



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101841126 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 201010134278. X

(22) 申请日 2010. 03. 11

(30) 优先权数据

066842/09 2009. 03. 18 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 高桥义彦

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 彭久云

(51) Int. Cl.

H01S 5/00 (2006. 01)

H01S 5/10 (2006. 01)

审查员 张剑铭

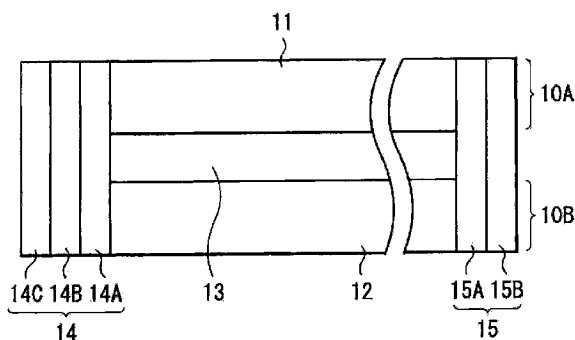
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 8 页

(54) 发明名称

多波长半导体激光器和光学记录 / 再现装置

(57) 摘要

本发明提供了多波长半导体激光器和光学记录 / 再现装置。该多波长半导体激光器能够在预定的范围中容易地设定不同振荡波长在主出射端面的反射率。该多波长半导体激光器包括 : 多个端面发光型半导体发光部, 该多个端面发光型半导体发光部具有不同的振荡波长 ; 和反射膜, 公共地设置在半导体发光部的主出射端面。反射膜从半导体发光部开始依次包括 : 具有折射率 n_1 的第一电介质膜、具有折射率 n_2 的第二电介质膜和具有折射率 n_3 的第三电介质膜, 并且折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$ 。



1. 一种多波长半导体激光器,包括:

多个端面发光型半导体发光部,该多个端面发光型半导体发光部具有不同的振荡波长;和

反射膜,公共地设置在所述半导体发光部的主出射端面,所述反射膜的反射率在 25% 以上到 35% 以下;

其中所述反射膜从所述半导体发光部开始依次包括:具有折射率 n_1 的第一电介质膜、具有折射率 n_2 的第二电介质膜和具有折射率 n_3 的第三电介质膜,并且所述折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$;

其中所述第一电介质膜、所述第二电介质膜和所述第三电介质膜具有相同的光学膜厚。

2. 根据权利要求 1 所述的多波长半导体激光器,其中所述折射率 n_1 在 1.6 以上到 1.7 以下,所述折射率 n_2 在 2 以上到 2.3 以下,并且所述折射率 n_3 在 1.4 以上到 1.5 以下。

3. 根据权利要求 1 所述的多波长半导体激光器,其中所述第一电介质膜由 Al_2O_3 和 MgO 中的至少一种制成,所述第二电介质膜由 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 ZnO 、 HfO_2 、 CeO_2 、 TiO_2 、 TiO 和 Nb_2O_5 中的至少一种制成,所述第三电介质膜由 SiO_2 制成。

4. 根据权利要求 2 所述的多波长半导体激光器,其中所述多个半导体发光部的振荡波长在 650nm 波长带或者 780nm 波长带中。

5. 根据权利要求 2 所述的多波长半导体激光器,其中所述多个半导体发光部的振荡波长在 650nm 波长带或者 780nm 波长带中,并且

在 650nm 振荡波长带中所述反射膜的反射率在 25% 以上到 30% 以下,在 780nm 振荡波长带中所述反射膜的反射率在 25% 以上到 35% 以下。

6. 根据权利要求 3 所述的多波长半导体激光器,其中所述多个半导体发光部的振荡波长在 650nm 波长带或者 780nm 波长带中。

7. 根据权利要求 3 所述的多波长半导体激光器,其中所述多个半导体发光部的振荡波长在 650nm 波长带或者 780nm 波长带中,并且

在 650nm 振荡波长带中所述反射膜的反射率在 25% 以上到 30% 以下,在 780nm 振荡波长带中所述反射膜的反射率在 25% 以上到 35% 以下。

8. 一种光学记录/再现装置,包括用作再现光源的多波长半导体激光器,

其中所述多波长半导体激光器包括:

多个端面发光型半导体发光部,该多个端面发光型半导体发光部具有不同的振荡波长;和反射膜,公共地设置在所述半导体发光部的主出射端面,所述反射膜的反射率在 25% 以上到 35% 以下,

其中所述反射膜从所述半导体发光部侧开始依次具有:具有折射率 n_1 的第一电介质膜、具有折射率 n_2 的第二电介质膜和具有折射率 n_3 的第三电介质膜,并且所述折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$;

其中所述第一电介质膜、所述第二电介质膜和所述第三电介质膜具有相同的光学膜厚。

多波长半导体激光器和光学记录 / 再现装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具有多个端面发光型半导体发光部的多波长半导体激光器,以及使用该多波长半导体激光器的光学记录 / 再现装置,该多个端面发光型半导体发光部具有不同的发光波长。

背景技术

[0002] 随着光学记录介质 (optical recording medium) 的规格和种类的多样化,能在与多个光学记录介质对应的波长带中记录 / 再现信息的光学记录 / 再现装置得到广泛运用。在光学记录 / 再现装置中,端面发光型多波长半导体激光器被用作用于记录和用于再现的光学读取光源。具体而言,已经出现了能够在与 CD (致密光盘) 和 DVD (数字化视频光盘或数字化通用光盘) 这二者对应的 780nm 波长带和 650nm 波长带中记录 / 再现信息的光学记录 / 再现装置。在 CD 和 DVD 用光学记录 / 再现装置中,振荡波长在 650nm 波长带和 780nm 波长带中的两波长半导体激光器用作记录和再现用光学读取光源 (pickuplight source)。

[0003] 多波长半导体激光器具有单片结构,其中具有不同振荡波长的多个半导体激光器元件安装在单个半导体芯片上。每个半导体激光器元件都具有端面发光型半导体发光部以及设置在主出射端面 (前端面) 和后端面上的反射膜。该反射膜的反射率在主出射端面侧低,而在后端面侧高。每个半导体激光器元件都具有谐振腔结构,使从半导体发光部发出的光在成对的反射膜 (低反射膜和高反射膜) 之间谐振。通过该谐振腔结构,谐振光作为激光束从低反射膜侧发射至外部。

[0004] 在这样的多波长半导体激光器中,当在每个半导体激光器元件中设置与振荡波长对应的不同种类的反射膜时,反射膜的形成工艺复杂。因而,试图设置多个半导体激光器元件共用的反射膜。

[0005] 例如,在日本特开第 2001-257413 号公报中,主出射端面侧的反射膜 (低反射膜) 由一种材料制成,其光学膜厚设为各振荡波长的平均波长的 $1/4$ 的整数倍。具体地,在振荡波长为 650nm 和 780nm 的两波长半导体激光器中,发光端面侧的铝膜的光学厚度为各振荡波长的约为 715nm 的平均值的 $1/4$ 的整数倍。

[0006] 在日本特开第 2001-327678 号公报的多波长半导体激光器中,通过为各半导体激光器元件的主出射端面侧公共地设置由厚度相同的三个电介质膜制成的反射膜 (低反射膜),振荡波长的端面反射率被设定到 15% 以下。具体地,在振荡波长在 650nm 波长带和 780nm 波长带中的两波长半导体激光器中,通过选择反射率具有预定关系的电介质膜的材料,来形成低反射膜。

发明内容

[0007] 然而,在上述公开的技术中,难以将主出射端面侧的反射膜设定到期望的反射率。具体地,在日本特开第 2001-257413 号公报中,由一种材料制成的低反射膜的光学膜厚的设定是基于各振荡波长的平均波长,因而不同振荡波长在反射率上的变化大。因此,为了获

得适用于各振荡波长的端面反射率,低反射膜的厚度被限制于一个狭窄的范围,并且难以形成具有预定反射率的低反射膜并使该预定反射率在多波长半导体激光器中保持不变。虽然日本特开第 2001-327678 号公报中的技术适合于将各振荡波长在发光端面的反射率设置在 15% 以下,但是不容易形成反射率高于此的低反射膜。

[0008] 期望提供一种多波长半导体激光器以及具有该多波长半导体激光器的光学记录 / 再现装置,在主出射端面侧,该多波长半导体激光器能够容易地将各振荡波长的反射率设定在预定范围内。

[0009] 根据本发明实施例的多波长半导体激光器包括:多个端面发光型半导体发光部,该多个端面发光型半导体发光部具有不同的振荡波长;和反射膜,公共地设置在半导体发光部的主出射端面,反射膜从半导体发光部开始依次包括:具有折射率 n_1 的第一电介质膜、具有折射率 n_2 的第二电介质膜和具有折射率 n_3 的第三电介质膜,并且折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$ 。

[0010] 在根据本发明实施例的多波长半导体激光器中,为多个半导体发光部的主出射端面公共设置的反射膜从半导体发光部侧开始依次具有第一电介质膜、第二电介质膜和第三电介质膜,并且第一、第二和第三电介质膜的折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足上述关系。通过该构造,与由单个电介质膜形成反射膜的情形以及折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 不满足上述关系的情形(例如满足关系 $n_1 = n_3 < n_2$ 的情形等)相比,相对于第一至第三电介质膜的光学膜厚的变化,各振荡波长在反射率上的变化变得缓和。也就是,在各振荡波长获得预定反射率时电介质膜的光学膜厚的容许范围变大。而且,反射膜的反射率可以容易地设定在例如 25% 以上到 35% 以下的范围中,这高于 15%。因此,在采用根据本发明实施例的多波长半导体激光器的光学记录 / 再现装置中,多波长半导体激光器还可以很好地用作再现读取光源,该再现读取光源设定为比记录读取光源的输出低。

[0011] 在根据本发明实施例的多波长半导体激光器中,为多个半导体发光部的主出射端面公共设置的反射膜包括具有上述折射率关系的第一、第二和第三电介质膜。结果,在主出射端面侧,振荡波长的反射率可以容易地设定在预定的范围中。因此,由于光源的输出被设定在适合的范围中,采用根据本发明实施例的多波长半导体激光器作为再现光源的光学记录 / 再现装置可以很好地再现信息。

[0012] 本发明其他以及进一步的目的、特征和优势将在下面的描述中更充分地展示。

附图说明

[0013] 图 1 是示意图,示出根据本发明实施例的多波长半导体激光器的平面构造。

[0014] 图 2 是特性图,示出实验例 1-1 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

[0015] 图 3 是特性图,示出实验例 1-2 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

[0016] 图 4 是特性图,示出实验例 1-3 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

[0017] 图 5 是特性图,示出实验例 1-4 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

[0018] 图 6 是特性图,示出实验例 1-5 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

[0019] 图 7 是特性图,示出实验例 1-6 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

[0020] 图 8 是特性图,示出实验例 1-7 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

[0021] 图 9 是特性图,示出实验例 1-8 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。

- [0022] 图 10 是特性图,示出实验例 1-9 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。
- [0023] 图 11 是特性图,示出实验例 1-10 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。
- [0024] 图 12 是特性图,示出实验例 1-11 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。
- [0025] 图 13 是特性图,示出实验例 1-12 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。
- [0026] 图 14 是特性图,示出实验例 1-13 的光学膜厚和低反射膜的反射率的关系。
- [0027] 图 15 是特性图,示出实验例 2-1 和 2-2 的光学波长和低反射膜的反射率的关系。

具体实施方式

[0028] 以下将参照附图详细说明本发明的实施例。说明将按以下次序进行。

[0029] 1、多波长半导体激光器的构造(两波长半导体激光器的示例)

[0030] 2、制造多波长半导体激光器的方法

[0031] 1、多波长半导体激光器的构造例(两波长半导体激光器的示例)

[0032] 图 1 示意性地图示根据本发明实施例的多波长半导体激光器的平面构造。本实施例的多波长半导体激光器用于例如光学记录/再现装置等并且具有单片结构,该单片结构由具有不同振荡波长的端面发光型半导体激光器元件 10A 和 10B 形成。也就是,本实施例的多波长半导体激光器是两波长半导体激光器。在本实施例中,半导体激光器元件 10A 的振荡波长设定为 650nm 波长带,半导体激光器元件 10B 的振荡波长设定为 780nm 波长带。“650nm 波长带”指 640nm 以上到 670nm 以下的波长带,“780nm 波长带”指 770nm 以上到 800nm 以下的波长带。

[0033] 半导体激光器元件 10A 具有第一发光部 11,半导体激光器元件 10B 具有第二发光部 12。为半导体激光器元件 10A 和 10B 的主出射端面设置低反射膜 14,为主出射端面相反侧的端面(后端面)设置高反射膜 15。半导体激光器元件 10A 和 10B 具有谐振腔结构,其中从第一发光部 11 和第二发光部 12 发射的光在低反射膜 14 和高反射膜 15 之间谐振。由该谐振腔结构谐振的光作为激光束从低反射膜 14 侧振荡至外部。

[0034] 半导体发光部

[0035] 第一发光部 11 和第二发光部 12 设置在公共基板(未图示)上,隔离区 13 夹在第一发光部 11 和第二发光部 12 之间。第一发光部 11 具有由例如 AlGaInP 的化合物半导体形成的层叠结构,并且具有 650nm 振荡波长带(红色波长带)。第二发光部 12 具有由例如 AlGaAs 的化合物半导体形成的层叠结构,并具有 780nm 振荡波长带(红外线波长带)。在第一发光部 11 和第二发光部 12 的每个的顶面上,例如设置了 p 侧电极(未图示)。在公共基板的背侧,例如为第一发光部 11 和第二发光部 12 公共地设置了 n 侧电极。

[0036] 低反射膜

[0037] 为第一发光部 11 和第二发光部 12 的主出射端面公共地设置低反射膜 14,该低反射膜 14 在半导体激光器元件 10A 和 10B 的主出射端面侧被第一发光部 11 和第二发光部 12 共用。低反射膜 14 从第一发光部 11 和第二发光部 12 开始依次包括:第一电介质膜 14A,第二电介质膜 14B 和第三电介质膜 14C。假定低反射膜 14 具有三层结构,第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率分别是 n_1 、 n_2 和 n_3 。而且,在低反射膜 14 中,第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$ 。结果,相对于第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的光学膜厚的变化,各振荡波长在反射率上的变

化变得缓和。也就是,为了获得各振荡波长的预定反射率,第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的物理膜厚可以设定在大的范围内。而且,低反射膜 14 在各振荡波长的反射率能够容易地设定在例如 25%以上到 35%以下的范围中,这高于 15%。因而,低反射膜 14 可以在第一发光部 11 和第二发光部 12 的主出射端面侧的端面上以相同的厚度同时形成。在多波长半导体激光器中,即使低反射膜 14 的物理厚度变化,由于相对于设定的反射率低反射膜 14 的物理厚度的容许范围大,所以输出激光束的变化得以抑制。而且,如上所述,由于低反射膜 14 的反射率能容易地设定在例如 25%以上到 35%以下的范围中,所以多波长半导体激光器适合用作 CD/DVD 的光学记录 / 再现装置的再现读取光源。“光学膜厚”的表达式如下:

[0038] 光学膜厚=物理膜厚×膜的折射率

[0039] 优选地,第一电介质膜 14A 的折射率 n_1 在 1.6 以上到 1.7 以下,第二电介质膜 14B 的折射率 n_2 在 2.0 以上到 2.3 以下,第三电介质膜 14C 的折射率 n_3 在 1.4 以上到 1.5 以下,原因如下。在各振荡波长的低反射膜 14 反射率被设定至例如 25%以上到 35%以下的情形下,第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的物理膜厚的容许范围变大。具有上述折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 的第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的材料示例如下。第一电介质膜 14A 的材料示例是铝氧化物(氧化铝,例如, Al_2O_3 :折射率=1.60 至 1.65)和镁氧化物(例如, MgO :折射率=1.7)。每种材料可以单独使用,也可混合使用各材料。第二电介质膜 14B 的材料示例是钽氧化物(例如, Ta_2O_5 :折射率=2.1)、锆氧化物(例如, ZrO_2 :折射率=2.00 至 2.05)、锌氧化物(例如, ZnO :折射率=2)、铪氧化物(例如 HfO_2 :折射率=2.2)、铈氧化物(例如, CeO_2 :折射率=2.2)、铌氧化物(例如, Nb_2O_5 :折射率=2.3)、或钛氧化物(例如, TiO_2 :折射率=2.0 或 TiO :折射率=2.2 至 2.3)。第三电介质膜 14C 的材料示例是硅氧化物(例如, SiO_2 :折射率=1.46)。

[0040] 优选地,第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 具有相同的光学膜厚,也就是,第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的光学膜厚彼此相等,从而可以很好地设定低反射膜 14 的反射率。具体地,第一至第三电介质膜 14A 至 14C 的每个的 4 倍厚度优选为 560nm 以上到 740nm 以下。也就是,第一至第三电介质膜 14A 至 14C 的每个的光学膜厚优选为 140nm 以上到 185nm 以下。650nm 振荡波长带的反射率变为 25%以上到 30%以下,780nm 振荡波长带的反射率变为 25%以上到 35%以下。第一至第三电介质膜 14A 至 14C 的优选光学膜厚可以具有 5%光学膜厚的误差。在这样的情形下也能获得足够好的效果。

[0041] 在 650nm 振荡波长带和 780nm 振荡波长带两者中,低反射膜 14 的反射率都优选为 25%以上到 35%以下。具体地,在 650nm 振荡波长带中低反射膜 14 的反射率优选为 25%以上到 30%以下,在 780nm 振荡波长带中低反射膜 14 的反射率优选为 25%以上到 35%以下,以使得多波长半导体激光器可以适用于 CD/DVD 的光学记录 / 再现装置的再现读取光源。具体地,在 650nm 振荡波长带中低反射膜 14 的反射率优选为 25%以上到 30%以下,在 780nm 振荡波长带中低反射膜 14 的反射率优选为 30%以上到 35%以下,以使得多波长半导体激光器可以适用于再现的读取光源。

[0042] 高反射膜

[0043] 为第一发光部 11 和第二发光部 12 的后端面公共地设置高反射膜 15,该高反射膜 15 在半导体激光器元件 10A 和 10B 的后端面侧被第一发光部 11 和第二发光部 12 共用。高

反射膜 15 从第一发光部 11 和第二发光部 12 开始依次包括：第四电介质膜 15A 和第五电介质膜 15B。假定高反射膜 15 具有第四和第五电介质膜 15A 和 15B 的两层结构。优选地，第四和第五电介质膜 15A 和 15B 具有相同光学膜厚，也就是，彼此相等。具体地，第四和第五电介质膜 15A 和 15B 的光学膜厚优选为 $\lambda/4$ (λ 代表振荡波长) 的整数倍 (1 以上的整数倍)，第四电介质膜 15A 的材料例如是铝氧化物。第五电介质膜 15B 的材料例如是非晶硅 (α 硅)。

[0044] 在 650nm 振荡波长带和 780nm 振荡波长带两者中，高反射膜 15 的反射率都优选为 70% 以上到 80% 以下，以使得多波长半导体激光器适用于 CD 和 DVD 的光学记录 / 再现装置的再现读取光源。

[0045] 2、多波长半导体激光器的制造方法

[0046] 例如，多波长半导体激光器可以以下述方法制作。

[0047] 首先，在公共基板上形成第一发光部 11 和第二发光部 12，隔离区 13 夹在第一发光部 11 和第二发光部 12 之间。具体地，例如，通过 MOCVD (金属有机化学气相沉积) 法，形成振荡波长为 780nm 波长带的 AlGaAs 基化合物半导体层。此后，在该化合物半导体层上，通过光刻工艺，形成具有预定形状 (例如，条状) 的掩模。接下来，使用该掩模进行选择性的蚀刻，以暴露公共基板的一部分。结果，形成第二发光部 12。例如，通过 MOCVD 法，形成振荡波长为 650nm 波长带的 AlGaInP 基化合物半导体层，以覆盖公共基板的暴露表面和第二发光部 12。在该化合物半导体层上，通过光刻工艺形成掩模，并使用该掩模进行选择性的蚀刻。通过该工艺，第一发光部 11 形成为与第二发光部 12 相邻，隔离区 13 位于它们之间。

[0048] 接下来，在第一发光部 11 和第二发光部 12 的每个上形成具有预定形状的 p 型电极。

[0049] 接下来，公共基板上的第一发光部 11 和第二发光部 12 被劈开 (cleave)，此后，例如在主出射端面侧形成低反射膜 14。具体地，在公共基板上的第一发光部 11 和第二发光部 12 的端面上，依次形成第一电介质膜 14A、第二电介质膜 14B 和第三电介质膜 14C。

[0050] 接下来，例如，在与形成第一发光部 11 和第二发光部 12 的低反射膜 14 的端面相反的端面上，依次层叠第四电介质膜 15A 和第五电介质膜 15B，从而形成高反射膜 15。

[0051] 最后，在通过适当研磨背面而调整公共基板的厚度之后，在公共基板的背面形成 n 型电极。通过这样的方式，完成图 1 所示的多波长半导体激光器。

[0052] 作用和效果

[0053] 在多波长半导体激光器中，当在 n 型电极和 p 型电极之间施加预定的电压时，在第一发光部 11 和第二发光部 12 中通过电子和空穴的复合产生光。该光被低反射膜 14 和高反射膜 15 反射，在半导体激光器元件 10A 的 650nm 波长带中的波长和半导体激光器元件 10B 的 780nm 波长带中的波长进行激光振荡，并作为激光束主要从低反射膜 14 侧出射至外部。

[0054] 在本实施例的多波长半导体激光器中，为第一发光部 11 和第二发光部 12 的主出射端面公共设置的低反射膜 14 从第一发光部 11 和第二发光部 12 侧开始依次由第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 制成。第一、二和三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$ 。与低反射膜 14 由单个电介质膜形成的情形以及折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 不满足上述关系的情形 (例如，满足关系 $n_1 = n_3 < n_2$ 的情形等) 相比，相对于第一至第三电介质膜 14A 至 14C 的光学膜厚的变化，振荡波长 (650nm 波长带和 780nm 波

长带)在反射率上的变化变得缓和。也就是,当将低反射膜 14 的反射率设定为各振荡波长的预定值或预定范围时,第一至第三电介质膜 14A 至 14C 的光学膜厚的容许范围变大。而且,低反射膜 14 在各振荡波长的反射率也能够容易地设定在例如 25% 以上到 35% 以下的范围中,这高于 15%。

[0055] 也就是,在本实施例的多波长半导体激光器中,在主出射端面侧可以容易地设定各振荡波长的预定反射率。在该情形,第一电介质膜 14A 的折射率 n_1 设定在 $1.6 \leq n_1 \leq 1.7$ 的范围。第二电介质膜 14B 的折射率 n_2 设定在 $2 \leq n_2 \leq 2.3$ 的范围。第三电介质膜 14C 的折射率 n_3 设定在 $1.4 \leq n_3 \leq 1.5$ 的范围。从而,在 650nm 振荡波长带中,反射率可以容易地设定在 25% 以上到 30% 以下的范围中。在 780nm 振荡波长带中,反射率可以容易地设定在 25% 以上到 35% 以下的范围中。

[0056] 在本实施例中,优选地,第一电介质膜 14A 由折射率 n_1 设定在 $1.6 \leq n_1 \leq 1.7$ 的范围中的材料制成。第二电介质膜 14B 由折射率 n_2 设定在 $2 \leq n_2 \leq 2.3$ 的范围中的材料制成。第三电介质膜 14C 由折射率 n_3 设定在 $1.4 \leq n_3 \leq 1.5$ 的范围中的材料制成。在该情形,具体地,第一电介质膜 14A 由 Al_2O_3 和 MgO 中的至少一种制成,第二电介质膜由 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 ZnO 、 HfO_2 、 CeO_2 、 TiO_2 、 TiO 和 Nb_2O_5 中的至少一种制成,第三电介质膜由 SiO_2 制成。通过这样的方式,可以容易设定上述振荡波长特别优选的低反射膜 14 反射率。当第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 具有相同光学膜厚时,将更容易设定主出射端面侧的反射率。

[0057] 在如上所述的本实施例的多波长半导体激光器中,在 650nm 振荡波长带和 780nm 振荡波长带中主出射端面侧的反射率可以容易地设定在 25% 以上到 35% 以下的范围中。而且,在 650nm 波长带中主出射端面侧的反射率可以容易地设定在 25% 以上到 30% 以下的范围中,在 780nm 波长带中主出射端面侧的反射率可以容易地设定在 25% 以上到 35% 以下的范围中。因此,具体地,在将多波长半导体激光器用于 DVD 和 CD 的光学记录/再现装置的情形下,多波长半导体激光器还可以很好地用作再现读取光源,该再现读取光源设定为比记录读取光源的输出低。也就是,采用多波长半导体激光器作为再现光源的光学记录/再现装置可以很好地再现信息,因为光源的输出被设定在了合适的范围。

[0058] 示例

[0059] 将详细描述本发明的具体示例。

[0060] 实验例 1-1

[0061] 模拟了图 1 所示的多波长半导体激光器的低反射膜 14 的各振荡波长的反射率。

[0062] 具体的模拟设定为:低反射膜 14 由第一电介质膜 14A(Al_2O_3)、第二电介质膜 14B(Ta_2O_5) 和第三电介质膜 14C(SiO_2) 形成,这些电介质膜由表 1 所示的材料制成。假定第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的光学膜厚彼此相等。相对于波长 $\lambda = 650nm$ 和波长 $\lambda = 790nm$ 时电介质膜在光学膜厚上的变化来模拟低反射膜 14 的反射率,并获得如图 2 所示的结果。图 2 所示的反射率是在具有上述波长(650nm 和 790nm)的光从低反射膜 14 的第一电介质膜 14A 侧入射的情形下的值。图 2 中的横轴表示三层电介质膜中的一层的“光学膜厚 $\times 4$ ”(各电介质膜的光学膜厚的四倍)。也就是,各电介质膜的物理膜厚按照以下公式计算:

[0063] 各电介质膜的物理膜厚 = “横轴值” / (4 $\times$ 各电介质膜的折射率)

[0064] 实验例 1-2 至 1-13

[0065] 除了第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的材料变化之外, 以与实验例 1-1 相似的方式模拟的反射率示于表 1 中。各实验例的结果示出在图 3(实验例 1-2)、图 4(实验例 1-3)、图 5(实验例 1-4)、图 6(实验例 1-5)、图 7(实验例 1-6)、图 8(实验例 1-7)、图 9(实验例 1-8)、图 10(实验例 1-9)、图 11(实验例 1-10)、图 12(实验例 1-11)、图 13(实验例 1-12) 和图 14(实验例 1-13) 中。

[0066] 表 1

[0067]

	低反射膜			n1、n2 和 n3 的关系	结果
	第一电介质膜 (折射率 n1)	第二电介质膜 (折射率 n2)	第三电介质膜 (折射率 n3)		
实验例 1-1	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	SiO ₂ (1.45)	n3<n1<n2	FIG. 2
实验例 1-2	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	-	-	-	FIG. 3
实验例 1-3	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	n3=n1<n2	FIG. 4
实验例 1-4	SiO ₂ (1.45)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	SiO ₂ (1.45)	n3=n1<n2	FIG. 5
实验例 1-5	SiO ₂ (1.45)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	SiO ₂ (1.45)	n3=n1<n2	FIG. 6
实验例 1-6	SiO ₂ (1.45)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	n1<n3<n2	FIG. 7
实验例 1-7	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	SiO ₂ (1.45)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	n2<n1=n3	FIG. 8
实验例 1-8	Ta ₂ O ₅ (2.3)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	n2<n1=n3	FIG. 9
实验例 1-9	Ta ₂ O ₅ (2.3)	SiO ₂ (1.45)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	n2<n1=n3	FIG. 10
实验例 1-10	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	SiO ₂ (1.45)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	n2<n1<n3	FIG. 11
实验例 1-11	SiO ₂ (1.45)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	Ta ₂ O ₅ (2.3)	n1<n2<n3	FIG. 12
实验例 1-12	Ta ₂ O ₅ (2.3)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	SiO ₂ (1.45)	n3<n2<n1	FIG. 13
实验例 1-13	Ta ₂ O ₅ (2.3)	SiO ₂ (1.45)	Al ₂ O ₃ (1.6 至 1.65)	n2<n3<n1	FIG. 14

[0068] 从实验例 1-1 至 1-13 的反射率模拟结果, 评估了采用具有各实验例的低反射膜的多波长半导体激光器作为 CD 和 DVD 的光学记录 / 再现装置的再现读取光源的情形。具体地, 低反射膜的反射率的设定范围在 650nm 波长时设定在 25% 以上到 30% 以下, 在 790nm 波长时设定在 25% 以上到 35% 以下, 并且相对于上述设定范围评估了一层电介质膜的光学膜厚 $\times 4$ 的容许范围 (以下, 简称“光学膜厚容许范围”)。

[0069] 如图 2 至图 14 所示, 在实验例 1-1 中, 第一、二和三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率 n1、n2 和 n3 满足关系 $n3 < n1 < n2$, 其光学膜厚的容许范围大于不满足该关系的实验例 1-2 至 1-13 的容许范围。具体地, 在实验例 1-1 中, 光学膜厚的容许范围是约 200nm。另一方面, 在只设置了一层由 Al₂O₃ 制成的电介质膜的实验例 1-2 中, 光学膜厚的容许范围是 100nm 以下。在实验例 1-3 至 1-5 中, 折射率 n1、n2 和 n3 满足关系 $n3 = n1 < n2$, 光学膜厚的容许范围是 50nm 以下或 0。和实验例 1-3 至 1-5 一样, 在实验例 1-6 至 1-13 中, 各电介质膜的折射率 n1、n2 和 n3 不满足关系 $n3 < n1 < n2$, 光学膜厚的容许范围是 50nm 以下或 0。

[0070] 以上结果表明了以下结论。在低反射膜 14 中, 当第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率 n1、n2 和 n3 满足关系 $n3 < n1 < n2$ 时, 650nm 振荡波长带的反射率设定在 25% 以上到 30% 以下的范围中, 780nm 振荡波长带的反射率设定在 25% 以上到 35% 以下的范围中。与低反射膜 14 由单个电介质膜形成的情形相比, 相对于第一至第三电介质膜

14A 至 14C 中各膜的光学膜厚的变化,反射率的变化在 650nm 振荡波长带和 780nm 振荡波长带两者中变得更缓和。也就是,各振荡波长的低反射膜 14 反射率被设定在预定范围时,第一至第三电介质膜 14A 至 14C 的各光学膜厚的容许范围变大。同样地,和第一、第二和第三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 不满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$ 的情形相比,容许范围变大。

[0071] 实验例 2-1

[0072] 检测了与实验例 1-1 构造相同的低反射膜 14 在 400nm 至 1000nm 的光波长范围中的反射率。具体地,在第一至第三电介质膜 14A 至 14C 的各光学膜厚 $\times 4$ 设定为 595nm 的情形下,计算了各光波长的低反射膜 14 反射率。结果如图 15 所示。

[0073] 实验例 2-2

[0074] 以和实验例 2-1 相同的方式计算了与实验例 1-2 构造相同的低反射膜在各光波长的反射率。假定低反射膜的光学膜厚 $\times 4$ 被设为 1480nm。结果如图 15 所示。

[0075] 如图 15 所示,在第一、二和三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$ 的实验例 2-1 中,与低反射膜由单个电介质膜形成的实验例 2-2 相比,400nm 至 1000nm 的光波长范围中反射率的变化较小。也就是,在实验例 2-1 中,与实验例 2-2 相比各光波长的反射率变化量较小,且各光波长的反射率倾斜变小。

[0076] 从图 2 至 15 的结果,在多波长半导体激光器中确认了以下结果。主出射端面处共用的低反射膜 14 从第一发光部 11 和第二发光部 12 侧依次包括第一电介质膜 14A,第二电介质膜 14B 和第三电介质膜 14C。第一、二和三电介质膜 14A、14B 和 14C 的折射率 n_1 、 n_2 和 n_3 满足关系 $n_3 < n_1 < n_2$ 。结果,在主出射端面侧,可以容易地设定各振荡波长的预定反射率。在该情形下,具体地,在 650nm 振荡波长带和 780nm 振荡波长带中主出射端面侧的反射率可以容易地设定在 25% 以上到 35% 以下的范围中。而且,在 650nm 波长带中主出射端面侧的反射率可以容易地设定在 25% 以上到 30% 以下的范围中。在 780nm 波长带中反射率可以容易地设定在 25% 以上到 35% 以下的范围中。因此,在将多波长半导体激光器具体用于 DVD 和 CD 的光学记录 / 再现装置的情形下,多波长半导体激光器还能很好地用作输出设定得较低的再现读取光源。

[0077] 虽然已经通过实施例和示例说明了本发明,但是本发明不限于前述实施例和实施例中描述的方式,并且可以作各种修改。例如,本发明的多波长半导体激光器的使用用途并不限于光学记录 / 再现装置中的再现读取光源,而是可以具有其他用途。其他用途的示例是光学记录 / 再现装置中的记录读取光源。

[0078] 在上述实施例中,CD 和 DVD 被例举为由光学记录 / 再现装置支持的光学记录介质。由光学记录 / 再现装置支持的光学记录介质不限于 CD 和 DVD,也可以是其他介质。其他光学记录介质的示例包括 BD(Blu-ray Disc:蓝光碟)和 HD-DVD。

[0079] 在上述实施例和示例中,描述了多波长半导体激光器是振荡波长在 650nm 波长带和 780nm 波长带中的两波长半导体激光的情形。然而,多波长半导体激光器不限于该情形,而可以是具有其他振荡波长的两波长半导体激光器,或者是具有三个以上振荡波长的多波长半导体激光器。其他振荡波长的示例包括 450nm 波长带和 850nm 波长带。具有三个以上波长的多波长半导体激光器的示例包括四波长作为振荡波长的多波长半导体激光器和三波长作为振荡波长的多波长半导体激光器。在该情形,可获得与上述相同的效果。“450nm

波长带”指 390nm 以上到 420nm 以下的波长带,“850nm 波长带”指 830nm 以上到 870nm 以下的波长带

[0080] 此外,在上述实施例和示例中,相对于第一至第三电介质膜的折射率、第一至第三电介质膜的光学膜厚、低反射膜的光学膜厚和低反射膜的反射率等,基于示例的结果等描述了适当的数值范围。这些描述并不完全排除第一至第三电介质膜的折射率等超出所述范围的可能性。上述范围是获得本发明效果的优选范围。只要能够获得本发明的效果,第一至第三电介质膜的折射率等可以稍微超出上述范围。

[0081] 本申请包括 2009 年 3 月 18 日提交到日本专利局的日本优先权专利申请 JP2009-066842 所涉及的主题,将其全部内容引用结合于此。

[0082] 本领域的技术人员应该理解的是,在所附权利要求或其等同特征的范围内,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、部分组合和替换。

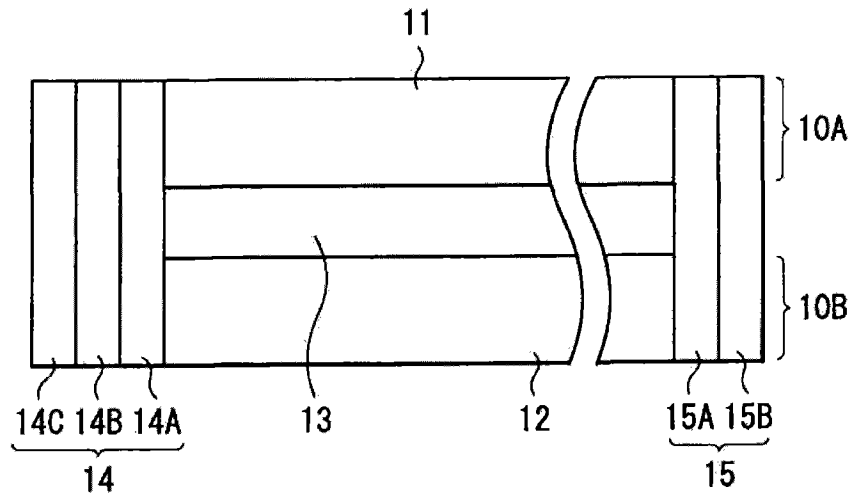


图 1

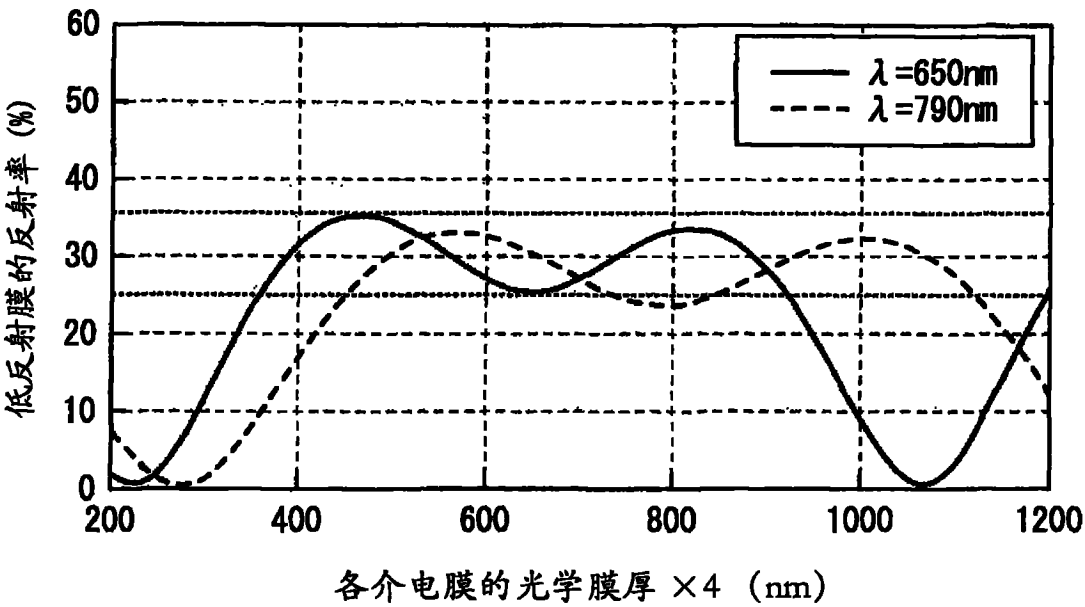


图 2

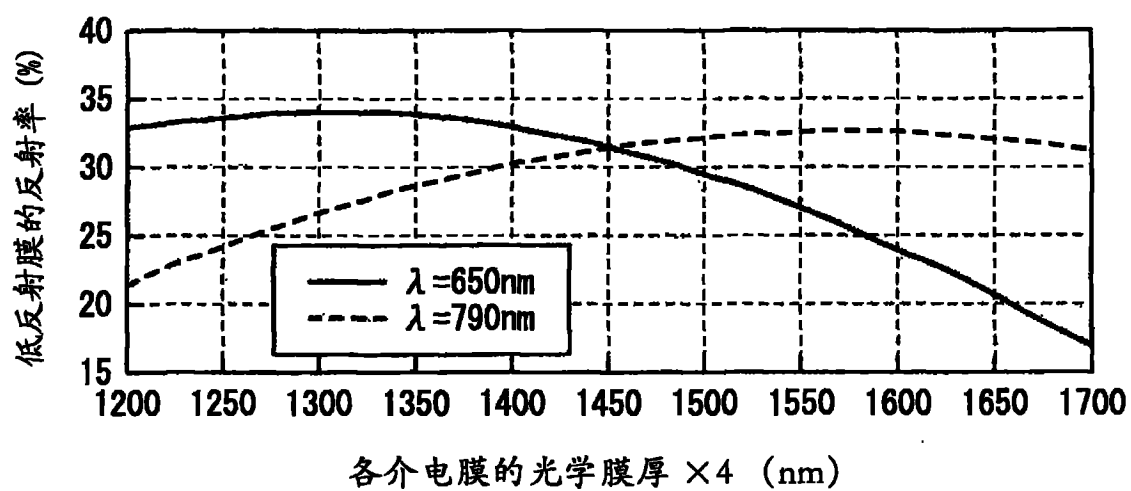


图 3

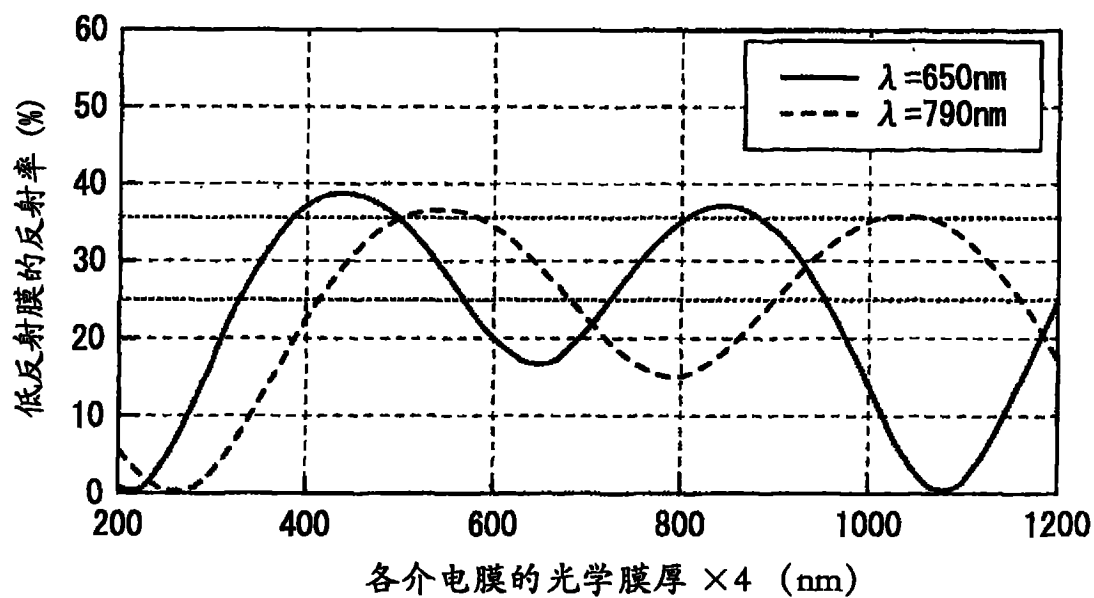


图 4

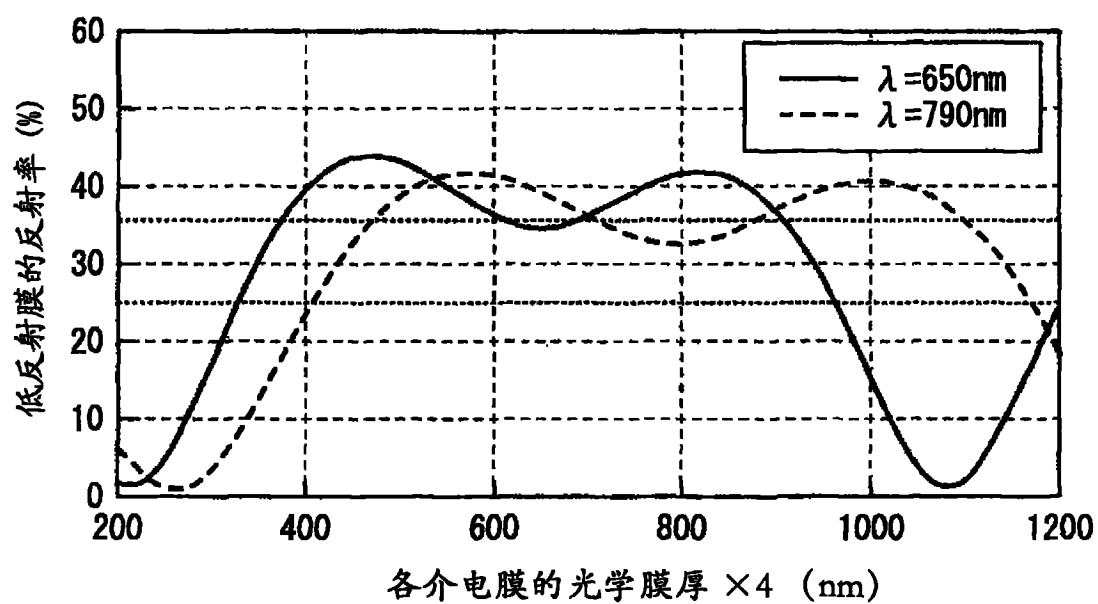


图 5

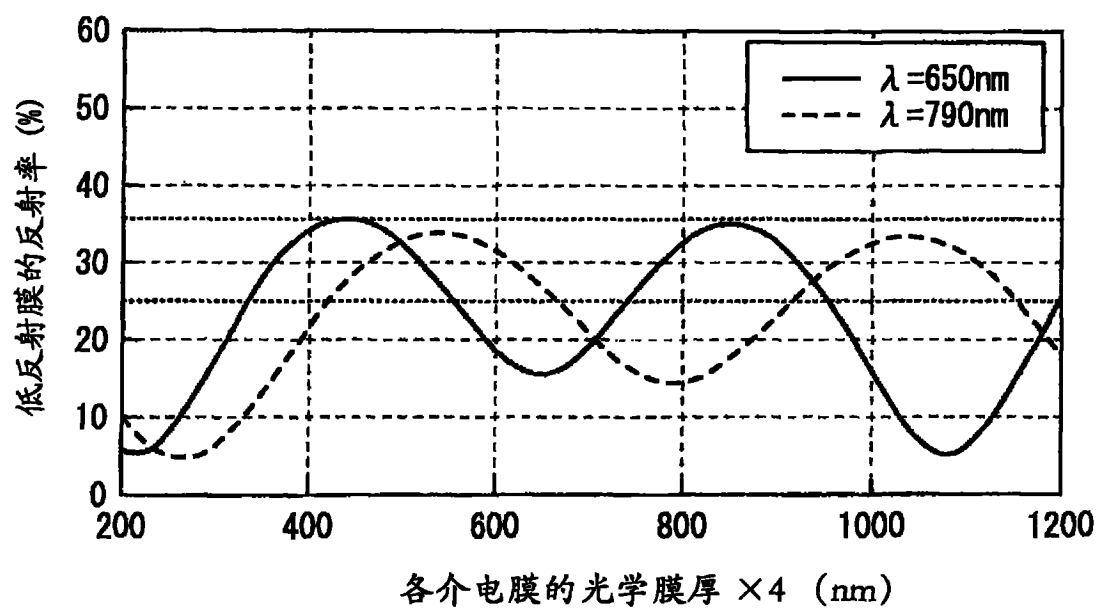


图 6

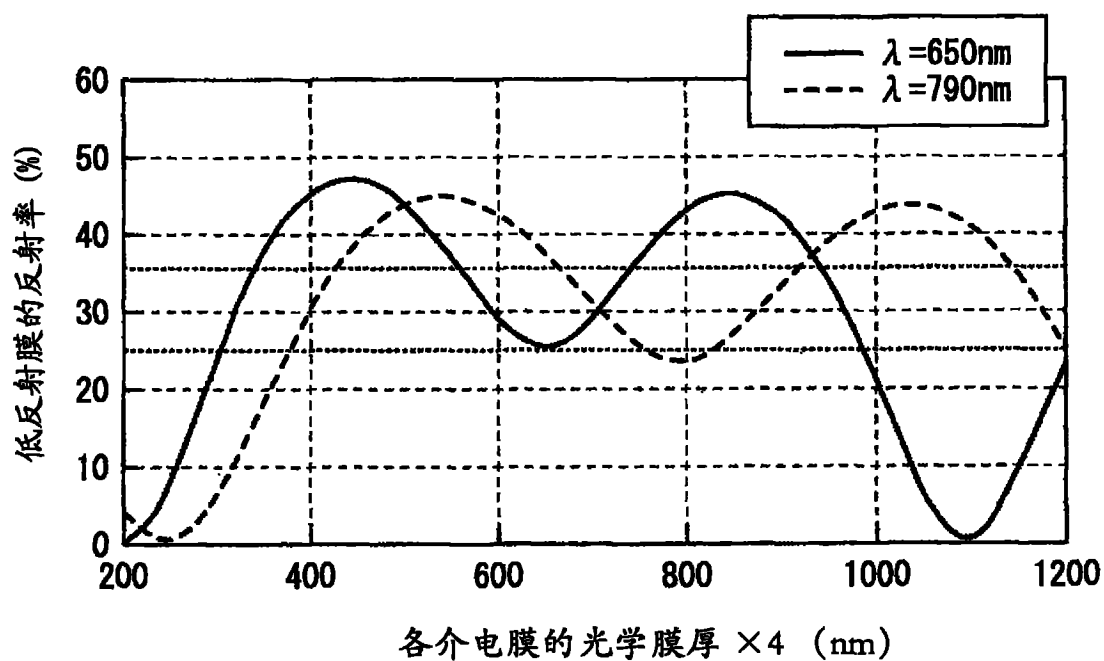


图 7

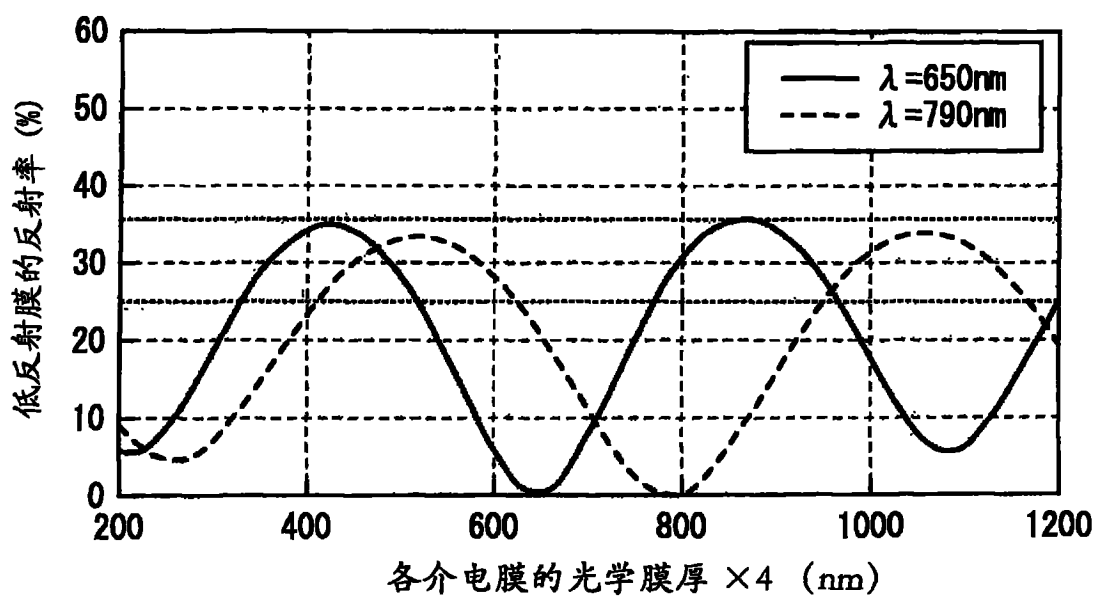


图 8

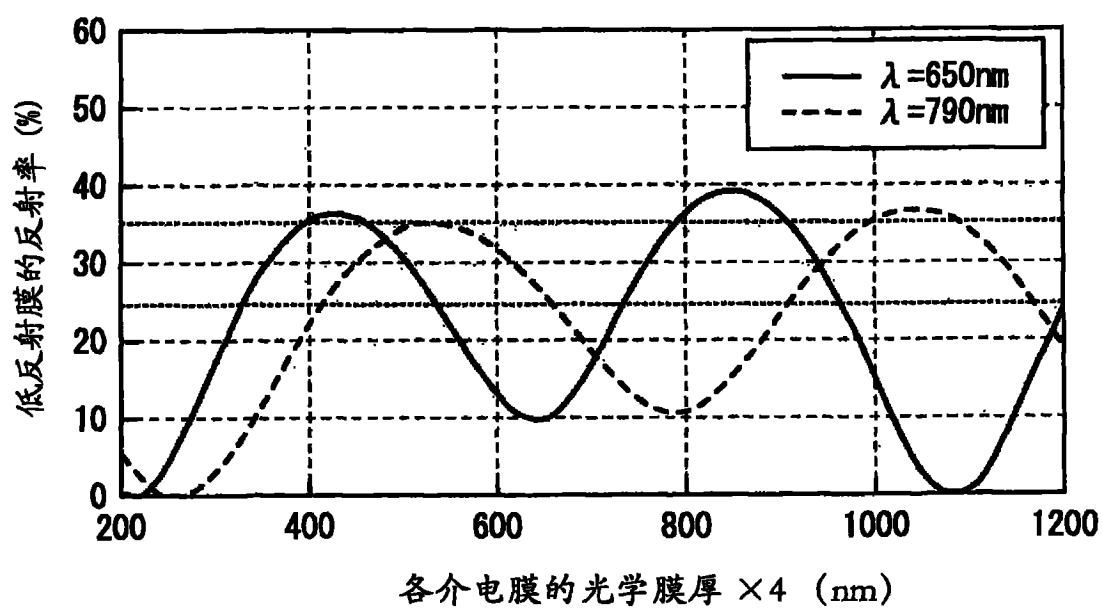


图 9

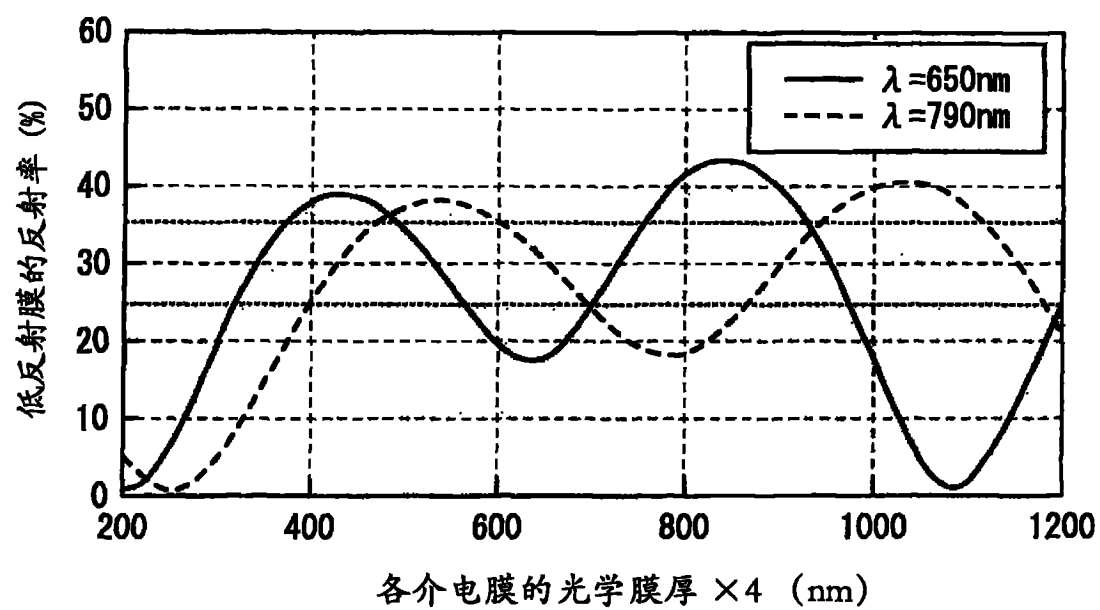


图 10

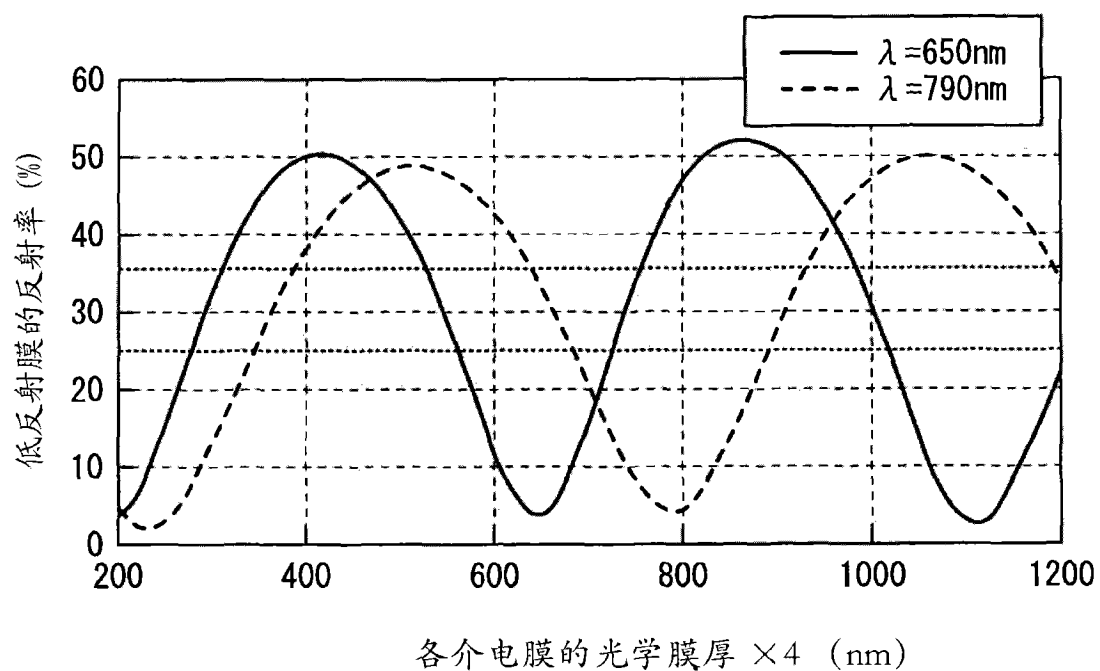


图 11

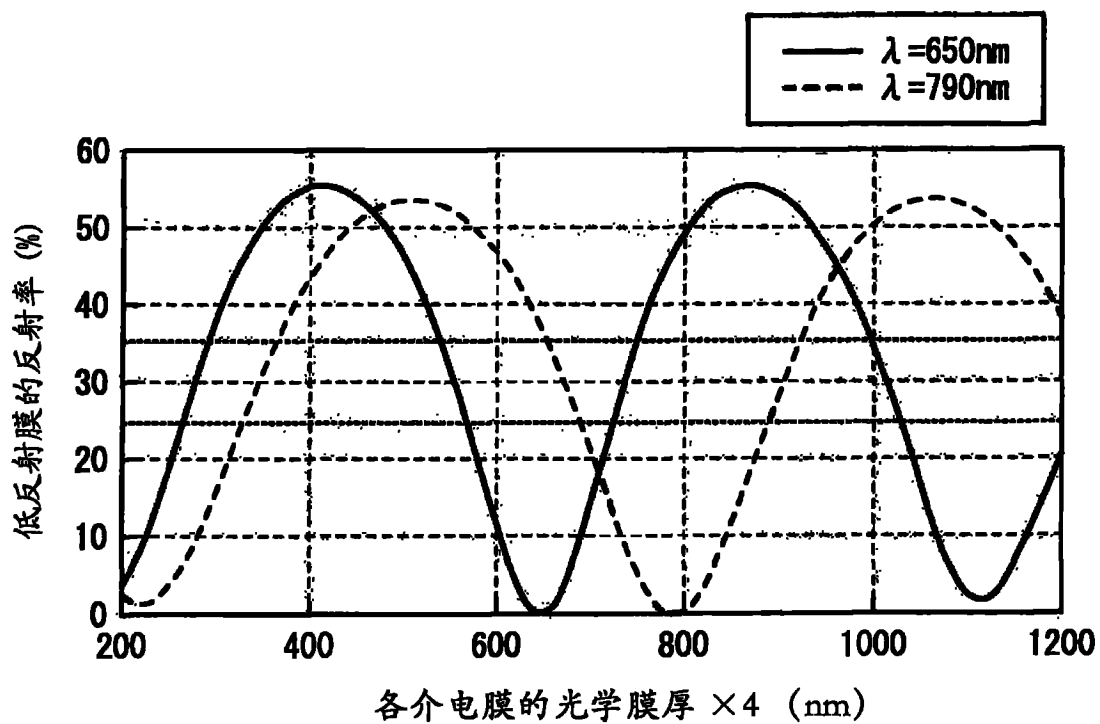


图 12

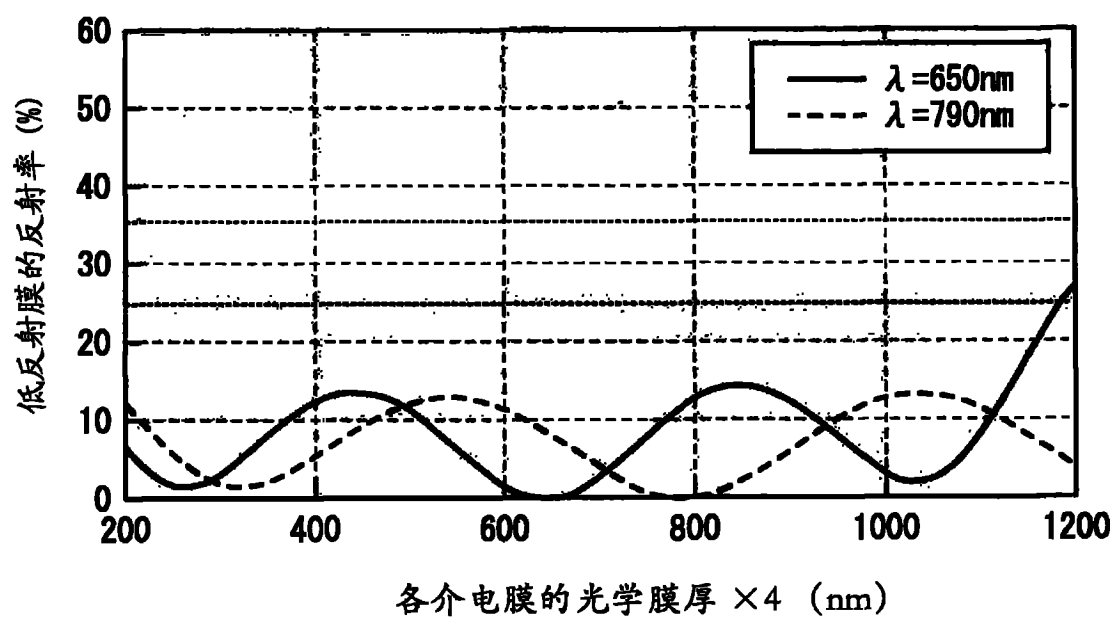


图 13

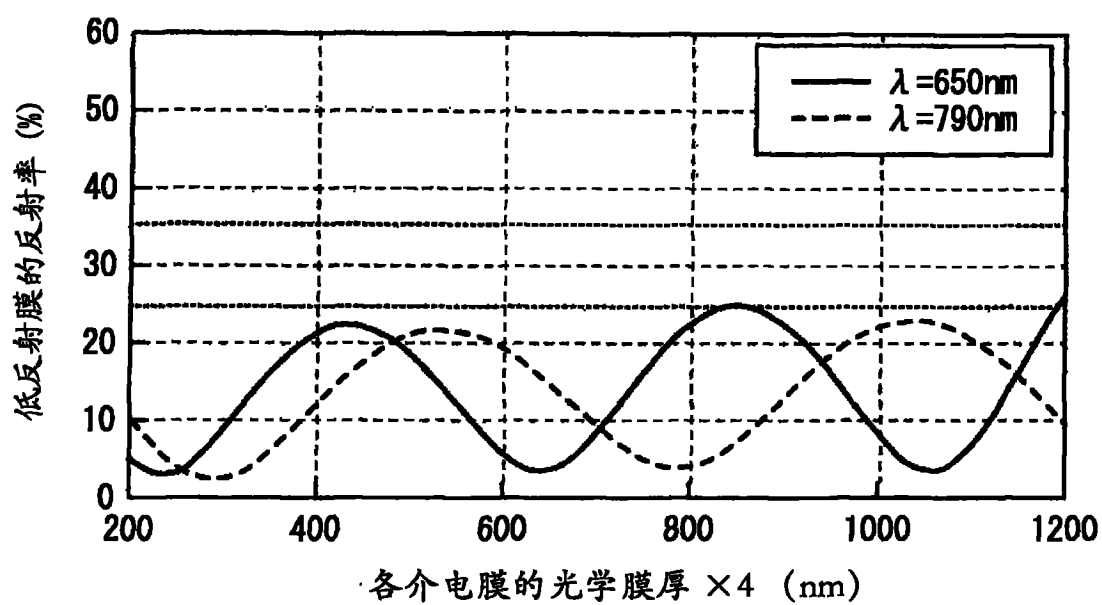


图 14

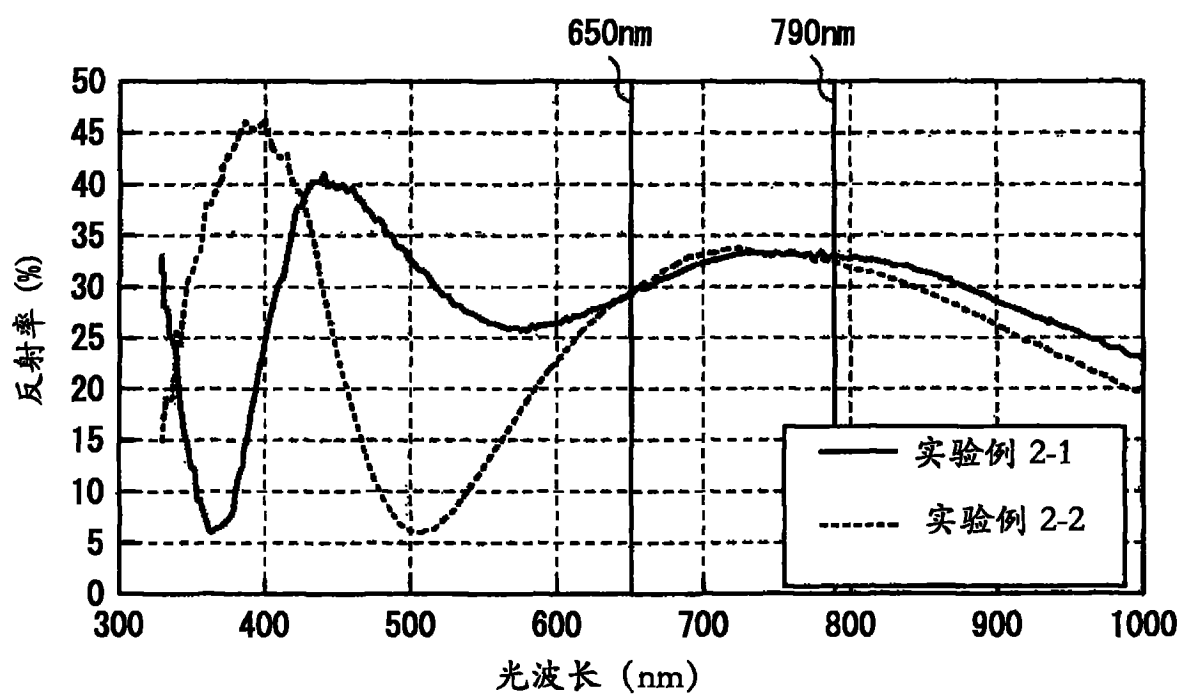


图 15