(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 101813802 A
(43)申请公布日 2010.08.25

(21)申请号 201010144733.4

(22)申请日 2003.04.24

(30)优先权数据
2002-126655 2002.04.26 JP

(62)分案原申请数据
03809407.X 2003.04.24

(71)申请人 爱普生拓优科梦株式会社
地址 日本国东京都

(72)发明人 大户正之

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 汪惠民

(51)Int.Cl.
G02B 5/30(2006.01)
G11B 7/135(2006.01)

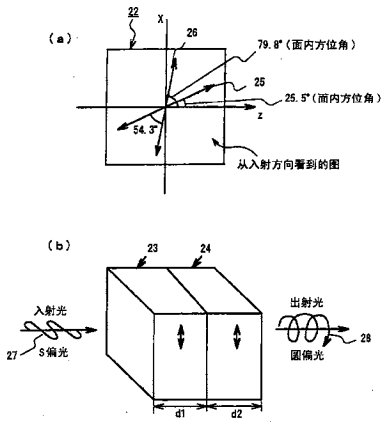
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 16 页

(54)发明名称

叠层波长板及使用它的光学拾波器

(57)摘要

由于在以往的宽频域1/4波长板中，依然未能完全解决波长依赖性，因波长不同，相位偏移90的效率也不同，因此，在与多个波长对应的光学拾波器中，根据光的效率等观点，有无法满足波长板所要求的严格的光学特性上的规格的问题。本发明为了解决该问题，提供相对于多个波长完全作为1/4波长板发挥功能的波长板及使用该波长板的光学拾波器，是使相对于波长λ的单色光相位差α的波长板和相位差β的波长板按照光轴交叉的方式贴合，整体作为1/4波长板发挥功能的叠层波长板，其特征是，所述α及所述β的关系满足以下的条件。$(3/2)\times\pi \neq \alpha-2\times\pi\times(n-1)$ $\pi \neq \beta-2\times\pi\times(n-1)$其中，n为自然数。



CN 101813802 A

1. 一种叠层波长板，是使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 及方位角 θ1 的第一波长板和相对于波长 λ 的单色光相位差 β 及方位角 θ2 的第二波长板按照各自的光学轴交叉的方式贴合的叠层波长板，其特征是，

在所述相位差 α 为多次模式的 255°、所述相位差 β 为多次模式的 180° 时，所述方位角 θ1 及所述方位角 θ2 满足：

θ1 = 25.5° ±5°

θ2 = 79.8° ±5°。

2. 根据权利要求 1 所述的叠层波长板，其特征是，

所述相位差 α 为 4 次模式的 255°，所述相位差 β 为 2 次模式的 180°。

3. 根据权利要求 2 或 3 所述的叠层波长板，其特征是，

相对于波长 655nm 及 785nm 的光作为 1/4 波长板发挥功能。

4. 一种叠层波长板，是使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 及方位角。1 的第一波长板和相对于波长 λ 的单色光相位差 β 及方位角 θ2 的第二波长板按照各自的光学轴交叉的方式贴合的叠层波长板，其特征是，

在所述相位差 α 为多次模式的 180°、所述相位差 β 为多次模式的 270° 时，所述方位角 θ1 和所述方位角 θ2 满足：

θ1 = 14° ±5°

θ2 = 72° ±5°。

5. 根据权利要求 4 所述的叠层波长板，其特征是，

所述相位差 α 为 5 次模式的 180°，所述相位差 β 为 2 次模式的 270°。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的叠层波长板，其特征是，

相对波长 655nm 及 785nm 的光作为 1/4 波长板发挥功能。

7. 一种叠层波长板，是使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 及方位角 θ1 的第一波长板和相对于波长 λ 的单色光相位差 β 及方位角 θ2 的第二波长板按照各自的光学轴交叉的方式贴合的叠层波长板，其特征是，

在所述相位差 α 为多次模式的 180°、所述相位差 β 为多次模式的 270° 时，所述方位角 θ1 和所述方位角 θ2 满足：

θ1 = 7° ±5°

θ2 = 52° ±5°。

8. 根据权利要求 7 所述的叠层波长板，其特征是，

所述相位差 α 为 7 次模式的 180°，所述相位差 β 为 1 次模式的 270°。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的叠层波长板，其特征是，

相对于波长 655nm 的光作为 1/4 波长板发挥功能，

相对于波长 785nm 的光作为 1/2 波长板发挥功能。

10. 一种叠层波长板，是使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 及方位角 θ1 的第一波长板和相对于波长 λ 的单色光相位差 β 及方位角 θ2 的第二波长板按照各自的光学轴交叉的方式贴合的叠层波长板，其特征是，

在所述相位差 α 为多次模式的 180°、所述相位差 β 为多次模式的 180° 时，所述方位角 θ1 和所述方位角 θ2 满足：

$\theta 1 = 12° \pm 5°$

$\theta 2 = 57° \pm 5°$ 。

11. 根据权利要求 10 所述的叠层波长板，其特征是，

所述相位差 α 为 7 次模式的 180°，所述相位差 β 为 3 次模式的 180° 。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的叠层波长板，其特征是，

相对于波长 655nm 的光作为 1/2 波长板发挥功能，

相对于波长 785nm 的光作为 2/2 波长板发挥功能。

13. 一种光学拾波器，是按照第一波长的第一直线偏光和第二波长的第二直线偏光通过波长板的方式构成的光学拾波器，其特征是，

该波长板是权利要求 1 至 12 中任一项所述的叠层波长板。

叠层波长板及使用它的光学拾波器

[0001] 本申请是申请人于 2003 年 4 月 24 日提出的申请号为 03809407.X（国际申请号 PCT/JP03/05257）的、发明名称为叠层波长板及使用它的光学拾波器的国际申请的分案申请，该申请进入国家阶段的日期为 2004 年 10 月 26 日。

技术领域

[0002] 本发明涉及可以使用不同波长的光进行向光学记录介质中的信息的记录及再现的叠层波长板及使用它的光学拾波器。

背景技术

[0003] 使用直线偏光或圆偏光等激光对作为与音乐或影像有关的信息的光学记录介质的 CD 或 DVD 等进行记录及再现的光盘装置，正在被广泛地利用。其中，对于能够实现 CD 和 DVD 的兼容性（互换性）的光盘装置的普及以及装置的小型化的要求逐渐提高，正在尝试利用光学部件数目的削减等的简化来进行的光学拾波器装置的小型化。

[0004] DVD 可以将 2 小时以上的影像及声音的信息收装在 1 片盘片中，与 CD 相比，记录密度更高，所以，DVD 的再现波长相对于 CD 的 785nm，其波长更短，为 655nm，可以实现 DVD 和 CD 的兼容的光学拾波器装置中，必然需要 2 种波长，为了与 2 波长对应，需要 2 个激光光源，此外，由于波长板等光学元件也需要是分别对应的部件，结果光学拾波器装置就会由 2 个系统的拾波器构成，但是，由于近年来的对光学拾波器装置的小型化的要求，正在进行各种用 1 个系统来构成拾波器的尝试。

[0005] 这里，如果对光学拾波器中使用的偏光进行说明，则光是被称为电磁波的波的一种，将包含光的行进方向和磁场的面称为偏光面，将包含电场的面称为振动面，将偏光面的方向一致的情况称为偏光。另外，将偏光面被限于一个平面中的偏光称为直线偏光，在直线偏光中，相对于包含入射光线和入射面的法线的平面，有沿水平振动的成分的 P 偏光和沿垂直振动的成分的 S 偏光。

[0006] 另外，一般将从某一位置看到的电场矢量与时间一起旋转的偏光称为椭圆偏光，特别是，当将电场矢量的头端投影在与光的行进方向垂直的平面上时，将其轨迹成为圆的称为圆偏光。

[0007] 图 14 是将成为多次模式的相位差 δ1(2790°) 的第 1 波长板 1（厚度 d1）和成为多次模式的相位差 δ2(2700°) 的第 2 波长板 2（厚度 d2）作为晶体光学轴交叉 90° 而贴合形成的 1/4 波长板发挥作用的零次模式的波长板 3，图 14(a) 是表示从波长板 3 的入射面看到的第 1、第 2 波长板 1、2 的晶体光学轴 4、5 的交叉角的图，图 14(b) 是表示波长板 3 的构成的立体图。

[0008] 通过将晶体光学轴的交叉角设为 90° ，就可以将多余的相位差抵消，即成为 δ1-δ2 = 2790° -2700° = 90° ，作为零次模式的 1/4 波长板发挥作用。所以，由于当直线偏光 6 向波长板 3 入射时，在出射面相位会偏移 90° ，因此就会作为圆偏光射出。

[0009] 波长板 3 的相位差 δ3 可以用下式表示。

[0010] $\delta 3 = \delta 1 - \delta 2 = 2\pi \times \Delta n \times (d1-d2)/\lambda$ (1)

[0011] 这里，Δn 是与第 1、第 2 波长板 1、2 的折射率差，λ 是入射光的波长。

[0012] 图 15 是表示作为成为零次模式的相位差 $\delta 4$（$= 90°$）的 1/4 波长板发挥作用的零次模式的波长板 8（厚度 d3）的立体图。直线偏光 9 当向波长板 8 入射时，在出射面相位会偏移 90°，作为圆偏光 10 射出。

[0013] 波长板 8 的相位差 $\delta 4$ 可以用下式表示。

[0014] $\delta 4 = 2\pi \times \Delta n \times d3/\lambda$ (2)

[0015] 这里，Δn 是波长板 8 的折射率差 (Ne-No)，λ 是入射光的波长，No 是正常光线的折射率，Ne 是异常光线的折射率。

[0016] 当尝试通过适当选择这些波长板 3、8 而配置在拾波器的特定的位置上，构成利用拾波器 1 个系统的与 2 个波长对应的光学拾波器装置时，会产生如下的问题。

[0017] 即，如前所述，当为了利用光学拾波器装置的小型化来削减部件数目，如图 16 所示，按照用作为 CD(785nm) 再现用的 1 个 1/4 波长板 3 与 2 个波长对应的方式构成拾波器时，如图 16(a) 所示，当 P 偏光 11 向射束分裂器 12（以下称为 PBS）入射时，透过由具有透过 P 偏光而反射 S 偏光的特性的光学薄膜形成的反射镜 13，仍以 P 偏光状态向 1/4 波长板 3 入射，这里，由于相位偏移 90°，因此会作为圆偏光 14 输出，并向 CD 的凹坑 15 入射。当圆偏光 14 在凹坑 15 处反射时，由于作为旋转方向相反的圆偏光 16 反射，因此当圆偏光 16 向 1/4 波长板 3 入射时，就会作为 S 偏光输出，在 PBS12 的反射镜 13 反射，到达未图示的光检测器（以下称为 PD），能够以 90％以上的效率来使用激光。而且，图 16 中，为了容易说明，在去路和回路中将光轴错开。

[0018] 另一方面，如图 16(b) 所示，再现 DVD 的情况下，当 655nm 的 P 偏光 11 向 PBS12 入射时，透过反射镜 13 仍以 P 偏光的状态向 1/4 波长板 3 入射。此时，所述 1/4 波长板 3 由于具有仅相对于单一波长 785nm 偏移 90° 相位的作用，因此无法充分实现从直线偏光向圆偏光的变换，结果作为椭圆偏光 17 射出。当它向 DVD 的凹坑 15 入射时，就会作为旋转方向与所述椭圆偏光 17 相反的椭圆偏光 18 反射，向 1/4 波长板 3 入射，同样，无法充分实现向直线偏光的变换，即，在椭圆偏光成分和 S 偏光成分混合存在的状态下，从 1/4 波长板 3 射出，在 PBS12 的反射镜 13 处，仅 S 偏光成分反射，而椭圆偏光成分就会透过反射镜 13。所以，PD 中，例如根据本发明人的实验结果，从光的效率的观点出发，65％左右被 PD 检测出，剩余约 30％则透过反射镜，作为椭圆偏光成分损失掉，因而在效率上就会产生问题。这从表示波长板 3、8 的相位差的各个式子 (1)、(2) 中，根据相位差依赖于波长的情况也可以看出。

[0019] 所以，在专利第 3174367 号中，提出有如下的方案，即，将相对于单色光具有 1/2 波长（180°）的相位差的拉伸薄膜、具有 1/4 波长（90°）的相位差的拉伸薄膜按照晶体光学轴交叉的方式层叠而形成的叠层波长板，在宽频域内具有相位偏移 90° 的功能的宽频域 1/4 波长板。在记录・再现 DVD(655nm) 和 CD(785nm) 的光学拾波器装置中，如果采用所述宽频域 1/4 波长板，则由于可以用 1 个波长板与 2 个波长对应，因此就可以满足将拾波器大体上简化为 1 个系统的要求。

[0020] 如图 17 所示，专利第 3174367 号的第 5 图中公布有将所述宽频域 1/4 波长板配置在配置于正交尼科耳棱镜的偏光板间而对分光光谱进行了评价的透过率的波长依赖性的图表。

[0021] 但是，当注视该图表的实施例 3 的曲线，即宽频域 1/4 波长板的透过率时，可以看到，透过率从 400nm 朝向 800nm，缓慢从 40％向 50％上升，即图表具有倾斜的特性，随着波长不同，作为 1/4 波长板发挥功能的效率发生变化。而且，作为 1/4 波长板完全发挥功能的透过率为 50％处。即，该宽频域 1/4 波长板中，依然未完全解决波长依赖性，由于随着波长不同，相位偏移 90° 的效率不同，因此，近年来，从 DVD/CD 兼容的光学拾波器装置的光的效率等的观点出发，有无法满足对波长板所要求的严格的光学特性上的规格的问题。

发明内容

[0022] 本发明是为了解决如上所述的问题而提出的，目的在于，提供相对于 DVD/CD 兼容的光学拾波器装置等的多个波长完全作为 1/4 波长板发挥功能的波长板及使用该波长板的光学拾波器。

[0023] 为了解决所述问题，本发明的叠层波长板的技术方案 1 记述的发明是，在使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 的波长板和相位差 β 的波长板按照光轴交叉的方式贴合，整体作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板，其特征是，所述 α 及所述 β 的关系满足以下的条件。

[0024] $(3/2)\times\pi \neq \alpha - 2\times\pi\times(n-1)$

[0025] $\pi \neq \beta - 2\times\pi\times(n-1)$

[0026] 其中，n 为自然数。

[0027] 技术方案 2 记述的发明是，按照从光源射出的第 1 波长的第 1 直线偏光和第 2 波长的第 2 直线偏光通过波长板的方式构成的光学拾波器，其特征是，该波长板是使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 的波长板和相位差 β 的波长板按照光轴交叉的方式贴合，整体作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板，所述 α 及所述 β 的关系满足以下的条件。

[0028] $(3/2)\times\pi \neq \alpha - 2\times\pi\times(n-1)$

[0029] $\pi \neq \beta - 2\times\pi\times(n-1)$

[0030] 其中，n 为自然数。

[0031] 技术方案 3 记述的发明是具有如下特征的技术方案 2，在所述第 1 波长中使用 655nm，在所述第 2 波长中使用 785nm。

[0032] 技术方案 4 记述的发明的特征是，使相对于波长 785nm，相位差达到 1695° 的波长板 A 和相位差达到 850° 的波长板 B 按照光轴交叉的方式贴合。

[0033] 技术方案 5 记述的发明是具有如下特征的技术方案 4，所述叠层波长板相对于波长 655nm 及 785nm 作为 1/4 波长板发挥功能。

[0034] 技术方案 6 记述的发明的特征是，使相对于波长 655nm，相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 630° 的波长板 D 按照光轴交叉的方式贴合。

[0035] 技术方案 7 记述的发明是具有如下特征的技术方案 6，所述叠层波长板相对于波长 655nm 作为 1/4 波长板发挥功能，相对于 785nm 作为 1/2 波长板发挥功能。

[0036] 技术方案 8 记述的发明的特征是，使相对于波长 655nm，相位差达到 2700° 的波长板 E 和相位差达到 1260° 的波长板 F 按照光轴交叉的方式贴合。

[0037] 技术方案 9 记述的发明是具有如下特征的技术方案 8，所述叠层波长板相对于波长 655nm 作为 1/2 波长板发挥功能，相对于 785nm 作为 2/2 波长板发挥功能。

[0038] 技术方案 10 记述的发明是，按照从光源射出的波长 655nm 的第 1 直线偏光和波长 785nm 的第 2 直线偏光依次通过第 1 波长板和第 2 波长板的方式构成的光学拾波器，其特征是，该第 1 波长板是使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 1260° 的波长板 D 按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板，该第 2 波长板是使相对于波长 785nm 相位差达到 1695° 的波长板 A 和相位差达到 850° 的波长板 B 按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板。

[0039] 技术方案 11 记述的发明是，按照从光源射出的波长 655nm 的第 1 直线偏光和波长 785nm 的第 2 直线偏光通过波长板的方式构成的光学拾波器，其特征是，该波长板是使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 630° 的波长板 D 按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板。

[0040] 技术方案 12 记述的发明是，使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 的波长板和相位差 β 的波长板按照光轴交叉的方式贴合，整体作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板，其特征是，所述 α 及所述 β 的关系满足以下的条件。

[0041] $\pi \neq \alpha - 2 \times \pi \times (n-1)$

[0042] $(3/4) \times \pi \neq \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$

[0043] 其中，n 为自然数。

[0044] 技术方案 13 记述的发明是，按照从光源射出的第 1 波长的第 1 直线偏光和第 2 波长的第 2 直线偏光通过波长板的方式构成的光学拾波器，其特征是，该波长板是使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 的波长板和相位差 β 的波长板按照光轴交叉的方式贴合，整体作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板，所述 α 及所述 β 的关系满足以下的条件。

[0045] $\pi \neq \alpha - 2 \times \pi \times (n-1)$

[0046] $(3/4) \times \pi \neq \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$

[0047] 其中，n 为自然数。

[0048] 技术方案 14 记述的发明是具有如下特征的技术方案 13，在所述第 1 波长中使用 655nm，在所述第 2 波长中使用 785nm。

[0049] 技术方案 15 记述的发明的特征是，使相对于波长 785nm 或 655nm，相位差达到 1980° 的波长板 A 和相位差达到 990° 的波长板 B 按照光轴交叉的方式贴合。

[0050] 技术方案 16 记述的发明是具有如下特征的技术方案 15，所述叠层波长板相对于波长 655nm 及 785nm 作为 1/4 波长板发挥功能。

[0051] 技术方案 17 记述的发明是，按照从光源射出的波长 655nm 的第 1 直线偏光和波长 785nm 的第 2 直线偏光依次通过第 1 波长板和第 2 波长板的方式构成的光学拾波器，其特征是，该第 1 波长板是使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 1260° 的波长板 D 按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板，该第 2 波长板是使相对于波长 785nm 相位差达到 1980° 的波长板 A 和相位差达到 990° 的波长板 B 按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板。

附图说明

[0052] 图 1 是用于说明本发明的叠层波长板的实施例 1 的构成的图，(a) 是从入射方向看的俯视图，(b) 是立体概观图。

[0053] 图 2 是用于表示本发明的叠层波长板的实施例 1 的特性的图，(a) 是表示波长和相位差的关系的图，(b) 是表示正交尼科耳棱镜的透过率特性的图。

[0054] 图 3 是用于说明本发明的叠层波长板的实施例 2 的构成的图，(a) 是从入射方向看的俯视图，(b) 是立体概观图。

[0055] 图 4 是表示本发明的叠层波长板的实施例 2 的特性的图，是表示波长和相位差的关系的图。

[0056] 图 5 是表示本发明的叠层波长板的第 1 变形实施例的图，(a) 是从入射方向看的俯视图，(b) 是立体概观图，(c) 是表示所叠层的波长板的各相位差的表。

[0057] 图 6 是用于说明本发明的叠层波长板的第 1 变形实施例的波长依赖性的图表。

[0058] 图 7 是表示本发明的叠层波长板的第 2 变形实施例的图，(a) 是从入射方向看的俯视图，(b) 是立体概观图。

[0059] 图 8 是用于说明本发明的叠层波长板的第 2 变形实施例的波长依赖性的图表。

[0060] 图 9 是用于说明本发明的光学拾波器的实施方式 1 的构成的立体图。

[0061] 图 10(a) 及 (b) 是表示本发明的光学拾波器的实施方式 1 中使用的 2 种 PBS 的光学特性的图表。

[0062] 图 11 是用于说明本发明的光学拾波器的实施方式 2 的构成的立体图。

[0063] 图 12(a) 及 (b) 是表示本发明的光学拾波器的实施方式 2 中使用的 DP 及 PBS 的光学特性的图表。

[0064] 图 13 是用于使用庞加莱球说明本发明的叠层波长板的第 1 变形实施例的光学作用的图。

[0065] 图 14 是表示以往的叠层波长板的图，(a) 是从入射方向看的俯视图，(b) 是立体概观图。

[0066] 图 15 是表示以往的波长板的立体图。

[0067] 图 16(a) 及 (b) 是用于说明以往的光学拾波器的光学作用的俯视图。

[0068] 图 17 是表示以往的宽频域波长板的正交尼科耳棱镜透过率的图表。

具体实施方式

[0069] 下面将参照附图所示的实施方式的例子对本发明进行详细说明。

[0070] 图 1 是表示本发明的波长板的实施方式 1 的构成的图，图 1(a) 是从入射方向看到的波长板的俯视图，图 1(b) 是波长板的立体概观图。该波长板 22 是将相对于波长 785nm 相位差 1695° (4 次模式 255°) 及面内旋转方位 (以下称为方位角) 为 25.5° 的水晶波长板 23 和相位差 850° (2 次模式 130°) 及方位角为 79.8° 的水晶波长板 24 按照各自的晶体光学轴 25、26 以 54.3° 的角度交叉的方式层叠，整体在波长 655nm 及 785nm 作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板。即，当直线偏光 27 入射该叠层波长板 22 时，由于在出射面相位偏移 90° ，因此就会成为圆偏光 28 射出。

[0071] 对于为了使该叠层波长板 22 作为 1/4 波长板发挥功能，而如何计算出叠层的水晶波长板 23、24 的光学特性进行详细说明。

[0072] 在数值计算中，使用以下的缪勒行列式，表示各偏光状态。

[0073] 这里，将波长板 23 的相位差用 δ1 表示，将方位角用 θ1 表示，将波长板 24 的相

位差用 δ2 表示，将方位角用 θ2 表示。δ1 和 δ2 可以用下述的式 (3)、(4) 表示。

[0074] $\delta 1 = 2\times \pi / \lambda \times (Ne-No) \times d1$ (3)

[0075] $\delta 2 = 2\times \pi / \lambda \times (Ne-No) \times d2$ (4)

[0076] λ 为波长，No 为正常光线的折射率，Ne 为异常光线的折射率，d1 为水晶波长板 23 的厚度，d2 为水晶波长板 24 的厚度。

[0077] 波长板 23 的缪勒行列式 A1 可以用下述的式 (5) 表示。

[0078]

$$A1=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-(1-\cos\delta_1)\sin^2 2\theta_1 & (1-\cos\delta_1)\sin 2\theta_1\cos 2\theta_1 & -\sin\delta_1\sin 2\theta_1 \\ 0 & (1-\cos\delta_1)\sin 2\theta_1\cos 2\theta_1 & 1-(1-\cos\delta_1)\cos^2 2\theta_1 & \sin\delta_1\cos 2\theta_1 \\ 0 & \sin\delta_1\sin 2\theta_1 & -\sin\delta_1\cos 2\theta_1 & \cos\delta_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0079] 波长板 24 的缪勒行列式 A2 可以用下述的式 (6) 表示。

[0080]

$$A2=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-(1-\cos\delta_2)\sin^2 2\theta_2 & (1-\cos\delta_2)\sin 2\theta_2\cos 2\theta_2 & -\sin\delta_2\sin 2\theta_2 \\ 0 & (1-\cos\delta_2)\sin 2\theta_2\cos 2\theta_2 & 1-(1-\cos\delta_2)\cos^2 2\theta_2 & \sin\delta_2\cos 2\theta_2 \\ 0 & \sin\delta_2\sin 2\theta_2 & -\sin\delta_2\cos 2\theta_2 & \cos\delta_2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0081] 将向叠层波长板 22 射的入射偏光状态用斯托克斯矢量 T 以下述的式 (7) 表示。

[0082] $$T=\begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0083] 将从叠层波长板 22 射出的出射偏光状态用斯托克斯矢量 S 以下述的式 (8) 表示。

[0084] $$S=\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

[0085] 以上利用式 (5) ～ (8) 可以获得下述的式 (9) 的缪勒行列式。

[0086] $$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} = A_2 \cdot A_1 \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} \quad (9)$$

[0087] 式 (9) 中，当将 T 设为下述的入射偏光状态时，则形成

[0088] $$T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

[0089] $$S = A_2 \cdot A_1 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

[0090] 由于叠层波长板的相位差 Γ 可以用

[0091]

$$\Gamma = \arctan \frac{S_3}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} \quad (12)$$

[0092] 表示，根据式 (11)、(12)，按照 Γ 为 (2×n-1)×(π/2)，n 为自然数的方式进行了模拟。

[0093] 根据以上的模拟结果，当各水晶波长板的相位差及方位角为 (δ1，θ1，δ2，θ2，) = (1695°，25.5°，850°，79.8°) 时，Γ 会描绘如图 2(a) 所示的相位差波长依赖性曲线，在波长 655nm 处相位差 270° (点 K1)，在 785nm 处相位差 90° (点 K2)，或者虽然未图示曲线特性，但是在波长 655nm 处相位差 90°，在 785nm 处相位差 270°，从而在两波长处实现了叠层波长板作为 1/4 波长板完全发挥功能。

[0094] 在进行了将该叠层波长板 22 配置在配置于正交尼科耳棱镜上的偏光板间的分光光谱的评价后，确认描绘出如图 2(b) 的透过率特性，证实在波长 655nm 及 785nm 处透过率达到 50％地没有误差地作为 1/4 波长板发挥功能，从而可以提供将入射的直线偏光不会损失地变换为圆偏光的对应 2 波长的叠层波长板。

[0095] 而且判明，由于在该模拟中，根据式 (3)、(4) 预先在没有制造成本上的问题的范围内对要叠层的水晶波长板的板厚任意地确定，进行数值计算而算出解，因此，从相对于特定的多个波长，适当地确定各水晶波长板的板厚，求出作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板的一连串的所述过程中，从满足下述的 2 个式子的条件的范围内确定各水晶波长板的相位差 α、β。

[0096] $(3/2)\times\pi \neq \alpha - 2\times\pi\times(n-1)$ (13)

[0097] $\pi \neq \beta - 2\times\pi\times(n-1)$ (14)

[0098] n：自然数、$\alpha = \delta 1$，$\beta = \delta 2$

[0099] 即，从本发明的模拟解析及实验结果可以推想出如下的结果，相对于多个波长作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板是将具有各自的相位差 (除去多次模式部分的实质的相位差) 从 180° 及 270° 偏移的相位差的水晶波长板之间层叠而构成的。

[0100] 图 3 是表示本发明的波长板的实施方式 2 的构成的图，图 3(a) 是从入射方向看到的俯视图，图 3(b) 是波长板的立体概观图。该波长板 71 是将相对于波长 785nm 或 655nm 相位差 1980° (5 次模式 180°) 及方位角为 14° 的水晶波长板 72 和相位差 990° (2 次模

式 270° ）及方位角为 72° 的水晶波长板 73，按照各自的晶体光学轴 74、75 以 58° 的角度交叉的方式层叠，整体在波长 655nm 及 785nm 作为 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板。即，当直线偏光入射该叠层波长板 71 时，由于在出射面相位偏移 90° ，因此就会成为圆偏光射出。

[0101] 根据进行的与所述相同的模拟的结果，各水晶波长板的相位差及方位角为

[0102] （δ1，θ1，δ2，θ2，）＝（1980° ，14° ，990° ，72° ）

[0103] 时，Γ 会描绘如图 4 所示的相位差波长依赖性曲线，在波长 655nm 处相位差 270° （点 K’1），在 785nm 处相位差 90° （点 K’2），或者虽然未图示曲线特性，但是在波长 655nm 处相位差 90° ，在 785nm 处相位差 270° ，从而在两波长处实现了叠层波长板作为 1/4 波长板完全发挥功能。

[0104] 此时，各水晶波长板 72、73 的相位差 α 、β 可以从满足下述的条件式的范围中确定。

[0105] $\pi \neq \alpha - 2\times\pi\times(n-1)$ (15)

[0106] $(3/4)\times\pi \neq \beta - 2\times\pi\times(n-1)$ (16)

[0107] n：自然数、α ＝ δ1，β ＝ δ2

[0108] 而且，由于如果以方位角相对于所需值 ±5° 的精度将各个波长板层叠，则会相对于 2 个波长作为 1/4 波长板充分地发挥功能，因此在批量生产性中也可以期待低成本化。

[0109] 图 5 是表示本发明的变形实施方式的波长板的构成的图，图 5(a) 是从入射方向看到的波长板的俯视图，图 5(b) 是波长板的立体概观图。该波长板 29 是将相对于波长 655nm 相位差 2700° （7 次模式 180° ）及方位角为 7° 的水晶波长板 30 和相位差 630° （1 次模式 270° ）及方位角为 52° 的水晶波长板 31，按照各自的晶体光学轴 32、33 以 45° 的角度交叉的方式层叠，整体在波长 655nm 处作为 1/4 波长板发挥功能，在 785nm 处作为 1/2 波长板发挥功能的叠层波长板。即，当波长 655nm 的直线偏光 34 入射该叠层波长板 29 时，由于在出射面相位偏移 90° ，因此就会成为圆偏光 35 射出，另外，当波长 785nm 的 P 偏光入射时，由于在出射面相位偏移 180° ，因此就会成为 S 偏光射出。

[0110] 对于为了将该叠层波长板 29 在波长 655nm 处作为 1/4 波长板发挥功能，在 785nm 处作为 1/2 波长板发挥功能，如何算出叠层的水晶波长板 23、24 的光学特性，由于利用所述的实施例中使用的缪勒行列式求出，因此这里省略说明。这里对光学的作用进行详细说明。

[0111] 将波长板 30、31 的各波长的相位差表示在图 5(c) 中。当波长 655nm 的直线偏光 34 向波长板 30 入射时，在波长板 30 处带有 180° 的相位差，14° 的偏光面旋转。另外，在波长板 31 处，带有 270° 的相位差，成为圆偏光 35 射出。785nm 的直线偏光中相位发生很大的变化，即，在波长板 30 处相位差变为 100° ，成为椭圆偏光，并可以通过在波长板 31 处加上 167° 的相位差而变回直线偏光。

[0112] 对于以上的光学作用，使用图 13 所示的庞加莱球进行说明。这里，将入射光的偏光状态设为 P0。在波长 655nm 处，在波长板 30 上利用方位角 ψ1（＝7° ）在角度 2ψ1 的位置配置旋转轴 a。在以旋转轴 a 为轴使之旋转 2700° 时，进行了 7 次旋转后移动至 P1 的位置。另外，在波长板 31 上利用方位角 ψ2（＝52° ）在角度 2ψ2 的位置配置旋转轴 b。在以旋转轴 b 为轴使之旋转 630° 时，进行了 1 次旋转后移动至 P2 的位置，这样，作为整体相位差就变为 270° ，从而作为左旋的圆偏光射出。

[0113] 然后，在波长 785nm 处，在波长板 30 上以旋转轴 a 为轴旋转了 6 次后，移动至 P1’的位置，在波长板 31 上以旋转轴 b 为轴旋转了 1 次后，移动至 P2’的位置，作为整体，相位差变为 180°，偏光面旋转 90°。将该波长板 29 的波长依赖性表示在图 6 中。曲线 38 表示 785nm 用零次 1/2 波长板的波长依赖特性，曲线 39 表示 785nm 用 15 次 1/2 波长板的波长依赖特性，此外，曲线 40 表示波长板 29 的波长依赖特性，可以确认，波长板 29 在波长 655nm 处作为 1/4 波长板发挥功能，在波长 785nm 处作为 1/2 波长板发挥功能。

[0114] 图 7 是表示本发明的第 2 变形实施方式的波长板的构成的图，图 7(a) 是从入射方向看到的俯视图，图 7(b) 是波长板的立体概观图。该波长板 41 是将相对于波长 655nm 相位差 2700°（7 次模式 180°）及方位角为 12° 的水晶波长板 42 和相位差 1260°（3 次模式 180°）及方位角为 57° 的水晶波长板 43 按照各自的晶体光学轴 44、45 以 45° 的角度交叉的方式层叠，整体在波长 655nm 处作为 1/2 波长板发挥功能，在 785nm 处作为 2/2 波长板发挥功能的叠层波长板。即，当波长 655nm 的 P 偏光 46 入射该叠层波长板 41 时，由于在出射面相位偏移 180°，因此就会成为 S 偏光 47 射出，另外，当波长 785nm 的 P 偏光 48 入射时，由于在出射面相位偏移 360°，因此就会维持 P 偏光的状态射出。

[0115] 对于为了将该叠层波长板 41 在波长 655nm 处作为 1/2 波长板发挥功能，在 785nm 处作为 2/2 波长板发挥功能，如何算出叠层的水晶波长板 42、43 的光学特性，由于利用所述的实施例中使用的缪勒行列式求出，因此省略说明。将该波长板 41 的波长依赖性表示在图 8 中。曲线 50 表示 655nm 用零次 1/4 波长板的波长依赖特性，此外，曲线 51 表示波长板 41 的波长依赖特性，可以确认，波长板 41 在波长 655nm 处作为 1/2 波长板发挥功能，在波长 785nm 处作为 2/2 波长板发挥功能。

[0116] 而且，由于如果如前所述，以方位角相对于所需值 ±5° 的精度将各个波长板层叠，则由于相对于各个波长作为所需的波长板充分地发挥功能，因此在批量生产性中也可以期待低成本化。

[0117] 本发明的特征在于，由于为了实现相对于多个波长作为 1/4 波长板或 1/2 波长板发挥功能的波长板，而仅通过将零次模式的单片的波长板换为多次模式，波长依赖性较大，所以因激光的波长的变化，相位差就会变动很大，鉴于该问题，再贴合 1 片修正用波长板，从而补偿使用波长频域中的相位变化。

[0118] 即，按照通过改变叠层的各个波长板的模式次数，调整波长依赖性，使之相互修正的方式设计波长板而构成。

[0119] 另外，以往提出的宽频域波长板中，虽然按照跨越较宽的范围的波长作为 1/4 波长板发挥功能的方式构成，但是，如所述的正交尼科耳棱镜的透过率中看到的那样，不能完全作为 1/4 波长板发挥功能，即存在必然会产生损失的问题，本发明鉴于该问题，采用如下的特征，即，利用与跨越宽频域将相位差设为 1/4 波长的观点相反的设想，即在该目标中实现相对于多个波长完全作为 1/4 波长板发挥功能的波长板。

[0120] 下面，对于使用所述的本发明的叠层波长板的对应 2 个波长的光学拾波器进行如下详细说明。

[0121] 图 9 是表示本发明的光学拾波器的实施方式 1 的立体图。

[0122] 首先，对 DVD(655nm) 的再现进行说明。655nm 的直线偏光 SA(S 偏光）从具有可以射出 655nm 及 785nm 的光源的 2λLD52 射出，向第 1PBS53 入射。在第 1PBS53 的斜面 54

上，由于形成有具有如图 10(a) 的透过特性的光学薄膜，因此 SA 透过斜面 54 而向第 2 变形实施例中所示的叠层波长板 41 入射。如前所述，由于相对于 655nm 作为 1/2 波长板发挥功能，因此直线偏光 SA 带有 180° 的相位，成为直线偏光 PA(P 偏光）射出。PA 向在斜面 55 上形成了具有如图 10(b) 所示的透过特性的光学薄膜的第 2PBS56 入射，透过斜面 55，经过校准透镜 57、反射镜，向本发明的一个实施例中所示的 1/4 波长板 22 入射，作为圆偏光射出，通过物镜（以下称为 OBJ)59，向 DVD 的凹坑 60 入射。

[0123] 当在凹坑 60 反射时，圆偏光的旋转方向逆转，通过 OBJ59 而向 1/4 波长板 22 入射。圆偏光由于相对于去路，在回路处旋转方向相反，因此作为直线偏光 SA(S 偏光）射出，经过反射镜 58、对准透镜 57 而向第 2PBS56 入射。由于形成于斜面 55 上的光学薄膜的特性，SA 透过它，向叠层波长板 41 入射，被赋予相位 180°，作为 PA(P 偏光）射出，向第 1PBS53 入射。斜面 54 由于形成有不透过 655nm 的 P 偏光的光学薄膜，因此 PA 在斜面 54 处反射，被 PD61 检测出。

[0124] 下面，对 CD(785nm) 的再现进行说明。785nm 的直线偏光 SB(S 偏光）从 2λ LD52 射出，向第 1PBS53 入射。由于在第 1PBS53 的斜面 54 上形成有具有如图 10(a) 所示的透过特性的光学薄膜，因此 SB 透过斜面 54，向叠层波长板 41 入射。如前所述，由于相对于 785nm 作为 2/2 波长板发挥功能，因此直线偏光 SB 在维持不变的状态下射出。SB 向在斜面 55 上形成了具有如图 10(b) 所示的透过特性的光学薄膜的第 2PBS56 入射，透过斜面 55，经过对准透镜 57、反射镜，向 1/4 波长板 22 入射，作为圆偏光射出，通过 OBJ59，向 CD 的凹坑 60 入射。

[0125] 当在凹坑 60 反射时，圆偏光的旋转方向逆转，通过 OBJ59 而向 1/4 波长板 22 入射。圆偏光由于相对于去路，在回路处旋转方向相反，因此作为直线偏光 PB(P 偏光）射出，经过反射镜 58、对准透镜 57 而向第 2PBS56 入射。由于形成于斜面 55 上的光学薄膜的特性，PB 在斜面 55 处反射，被 PD62 检测出。

[0126] 通过像这样构成，就可以用 1 个系统的拾波器实现对应 2 个波长的光学拾波器装置。

[0127] 而且，这里虽然作为 1/4 波长板使用了作为实施方式 1 的图 1 所示的 1/4 波长板 22，但是，当然也可以使用作为实施方式 2 的图 3 所示的 1/4 波长板 71。

[0128] 图 11 是表示本发明的光学拾波器的实施方式 2 的立体图。首先，对 DVD(655nm) 的再现进行说明。655nm 的直线偏光 PA(P 偏光）从具有射出 655nm 的光源的 LD63 射出，向二向棱镜（以下称为 DP)64 入射。由于 DP64 具有如图 12(a) 所示的光学特性，因此 PA 透过 DP64 而向 PBS65 入射。在 PBS65 的斜面 66 上，由于形成有具有如图 12(b) 所示的特性的光学薄膜，因此 PA 透过斜面 66，通过对准透镜 57，向第 1 变形实施例中所示的叠层波长板 29 入射。如前所述，由于相对于 655nm 作为 1/4 波长板发挥功能，因此直线偏光 PA 带有 90° 的相位，成为圆偏光射出，通过反射镜 58、OBJ59，向 DVD 的凹坑 60 入射。

[0129] 当在凹坑 60 反射时，圆偏光变为旋转方向逆转的圆偏光，通过 OBJ59、反射镜 58 而向叠层波长板 29 入射。圆偏光由于相对于去路，在回路处旋转方向相反，因此作为直线偏光 SA(S 偏光）射出，向 PBS65 入射，在斜面 66 处反射，借助散光板 (Astigmatism ;以下称为 AS 板）67，被 PD68 检测出。而且，所谓散光是指，来自光轴外的物点的光在子午面和球缺面间焦点发生偏移。

[0130] 下面，对 CD(785nm) 的再现进行说明。785nm 的直线偏光 PB(P 偏光) 从全息激光器 (LD 和 PD 的一体化模块)69 射出，向 DP64 入射，由于具有如图 12(a) 所示的透过特性，因此在斜面 70 反射，向 PBS65 入射。斜面 66 由于透过 P 偏光，因此 PB 透过斜面，通过对准透镜 57，向叠层波长板 29 入射。如前所述，由于相对于 785nm 作为 1/2 波长板发挥功能，因此被赋予 180° 的相位，作为 SB(S 偏光) 射出，经过反射镜 58、OBJ59，向 CD 的凹坑 60 入射。

[0131] 在凹坑 60 反射的 SB 经过 OBJ59、反射镜 58，向叠层波长板 29 入射。这里，被赋予 180° 的相位，成为 PB(P 偏光) 射出，通过对准透镜 57，通过透过 P 偏光的 PBS65，向 DP64 入射。DP64 由于具有不透过 785nm 的 P 偏光的光学特性，因此 PB 在斜面 70 反射，被全息激光器 69 检测出。

[0132] 通过采用此种拾波器构成，也可以用 1 个系统的拾波器实现对应 2 个波长的光学拾波器装置。

[0133] 所以，可以提供比 DVD/CD 兼容等的对应 2 个波长的装置更小型的拾波器装置。

[0134] 这里，虽然以在波长板中使用水晶的情况为例进行了说明，但是，本发明并不限定于此，本发明的叠层波长板当然也可以广泛适用于具有双折射率的晶体或薄膜等的树脂中。

[0135] 如上说明所示，根据本发明，可以获得如下的优良的效果。

[0136] 技术方案 1 的发明由于使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 的波长板和相位差 β 的波长板按照光轴交叉的方式贴合，所述 α 及所述 β 的关系满足以下的条件。

[0137] $(3/2)\times\pi \neq \alpha-2\times\pi\times(n-1)$

[0138] $\pi \neq \beta-2\times\pi\times(n-1)$

[0139] 其中，n 为自然数，

[0140] 因此，就能起到可以提供整体作为补偿了波长依赖性的 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板的优良效果。

[0141] 技术方案 2 及 3 的发明，由于使用了整体作为补偿了波长依赖性的 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板，因此就能起到可以提供与多个波长对应的小型的拾波器的优良效果。

[0142] 技术方案 4 及 5 的发明，使相对于波长 785nm 相位差达到 1695° 的波长板 A 和相位差达到 850° 的波长板 B 按照光轴交叉的方式贴合，因此就能起到可以提供整体作为补偿了波长依赖性的 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板的优良效果。

[0143] 技术方案 6 及 7 的发明，由于使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 630° 的波长板 D 按照光轴交叉的方式贴合，因此就能起到可以提供相对于波长 655nm 作为 1/4 波长板发挥功能，而相对于波长 785nm 作为 1/2 波长板发挥功能的叠层波长板的优良效果。

[0144] 技术方案 8 及 9 的发明由于使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 E 和相位差达到 1260° 的波长板 F，按照光轴交叉的方式贴合，因此就能起到可以提供相对于波长 655nm 作为 1/2 波长板发挥功能，而相对于波长 785nm 作为 2/2 波长板发挥功能的叠层波长板的优良效果。

[0145] 技术方案 10 的发明由于按照从光源射出的波长 655nm 的第 1 直线偏光和波长

785nm 的第 2 直线偏光依次通过第 1 波长板和第 2 波长板的方式构成，该第 1 波长板是使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 1260° 的波长板 D，按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板，该第 2 波长板是使相对于波长 785nm 相位差达到 1695° 的波长板 A 和相位差达到 850° 的波长板 B，按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板，因此就能起到可以提供与多个波长对应的小型的光学拾波器的优良效果。

[0146] 技术方案 11 的发明，由于使用了使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 630° 的波长板 D，按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板，因此就能起到可以提供与波长 655nm 和波长 785nm 对应的小型的光学拾波器的优良效果。

[0147] 技术方案 12 的发明由于使相对于波长 λ 的单色光相位差 α 的波长板和相位差 β 的波长板按照光轴交叉的方式贴合，所述 α 及所述 β 的关系满足

[0148] $\pi \neq \alpha - 2 \times \pi \times (n-1)$

[0149] $(3/4) \times \pi \neq \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$

[0150] 其中，n 为自然数，

[0151] 因此，就能起到可以提供整体作为补偿了波长依赖性的 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板的优良效果。

[0152] 技术方案 13 及 14 的发明，由于使用了整体作为补偿了波长依赖性的 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板，因此就能起到可以提供与多个波长对应的小型的拾波器的优良效果。

[0153] 技术方案 15 及 16 的发明，由于使相对于波长 785nm 或 655nm，相位差达到 1980° 的波长板 A 和相位差达到 990° 的波长板 B，按照光轴交叉的方式贴合，因此就能起到可以提供整体作为补偿了波长依赖性的 1/4 波长板发挥功能的叠层波长板的优良效果。

[0154] 技术方案 17 记述的发明，由于按照从光源射出的波长 655nm 的第 1 直线偏光和波长 785nm 的第 2 直线偏光，依次通过第 1 波长板和第 2 波长板的方式构成，该第 1 波长板是使相对于波长 655nm 相位差达到 2700° 的波长板 C 和相位差达到 1260° 的波长板 D，按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板，该第 2 波长板是使相对于波长 785nm 相位差达到 1980° 的波长板 A 和相位差达到 990° 的波长板 B，按照光轴交叉的方式贴合的叠层波长板，因此就能起到可以提供与多个波长对应的小型的光学拾波器的优良效果。

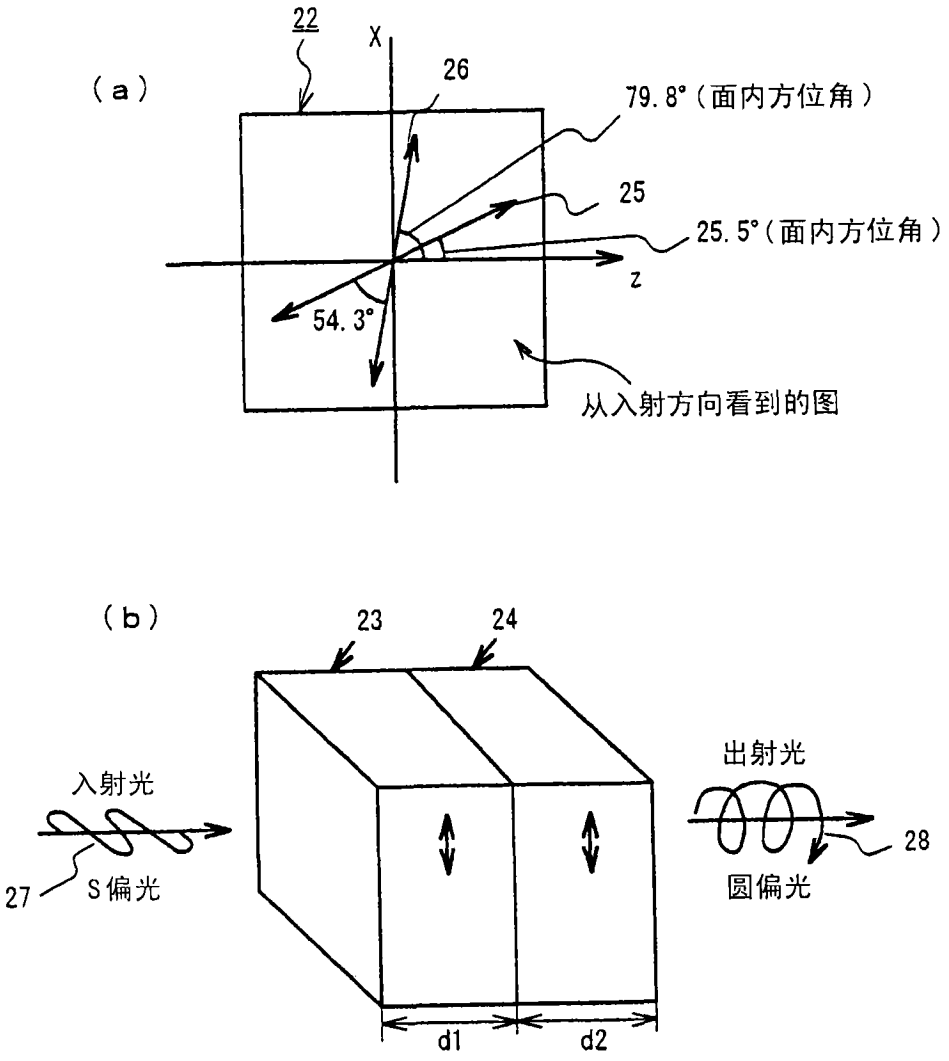
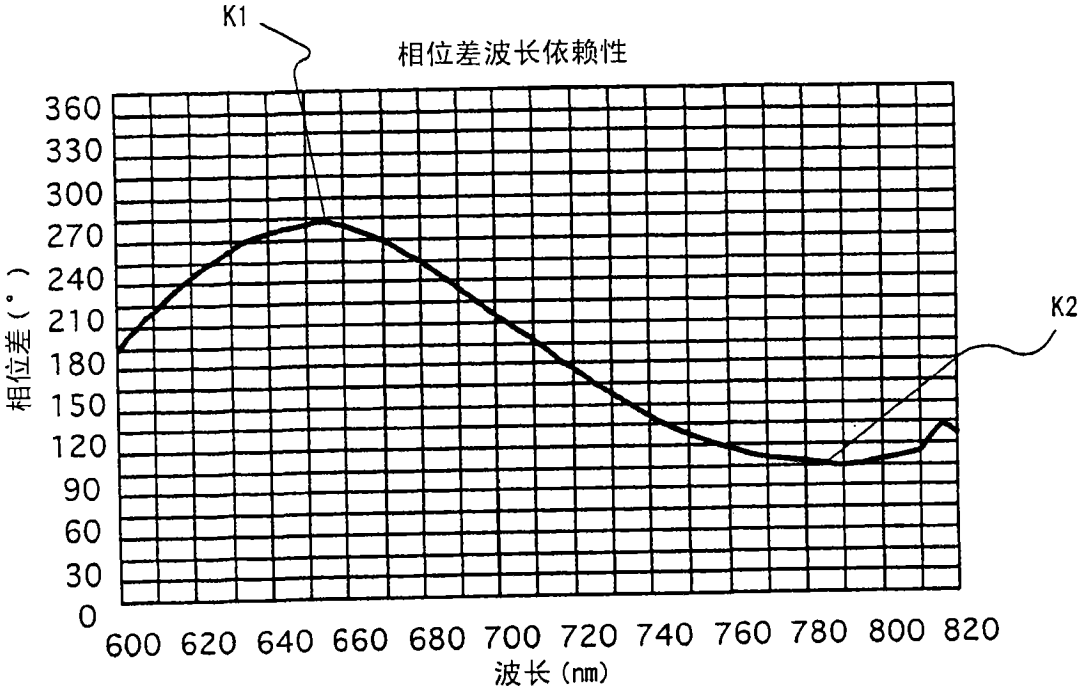

（a）
22
X
26
79.8°（面内方位角）
25
25.5°（面内方位角）
z
54.3°
从入射方向看到的图
（b）
23
24
入射光
27
S偏光
出射光
28
圆偏光
d1
d2

图 1

（a）


K1
相位差波长依赖性
K2
360
330
300
270
240
210
180
150
120
90
60
30
0
相位差（°）
600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820
波长（nm）

（b）

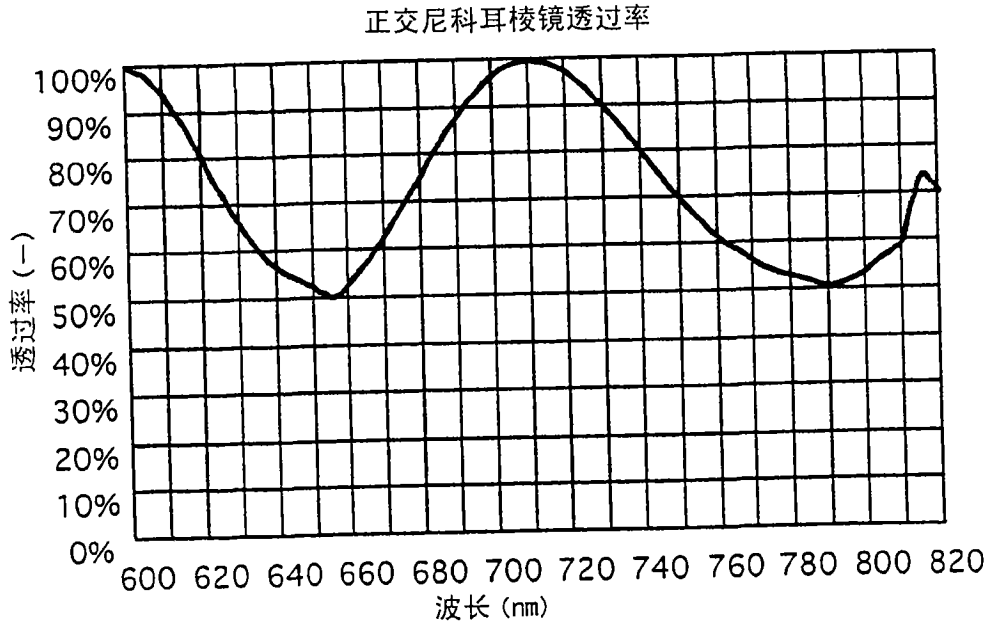

正交尼科耳棱镜透过率
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
透过率（—）
600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820
波长（nm）

图 2

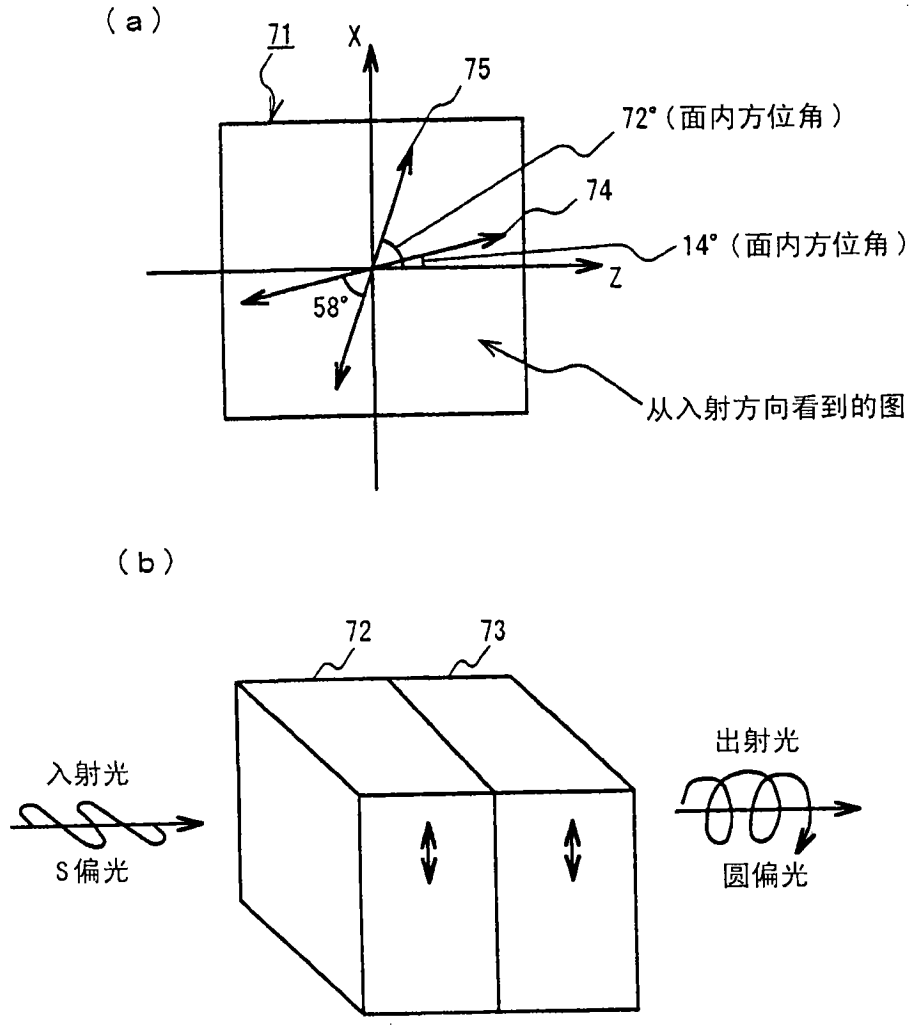

（a）
71
X
75
72°（面内方位角）
74
14°（面内方位角）
Z
58°
从入射方向看到的图
（b）
72
73
入射光
S偏光
出射光
圆偏光

图 3

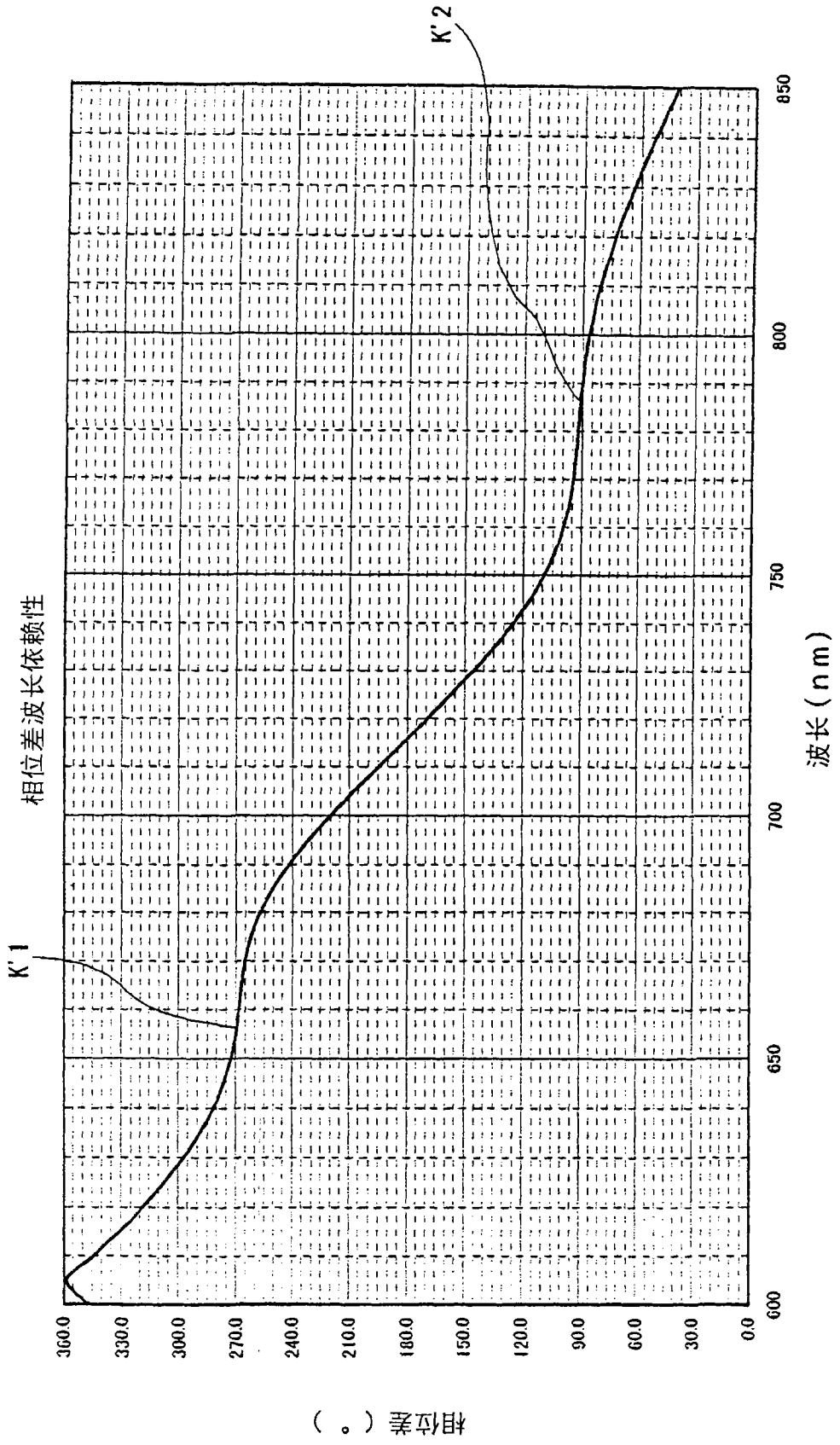
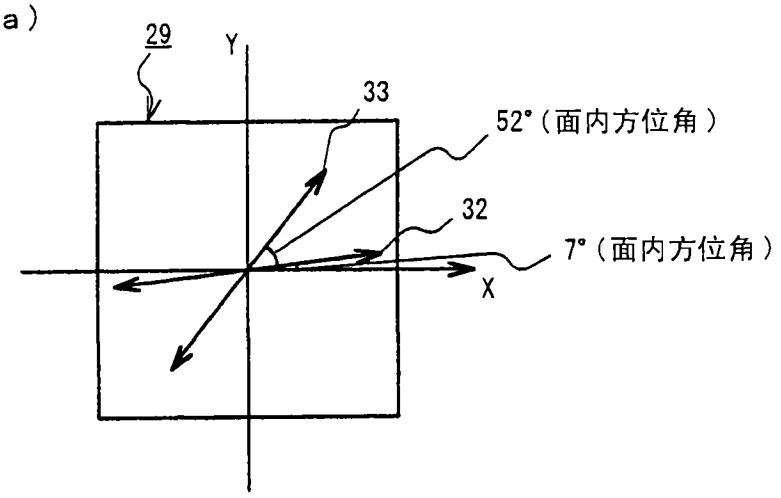
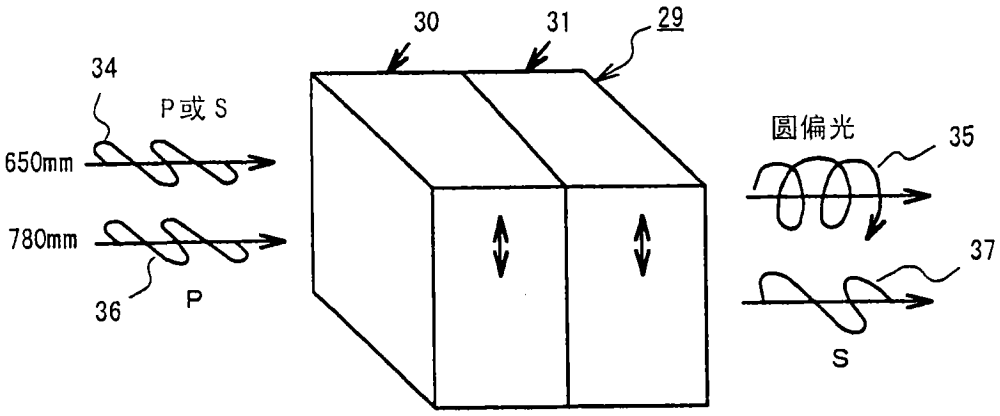

K'2
K'1
相位差波长依赖性
600
650
700
750
800
850
波长(nm)
0.0
30.0
60.0
90.0
120.0
150.0
180.0
210.0
240.0
270.0
300.0
330.0
360.0
相位差(°)

图 4

（a）



（b）



（c）

	660nm	780nm
波长板30	270°	257°
	360×7+180	360×6+100
波长板31	630°	527°
	360×1+270	360×1+167

图 5

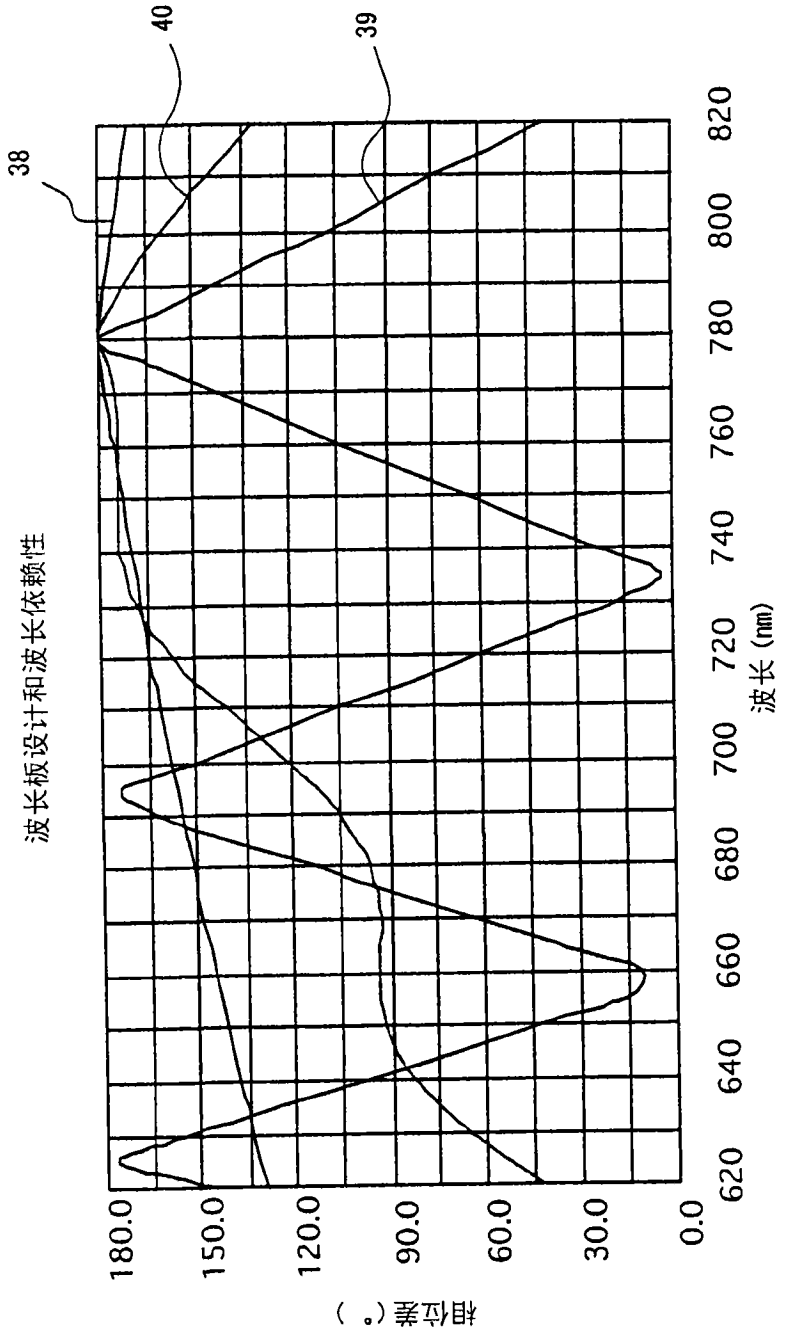

波长板设计和波长依赖性
38
40
39
180.0
150.0
120.0
90.0
60.0
30.0
0.0
相位差(°)
620
640
660
680
700
720
740
760
780
800
820
波长(nm)

图 6

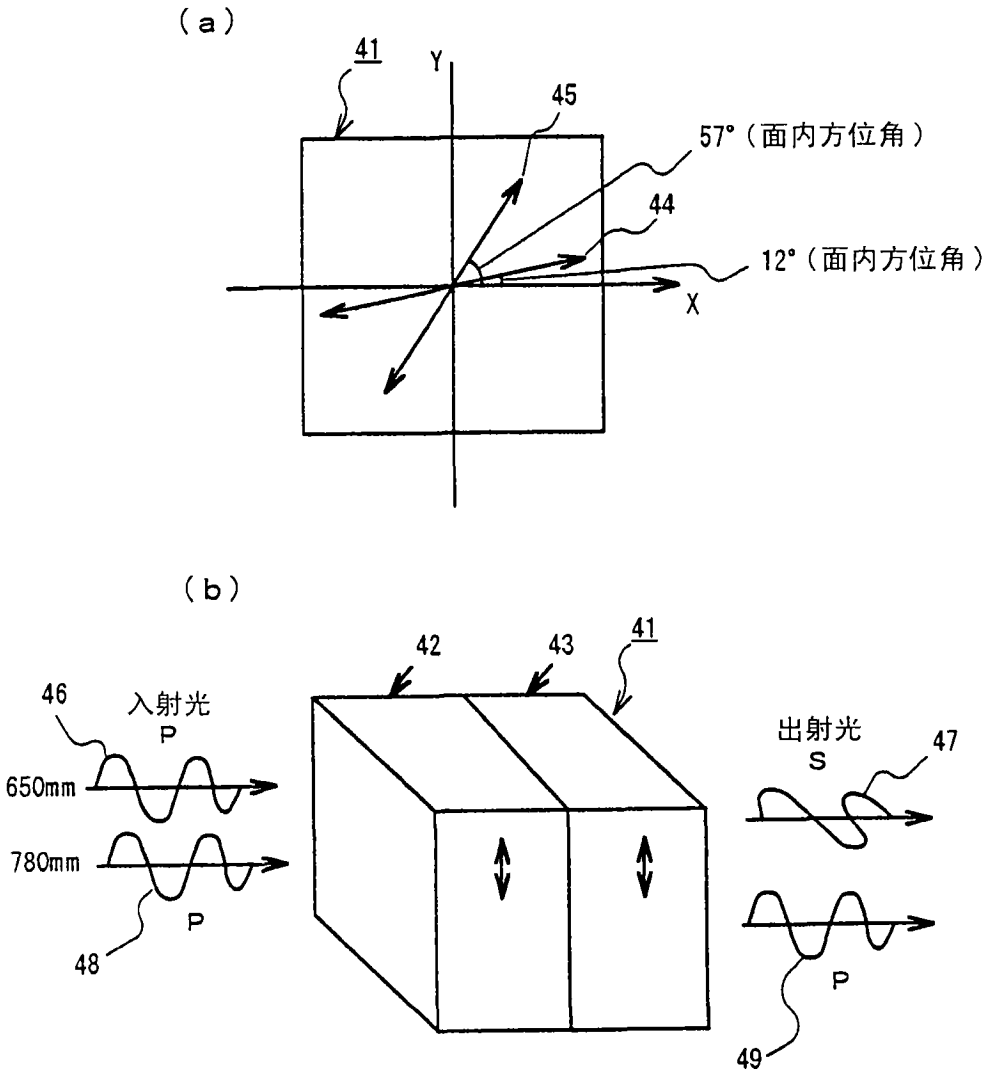

（a）
41
Y
45
57°（面内方位角）
44
12°（面内方位角）
X
（b）
42
43
41
46
入射光
P
650mm
780mm
P
48
出射光
S
47
P
49

图 7

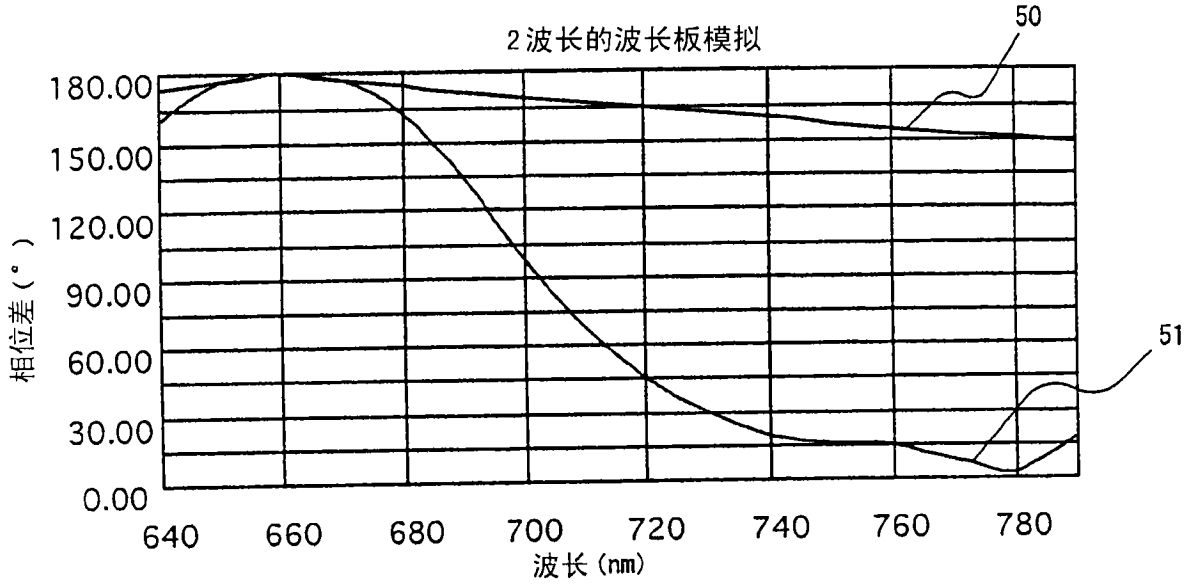

2波长的波长板模拟
50
51
180.00
150.00
120.00
90.00
60.00
30.00
0.00
相位差(°)
640
660
680
700
720
740
760
780
波长(nm)

图 8

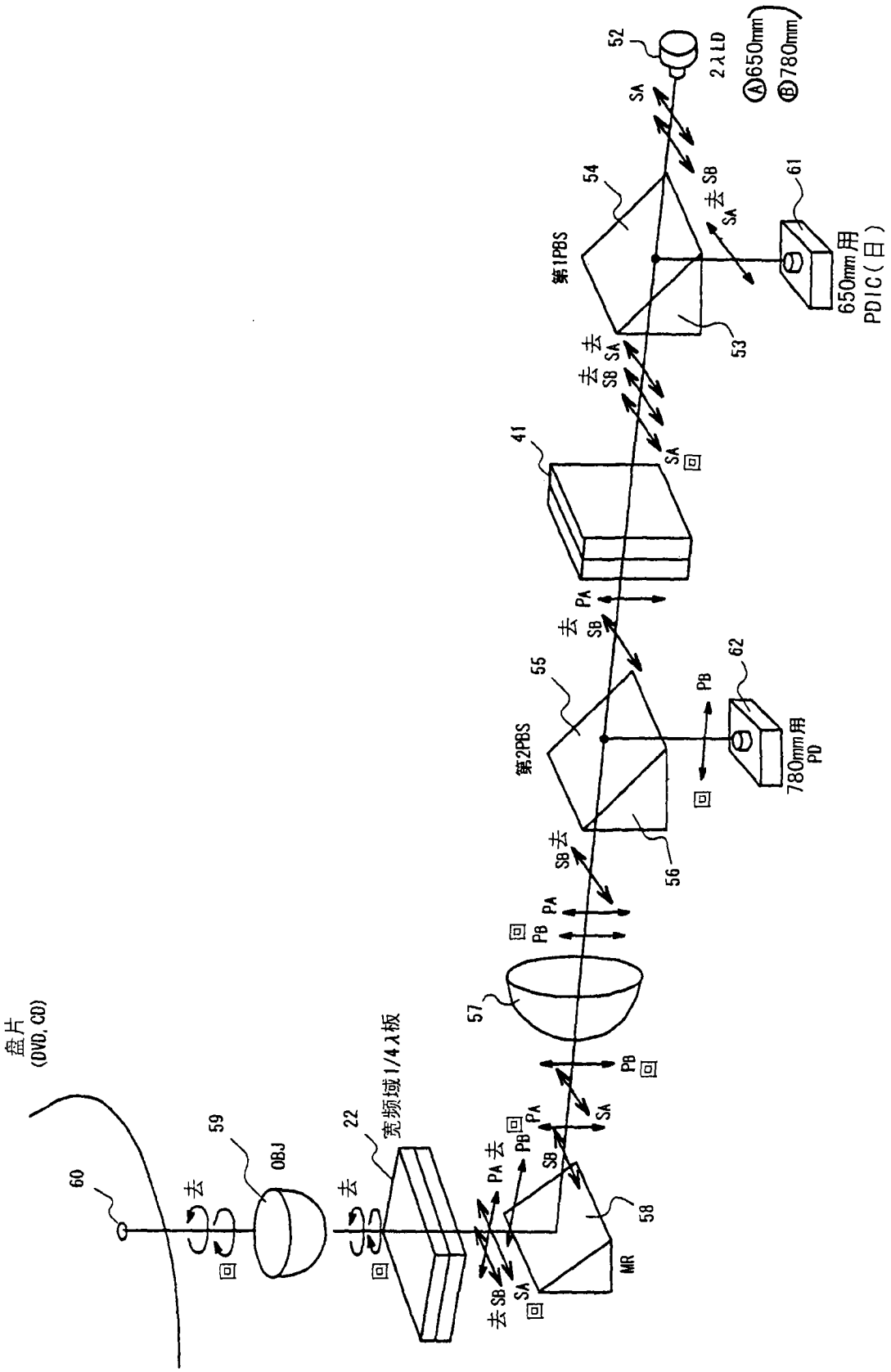
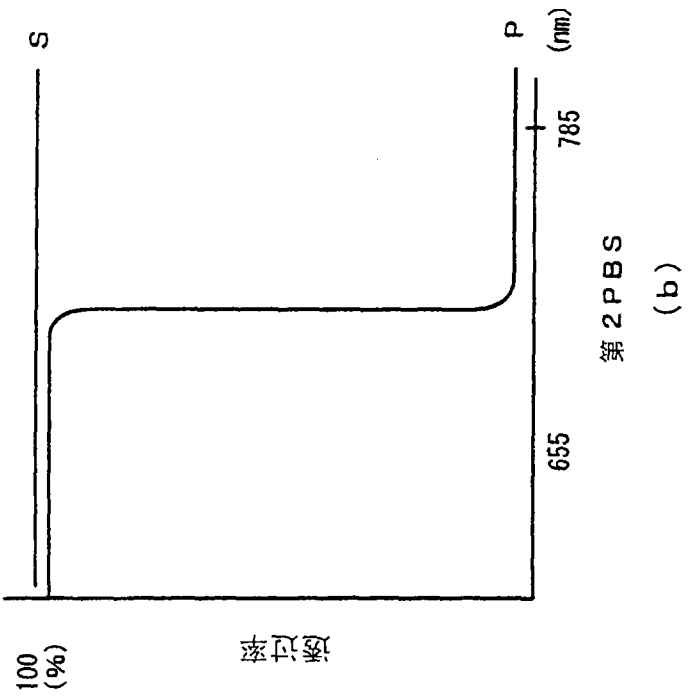

盘片
(DVD, CD)
60
59
去
回
OBJ
22
去
回
宽频域1/4λ板
PA 去
PB
回
SB
SA
回
去 SB
SA
回
MR
58
57
PB
回
PA
回
PB
SB去
56
第2PBS
55
PB
回
62
780mm用
PD
去 PA
SB
41
去 去
SB SA
SA
回
53
第1PBS
54
去 SB
SA
61
650mm用
PDIC(日)
SA
52
2λLD
Ⓐ650mm
Ⓑ780mm

图 9



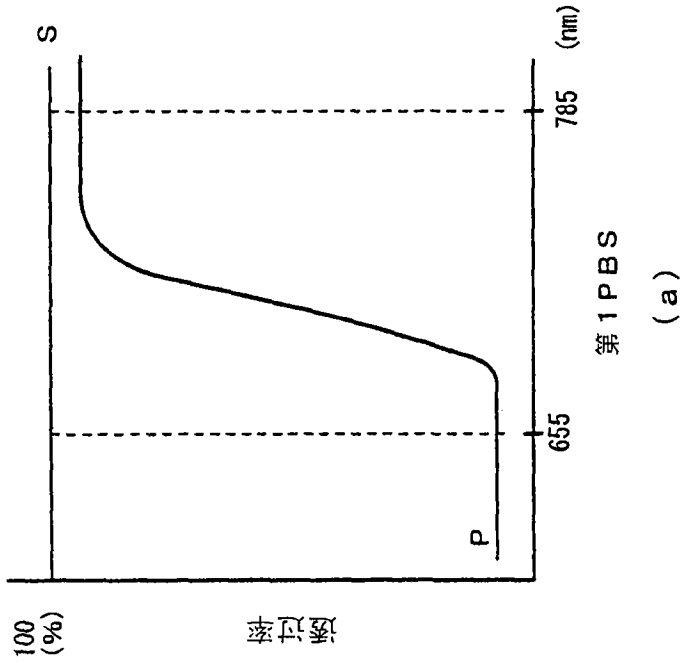


图 10

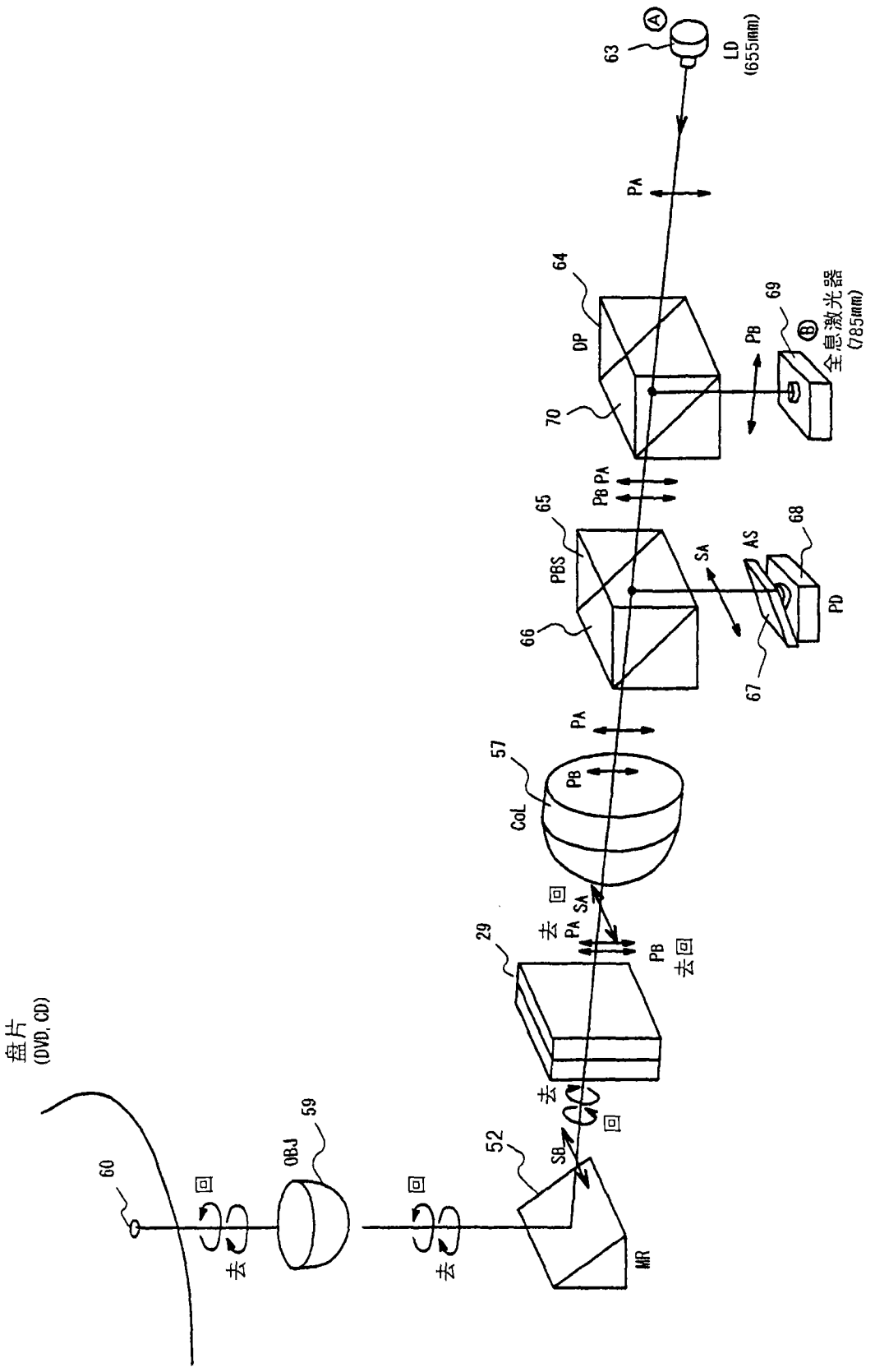

盘片
(DVD, CD)
60
回
去
OBJ
59
回
去
52
SB
MR
去
回
29
去
PA
SA
回
PB
去回
57
CoL
PA
PB
65
PBS
PB PA
SA
AS
68
PD
66
67
64
DP
70
PB
69
全息激光器
(785nm)
PA
63
LD
(655nm)

图 11

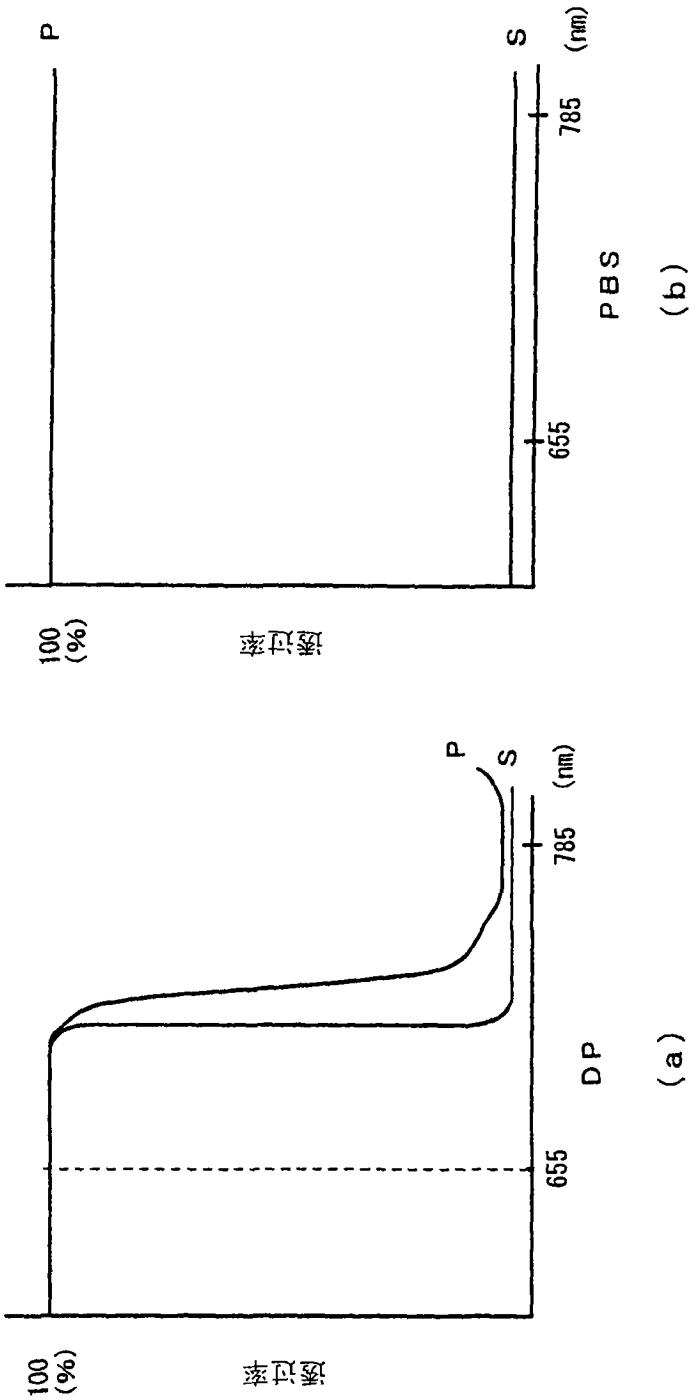


图 12

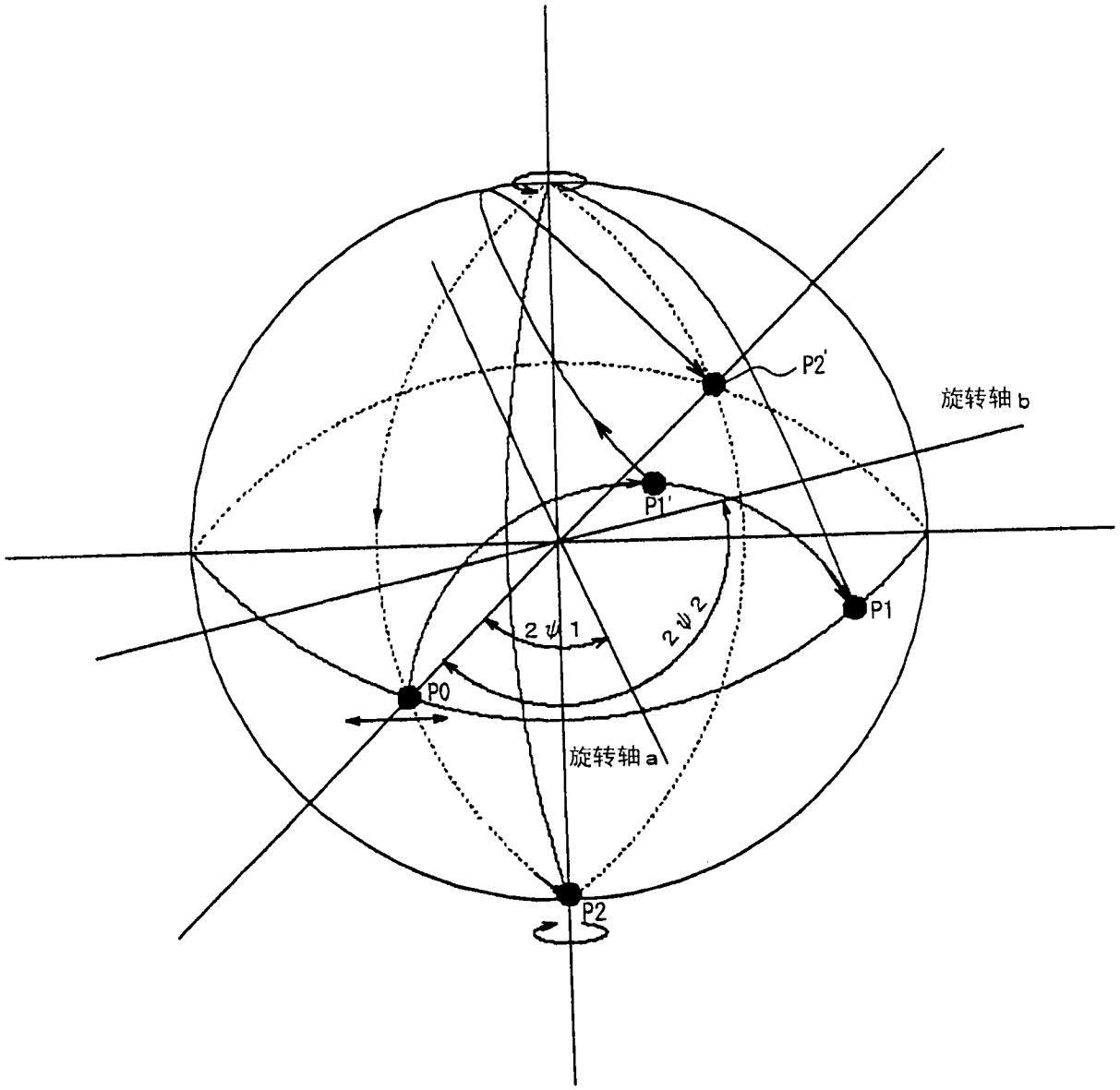


图 13

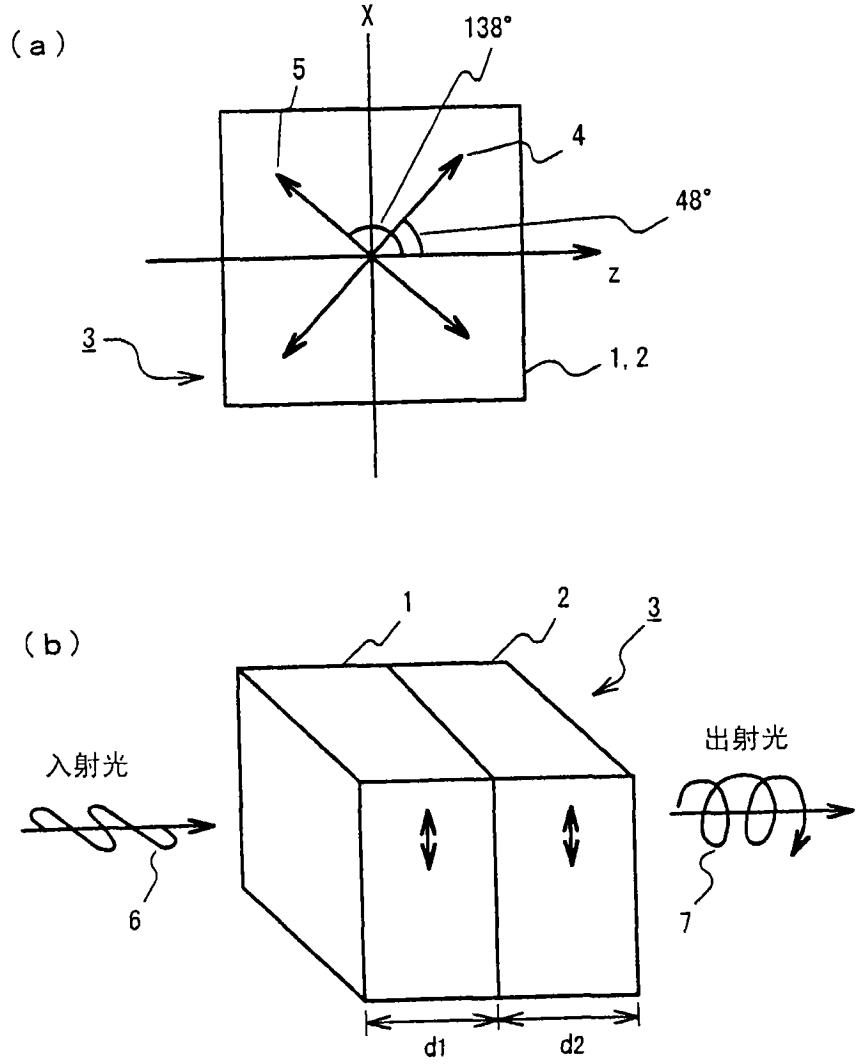


图 14

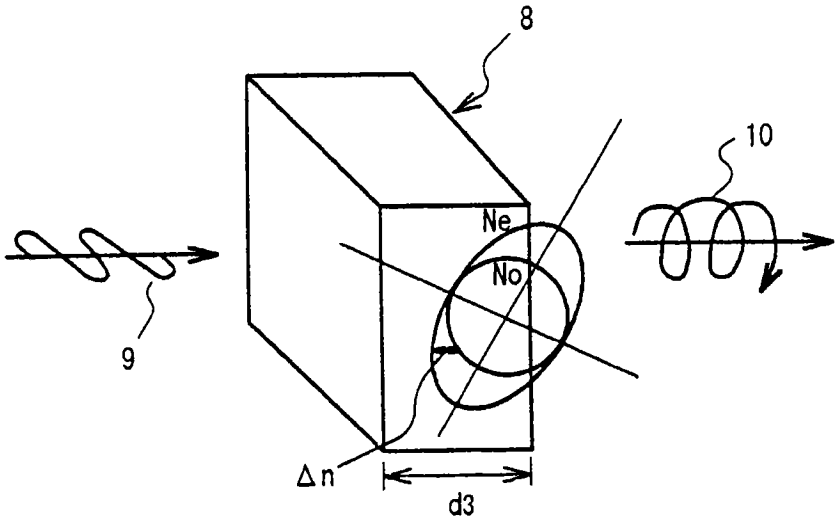


图 15

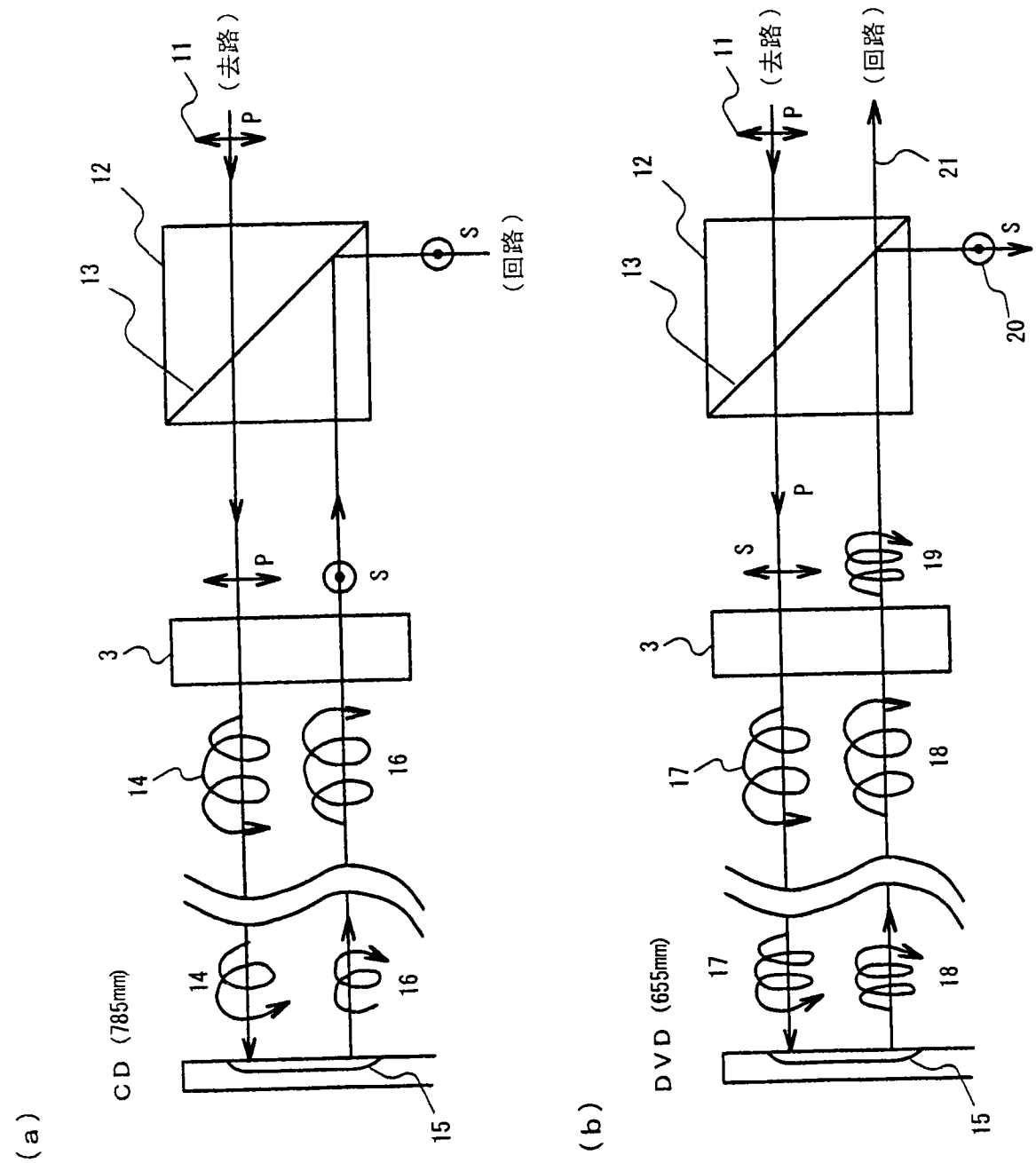

(a)
CD (785mm)
11
(去路)
P
12
13
S
(回路)
3
P
S
14
16
14
16
15
(b)
DVD (655mm)
11
(去路)
(回路)
P
12
21
13
S
20
P
S
19
3
17
18
17
18
15

图 16

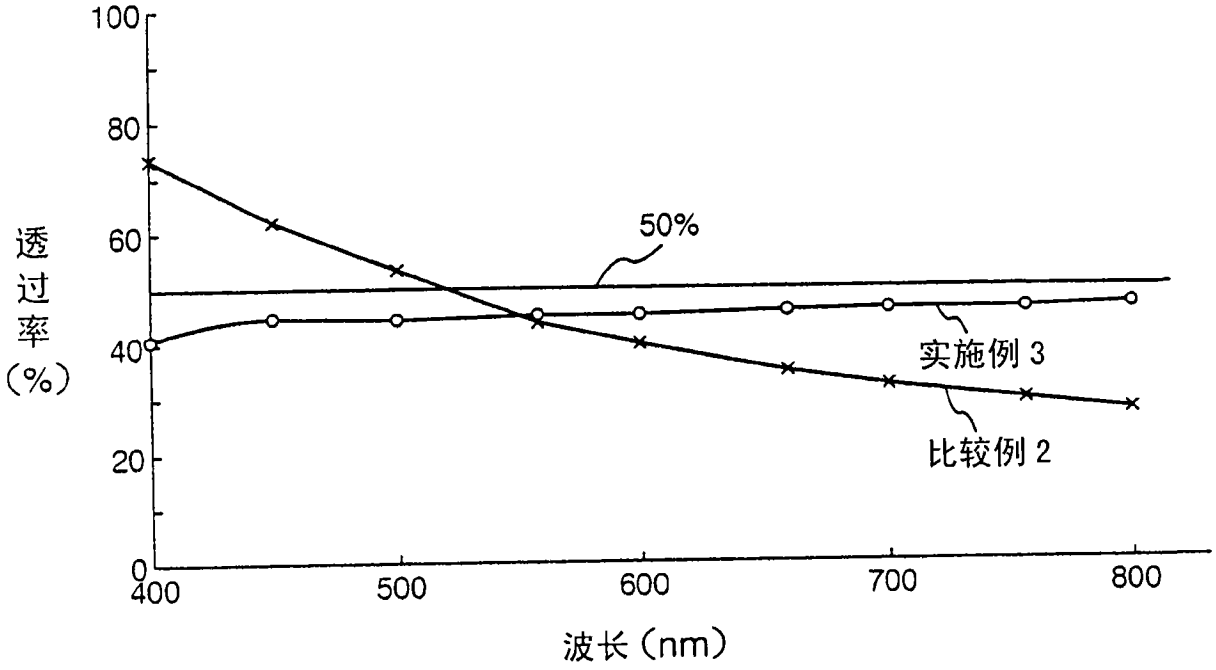


图 17