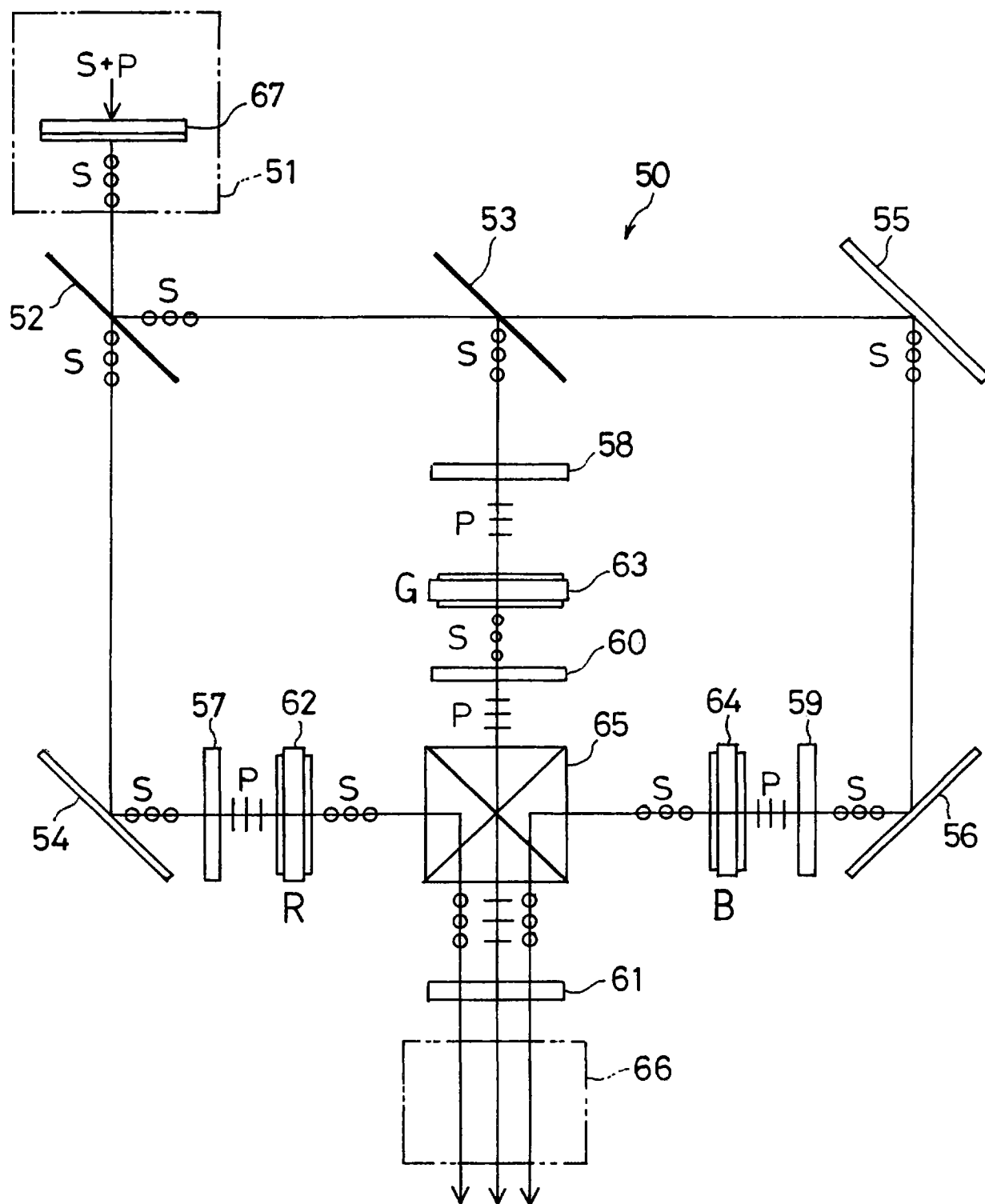


图 10

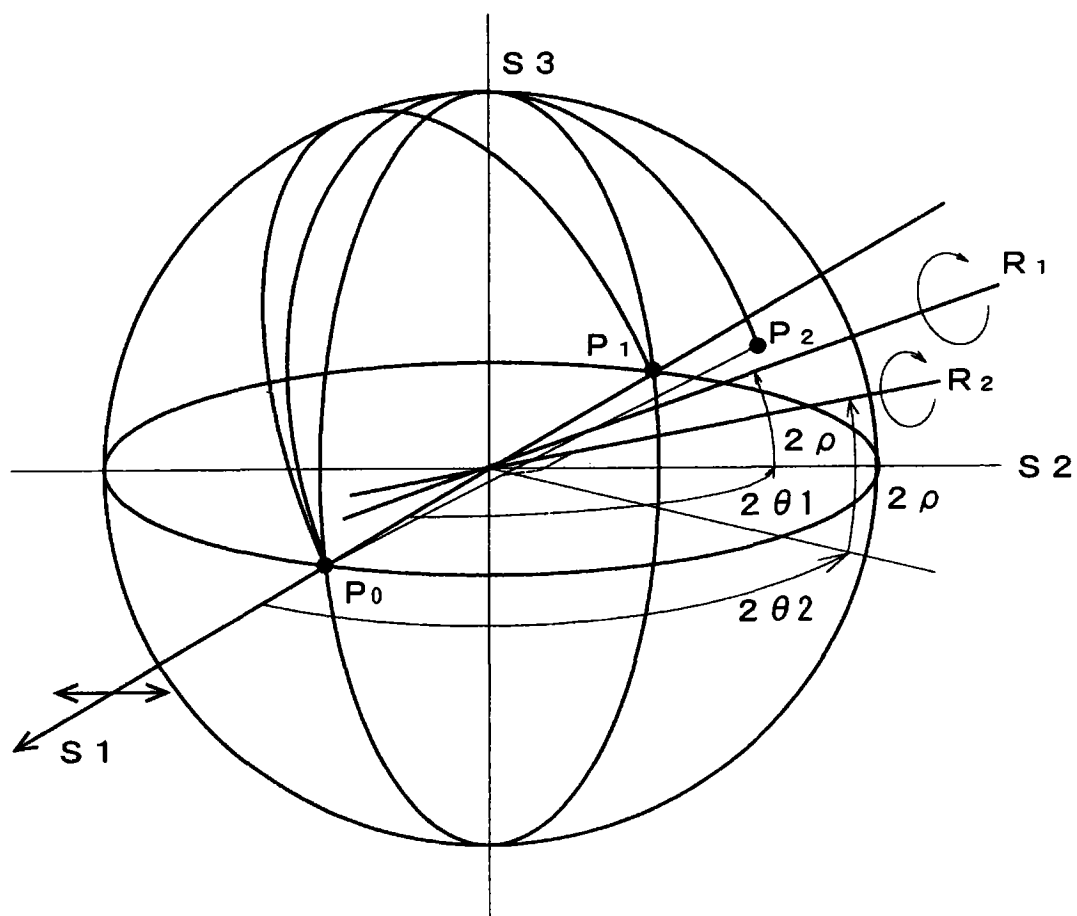


图 11

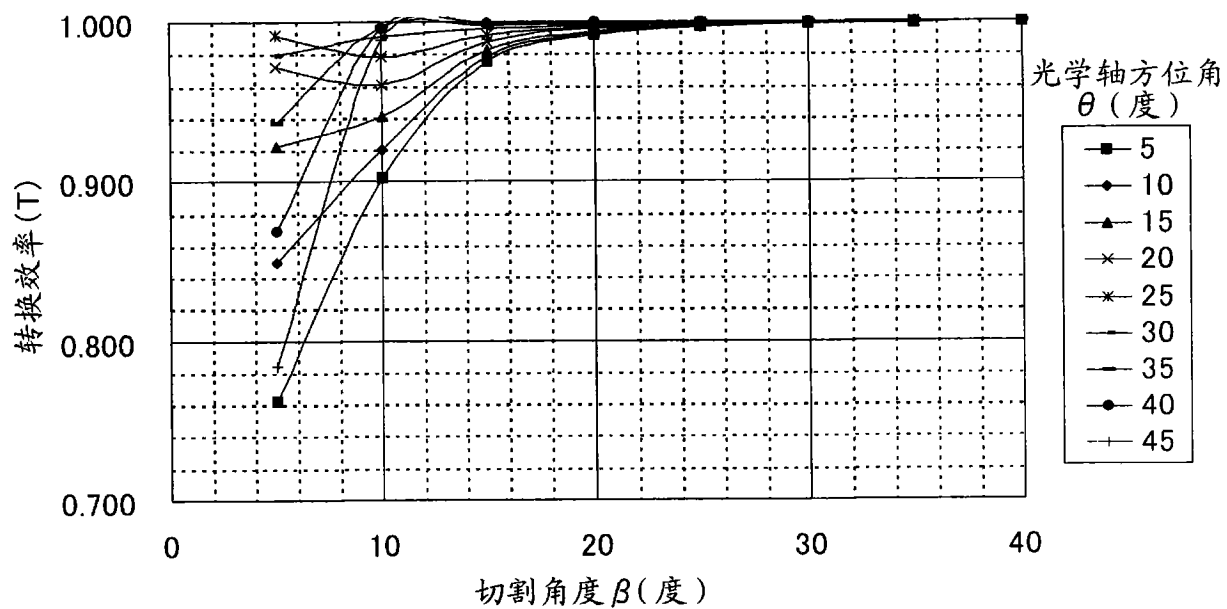


图 12