[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01S 5/028 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410031302.1

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1303732C

[22] 申请日 2004.3.26
[21] 申请号 200410031302.1
[30] 优先权
[32] 2003.3.27 [33] JP [31] 88905/03
[73] 专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京都
[72] 发明人 松冈裕益 国次恭宏 西口晴美
八木哲哉 中川康幸 堀江淳一
[56] 参考文献
JP200177456A 2001.3.23
US4839901 1989.6.13
JP10247756A 1998.9.14
JP200294173A 2002.3.29
JP9129983A 1997.5.16
US4975922A 1990.12.4

审查员 刘文治
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 刘宗杰 梁 永

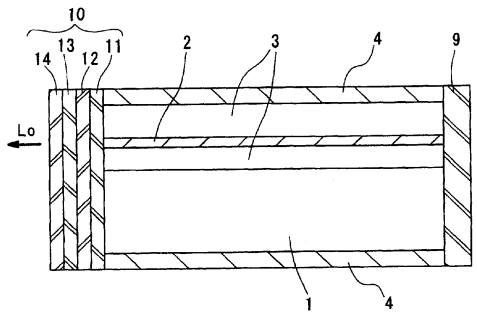
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 15 页

[54] 发明名称

半导体激光器装置

[57] 摘要

低反射膜从与激光器芯片接触的一侧开始依次由折射率为 n1 及膜厚为 d1 的第 1 介质膜、折射率为 n2 及膜厚为 d2 的第 2 介质膜、折射率为 n3 及膜厚为 d3 的第 3 介质膜、折射率为 n4 及膜厚为 d4 的第 4 介质膜形成，具体地，第 1 介质膜上使用折射率 n1 = 1.638 的氧化铝 Al_2O_3、在第 2 介质膜及第 4 介质膜上使用折射率 n2 = n4 = 1.489 的氧化硅 SiO_2、在第 3 介质膜上使用折射率 n3 = 2.063 的氧化钽 Ta_2O_5。从而，能够获得具有可稳定控制的反射率的半导体激光器。



1: 衬底 2: 活性层 3: 覆盖层 4: 电极 9: 高反射膜
10. 低反射膜 11-14: 介质膜

1.一种半导体激光器装置，在激光器芯片的两个端面上分别具有高反射膜和低反射膜，其特征在于，

该低反射膜由多层介质膜构成，并且从与激光器芯片接触的一侧开始，依次包括：折射率为 n1 的第 1 介质膜、折射率为 n2 的第 2 介质膜、折射率为 n3 的第 3 介质膜、折射率为 n4 的第 4 介质膜，

各折射率满足 $n2 = n4 < n1 < n3$ 的关系。

2.如权利要求 1 所述的半导体激光器装置，其特征在于，

将第 1～第 4 介质膜的各膜厚换算成光程而设定在相对于 1/4 振荡波长的厚度 ± 30％的范围内。

3.一种半导体激光器装置，在激光器芯片的两个端面上分别具有高反射膜和低反射膜，并放射出振荡波长为 λ 的光，其特征在于，

该低反射膜由多层介质膜构成，并且具有 3～15%的反射率，并从与激光器芯片接触的一侧开始依次包括：折射率为 n1 及膜厚为 d1 的第 1 介质膜、折射率为 n2 及膜厚为 d2 的第 2 介质膜、折射率为 n3 及膜厚为 d3 的第 3 介质膜、折射率为 n4 及膜厚为 d4 的第 4 介质膜，

并在折射率为 $1.6 < n1 \leq 1.9$ 的范围、折射率为 $1.3 < n2 \leq 1.6$ 的范围、折射率为 $1.9 < n3 \leq 2.3$ 的范围、折射率为 $1.3 < n4 \leq 1.6$ 的范围、分别对其膜厚实际设定为：膜厚 d1 为 $(2 \cdot h + 1)\ \lambda / (4 \cdot n1)$、膜厚 d2 为 $(2 \cdot i + 1)\ \lambda / (4 \cdot n2)$、膜厚 d3 为 $(2 \cdot j + 1)\ \lambda / (4 \cdot n3)$、膜厚 d4 为 $(2 \cdot k + 1)\ \lambda / (4 \cdot n4)$，其中 h，i，j，k 为大于等于 0 的整数。

4.如权利要求 1 所述的半导体激光器装置，其特征在于，

第 1 介质膜由 Al_2O_3、CeF_3、NdF_3、MgO、Y_2O_3 中的任意一者形成，

第 2 介质膜及第 4 介质膜由 SiO_2、MgF_2、BaF_2、CaF_2 中的任意一者形成，

第 3 介质膜由 Ta_2O_5、SiO、ZrO_2、ZnO、TiO、TiO_2、ZnS、Nb_2O_5、HfO_2、AlN 中的任意一者形成。

5.如权利要求 3 所述的半导体激光器装置，其特征在于，

第 1 介质膜由 Al_2O_3、CeF_3、NdF_3、MgO、Y_2O_3 中的任意一者形成，

第 2 介质膜及第 4 介质膜由 SiO_2、MgF_2、BaF_2、CaF_2 中的任意

一者形成，

第 3 介质膜由 Ta_2O_5、SiO、ZrO_2、ZnO、TiO、TiO_2、ZnS、Nb_2O_5、HfO_2、AlN 中的任意一者形成。

6.如权利要求 1 所述的半导体激光器装置，其特征在于，

在激光器芯片的具有低反射膜的光射出面上，在发光点以外的区域追加形成由第 5 介质膜与第 6 介质膜组合而成的多层介质膜，并且发光点以外区域的反射率比发光点所在区域的反射率小。

7.如权利要求 6 所述的半导体激光器装置，其特征在于，

将第 5 介质膜与第 6 介质膜的各膜厚换算成光程而设定在 1/4 振荡波长的整数倍的厚度内。

半导体激光器装置

技术领域

本发明涉及在光射出面上设置了介质反射膜的半导体激光器装置。

背景技术

在半导体激光器中，通常，在通过分离晶片（wafer）所获得的谐振器的端面上形成介质膜。通过任意选择形成于该端面的该介质的种类、膜厚、层数，从而能够形成获得了期望的反射率的反射率控制膜。譬如，可通过降低射出激光的前端面的反射率并提高后端面的反射率来获得较高的输出功率。

但是，仅仅依靠降低前端面的反射率值并不是优选方式，而是需要根据使用半导体激光器的用途，即根据所要求的特性来选择其反射率。

例如，在高输出功率的半导体激光器中，其光射出前端面的反射率大约为3%～15%。若想获得7%的反射率，则反射率的可控性需在6%±1%范围内。通常，在半导体激光器中，射出激光的前端面的反射率受由Al_2O_3或SiO_2等构成的单层介质膜的厚度和折射率控制。

附图23是表示现有的半导体激光器装置的一例的结构图。激光器芯片（laser chip）由GaAs等半导体衬底1、活性层2、形成于活性层2的上方及下方的覆盖(clad)层3、以及形成于覆盖层3的上方及下方的电极4构成。

半导体激光器装置由上述激光器芯片、形成在激光器前端面的低反射膜8、形成于激光器后端面的高反射膜9等构成。

使用在激光器前端面的低反射膜8通常采用单层膜，其中，设真空中的激光器振荡波长为λ，则该单层膜具有λ/4的整数倍±α的光学膜厚。这里，α为用于对期望的反射率进行控制的修正系数。

在半导体激光器的前端面，激光密度较高，温度较易于上升。因此，低反射膜8一般由膜厚为3λ/4±α的氧化铝（aluminum oxide）膜形成以便起到热扩散片（heat spreader）的作用。

附图24是表示现有反射膜的反射率的波长依赖性的个例的图

（graph）。附图 25 是表示现有反射膜的反射率的膜厚依赖性的个例的图。此处，将膜厚为 318.9nm（α = ±17nm）的氧化铝膜（折射率 = 1.638）作为低反射膜 8 设置在振荡波长 λ = 660nm 的红色半导体激光器的前端面。而且，激光器芯片的等效折射率为 3.817。

从附图 25 可知，当将低反射膜 8 的反射率控制在 6％ ±1％范围内时，必须相对于膜厚设计值 da = 318.9nm 以 ±1％的精度，即大约 3nm 的精度对低反射膜 8 的膜厚进行控制。象这样的膜厚精度，如果凭借常规的用于形成光学薄膜的蒸镀或溅射（spatter）法很难完成，因此将导致半导体激光器的制造成品率很低。

关于相关的现有技术，譬如，特开 2001－77456 号公报、专利第 3080312 号公报。

若想在反射率 6 ±1％范围内实现半导体激光器的低反射膜 8，必须将上述氧化铝单层膜的膜厚偏差控制在 ±1％以内，造成反射率可控性降低，成品率下降。

发明内容

本发明的目的在于提供一种即使构成形成于激光器端面的反射膜之介质膜的膜厚或折射率发生改变也能够稳定地控制反射率，并很容易地实现与用途相适应的所期望的反射率的半导体激光器装置。

本发明所涉及的半导体激光器装置，其特征在于，在激光器芯片的光射出面的至少一侧具有由多层介质膜构成的反射膜，反射膜从与激光器芯片相接触的一侧开始，依次包括：折射率为 n1 的第 1 介质膜、折射率为 n2 的第 2 介质膜、折射率为 n3 的第 3 介质膜、折射率为 n4 的第 4 介质膜，各折射率之间满足 n2 = n4<n1<n3 的关系或满足 n2 = n4<n3<n1 的关系。

借助于该结构，多层介质膜的反射率的波长依赖性和膜厚依赖性变小，很容易地实现与用途相适应的期望反射率。另外，由上述原因，可提高半导体激光器的制造成品率。

附图说明

图 1 是表示本发明的第 1 实施方式的结构图。

图 2 是关于低反射膜 10 的反射率表示波长依赖性的图。

图 3 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 1 介质膜 11 的膜厚依赖性的图。

图 4 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 2 介质膜 12 的膜厚依赖性的图。

图 5 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 3 介质膜 13 的膜厚依赖性的图。

图 6 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 4 介质膜 14 的膜厚依赖性的图。

图 7 是关于低反射膜 10 的反射率表示波长依赖性的图。

图 8 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 1 介质膜 11 的膜厚依赖性的图。

图 9 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 2 介质膜 12 的膜厚依赖性的图。

图 10 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 3 介质膜 13 的膜厚依赖性的图。

图 11 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 4 介质膜 14 的膜厚依赖性的图。

图 12 是对在 2 种波长处表示约 6％的反射率的多层介质膜的波长依赖性进行表示的图。

图 13 是关于低反射膜 10 的反射率表示波长依赖性的图。

图 14 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 1 介质膜 11 的膜厚依赖性的图。

图 15 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 2 介质膜 12 的膜厚依赖性的图。

图 16 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 3 介质膜 13 的膜厚依赖性的图。

图 17 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 4 介质膜 14 的膜厚依赖性的图。

图 18 是关于抗反射膜的反射率表示波长依赖性的图。

图 19 是关于抗反射膜的反射率表示介质膜 Q5 的膜厚依赖性的图。

图 20 是关于抗反射膜的反射率表示介质膜 Q6 的膜厚依赖性的图。

图 21 是关于抗反射膜的反射率表示介质膜 Q7 的膜厚依赖性的

图。

图 22 是关于抗反射膜的反射率表示介质膜 Q8 的膜厚依赖性的图。

图 23 是表示现有的半导体激光器装置之一例的结构图。

图 24 是关于现有的低反射膜表示反射率的波长依赖性之一例的图。

图 25 是关于现有的低反射膜表示反射率的膜厚依赖性之一例的图。

具体实施方式

本申请将 2003 年 3 月 27 日在日本申请的专利申请 2003－88905 号作为优先权基础，本公开内容借助于该参考内容撰写到本申请中。

以下，参照附图来对实施方式进行说明。

实施方式 1

附图 1 是表示本发明的第 1 实施方式的结构图，表示沿光轴的垂直截面。激光器芯片由 GaAs 等半导体衬底 1、活性层 2、形成在活性层 2 的上方及下方的覆盖(clad)层 3、以及形成于覆盖层 3 的上方及下方的电极 4 等构成。

半导体激光器装置由上述激光器芯片、形成于激光器前端面的低反射膜 10、和形成于激光器后端面的高反射膜 9 等构成。

低反射膜 10 从与激光器芯片相接触的一侧开始依次由折射率为 n1 及膜厚为 d1 的介质膜 11、折射率为 n2 及膜厚为 d2 的介质膜 12、折射率为 n3 及膜厚为 d3 的介质膜 13、折射率为 n4 及膜厚为 d4 的介质膜 14 形成。

在本实施方式中，选择材料使介质膜 12 的折射率 n2 和介质膜 14 的折射率 n4 相等，并且，选择材料使介质膜 11 的折射率 n1 比折射率 n2（＝n4）大，再有，选择材料使介质膜 13 的折射率 n3 比折射率 n1 大。即，各介质膜 11～14 的折射率 n1～n4 满足 $n2 = n4 < n1 < n3$。

以低反射膜 10 的具体结构为例，当使用振荡波长 λ＝660nm 的红色半导体激光器（等效折射率：3.817）作为激光器芯片时，在介质膜 11 上使用折射率 n1＝1.638 的氧化铝 Al_2O_3、在介质膜 12 及介质膜 14 上使用折射率 n2＝n4＝1.489 的氧化硅 SiO_2、在介质膜 13 上使用折射率 n3＝2.063 的氧化钽 Ta_2O_5。

而且，各介质膜 11～14 的膜厚 d1～d4 换算为光程并设定为振荡波长的 1/4，即 λ/4，具体地，分别设定如下：介质膜 11 的膜厚 d1＝100.7nm，介质膜 12 的膜厚 d2＝110.8nm，介质膜 13 的膜厚 d3＝80.0nm，介质膜 14 的膜厚 d4＝110.8nm（＝d2）。

根据这种结构，低反射膜 10 在振荡波长 λ＝660nm 可获得 6％的反射率。

附图 2 是关于低反射膜 10 的反射率表示波长依赖性的图。从该附图可知，在中心波长 λ＝660nm 处表示 6％的反射率，与附图 24 的图相比，相对于振荡波长的变化反射率变化非常小，即便激光器振荡波长发生变化，低反射膜 10 依然表现出稳定的反射率。

附图 3 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 1 介质膜 11 的膜厚依赖性的图。

附图 4 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 2 介质膜 12 的膜厚依赖性的图。附图 5 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 3 介质膜 13 的膜厚依赖性的图。附图 6 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 4 介质膜 14 的膜厚依赖性的图。

从这些图可知，在膜厚设计值 da 处表示 6％的反射率，与附图 25 的图相比，相对于各介质膜的膜厚变化反射率变化非常小，即便膜厚 d1～d4 相对于膜厚设计值 da 在±10％的范围内变动，低反射膜 10 的反射率几乎不发生改变，并能够将反射率变化控制在最大为 0.3％。

其次，获得在振荡波长 λ＝660nm 处表示 7％的反射率的低反射膜 10 的情形同上述一样，在介质膜 11 上使用折射率 n1＝1.638 的氧化铝 Al_2O_3、在介质膜 12 及介质膜 14 上使用折射率 n2＝n4＝1.489 的氧化硅 SiO_2、在介质膜 13 上使用折射率 n3＝2.063 的氧化钽 Ta_2O_5，并且各介质膜的膜厚分别设定如下：膜厚 d1＝100.7nm，膜厚 d2＝d4＝100.0nm，膜厚 d3＝100.0nm。

附图 7 是关于低反射膜 10 的反射率表示波长依赖性的图。从该图可知，在中心波长 λ＝660nm 处表示 7％的反射率，与附图 24 的图相比，相对于振荡波长的变化反射率变化较小，即便激光器振荡波长发生变化，低反射膜 10 依然表现出稳定的反射率。

附图 8 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 1 介质膜 11 的膜厚依赖性的图。附图 9 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 2 介质膜 12 的

膜厚依赖性的图。附图 10 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 3 介质膜 13 的膜厚依赖性的图。附图 11 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 4 介质膜 14 的膜厚依赖性的图。

从这些图可知，膜厚设计值 da 处表示 7％的反射率，与附图 25 的图相比，相对于各介质膜的膜厚变化反射率变化非常小，即便膜厚 d1～d4 相对于膜厚设计值 da 在±10％的范围内变动，低反射膜 10 的反射率几乎不发生改变，并能够将反射率变化控制在最大为 0.8％。

这样，各介质膜 11～14 的折射率 n1～n4 由于满足 n2＝n4<n1<n3，因而多层介质膜的反射率的波长依赖性和膜厚依赖性减小，并能够提高半导体激光器的制造成品率。

另外，通过进行如下实际设定，可以将多层介质膜调整为 3％～15％的范围内的期望反射率。即，设定：折射率 n1 在 1.6～1.9 的范围内、折射率 n2 在 1.3～1.6 的范围内、折射率 n3 在 1.9～2.3 的范围内、折射率 n4 在 1.3～1.6 的范围内，膜厚 d1 为(2·h＋1)λ/(4·n1)、膜厚 d2 为(2·i＋1)λ/(4·n2)、膜厚 d3 为(2·j＋1)λ/(4·n3)、膜厚 d4 为(2·k＋1)λ/(4·n4)(h，i，j，k 为大于等于 0 的整数)。

此外，各折射率为了满足 n2＝n4<n1<n3 的关系，介质膜 11 最好由 Al_2O_3、CeF_3、NdF_3、MgO、Y_2O_3 中的任意一种形成，介质膜 12 和介质膜 14 最好由 SiO_2、MgF_2、BaF_2、CaF_2 中任意一者形成，介质膜 13 最好由 Ta_2O_5、SiO、ZrO_2、ZnO、TiO、TiO_2、ZnS、Nb_2O_5、HfO_2、AlN 中任意一者形成，通过使用这些材料，很容易实现具有所期望的反射率的多层介质膜。

再有，介质膜 11～14 的折射率 n1～n4 满足关系 n2＝n4<n1<n3 的同时，通过将膜厚 d1～d4 根据光程换算在±30％的范围内进行个别调整，从而在期望的波长处实现 3～15％范围内的期望反射率。因此，可以很容易根据用途进行规格变更，并且通过考虑波长依赖性或膜厚依赖性，从而能够改善半导体激光器装置的制造成品率。

在以上的说明中，对具有单一振荡波长的激光发光的半导体激光器装置进行了详细描述，但在单一的激光器芯片中具有放射出彼此不同的振荡波长的多个发光点，即所谓的多光束(multi beam)激光器也可以采用与上述相同的低反射膜 10。

例如，与 DVD(数字化视频光盘)和 CD(高密度光盘)两者的规格

都能够相适应的激光器芯片放射出波长为 660nm 的光束和波长为 780nm 的光束。此时，需采用在 2 种波长处具有所期望的反射率的多层介质膜。

因此，各介质膜 11～14 的各折射率满足关系的 n2＝n4<n1<n3 的同时，根据光程换算在作为中心膜厚的 1/4 波长的±30％的范围内通过调整膜厚 d1～d4，从而在每种期望的波长处都能实现所期望的反射率，例如，附图 12 所示，在波长为 660nm 和波长为 780nm2 种波长处能够实现约 6％的反射率。

此外，当将多个上述半导体激光器装置配置于单一的部件内，各激光器芯片放射出彼此不同的振荡波长，同时采用相同的材料和相同的膜厚形成设置在各激光器芯片的光射出面上的多层介质膜时也同多光束激光器的情形一样，根据光程换算在作为中心膜厚的 1/4 波长的±30％的范围内通过调整膜厚 d1～d4，从而在每种期望的波长处都能实现所期望的反射率。

实施方式 2

在本实施方式中，半导体激光器装置的结构与附图 1 的内容相同，但低反射膜 10 从与激光器芯片相接触的一侧开始依次由：折射率为 n1 及膜厚为 d1 的介质膜 11、折射率为 n2 及膜厚为 d2 的介质膜 12、折射率为 n3 及膜厚为 d3 的介质膜 13、折射率为 n4 及膜厚为 d4 的介质膜 14 形成，并且选择材料使折射率 n1～n4 满足 n2＝n4<n3<n1 的关系。

以低反射膜 10 的具体结构为例，当使用振荡波长λ＝660nm 的红色半导体激光器（等效折射率：3.817）作为激光器芯片时，在与激光器芯片相接触的介质膜 11 上使用折射率 n1＝2.063 的氧化钽 Ta_2O_5、在介质膜 12 及介质膜 14 上使用折射率 n2＝n4＝1.489 的氧化硅 SiO_2、在介质膜 13 上使用折射率 n3＝1.638 的氧化铝 Al_2O_3。

而且，各介质膜 11～14 的膜厚 d1～d4 换算为光程并设定为振荡波长的 1/4，即λ/4，具体地，分别设定如下：介质膜 11 的膜厚 d1＝80.0nm，介质膜 12 的膜厚 d2＝110.8nm，介质膜 13 的膜厚 d3＝100.7nm，介质膜 14 的膜厚 d4＝110.8nm（＝d2）。

根据这种结构，低反射膜 10 在振荡波长λ＝660nm 处可获得 6％的反射率。

附图 13 是关于低反射膜 10 的反射率表示波长依赖性的图。从该附图可知，中心波长 λ = 660nm 处表示 6％的反射率，与附图 24 的图相比，相对于振荡波长的变化反射率变化较小，即便激光器振荡波长发生变化，低反射膜 10 依然表现出稳定的反射率。

附图 14 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 1 介质膜 11 的膜厚依赖性的图。附图 15 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 2 介质膜 12 的膜厚依赖性的图。附图 16 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 3 介质膜 13 的膜厚依赖性的图。附图 17 是关于低反射膜 10 的反射率表示第 4 介质膜 14 的膜厚依赖性的图。

从这些图可知，在膜厚设计值 da 处表示 6％的反射率，与附图 25 的图相比，相对于各介质膜的膜厚变化反射率变化非常小，即便膜厚 d1～d4 相对于膜厚设计值 da 在 ±10％的范围内变动，低反射膜 10 的反射率几乎不发生改变，并能够将反射率变化控制在最大为 0.3％。

象这样，各介质膜 11～14 的折射率 n1～n4 通过满足 n2 = n4<n3<n1 的关系，从而减小多层介质膜的反射率的波长依赖性和膜厚依赖性，并能够提高半导体激光器的制造成品率。

另外，通过进行如下实际设定，可以将多层介质膜调整为 3％～15％的范围内的期望反射率。即，设定：折射率 n1 在 1.9～2.3 的范围内、折射率 n2 在 1.3～1.6 的范围内、折射率 n3 在 1.6～1.9 的范围内、折射率 n4 在 1.3～1.6 的范围内，膜厚 d1 为 $(2\cdot h+1)\lambda/(4\cdot n1)$、膜厚 d2 为 $(2\cdot i+1)\lambda/(4\cdot n2)$、膜厚 d3 为 $(2\cdot j+1)\lambda/(4\cdot n3)$、膜厚 d4 为 $(2\cdot k+1)\lambda/(4\cdot n4)$（h，i，j，k 为大于等于 0 的整数）。

另外，为了使各折射率满足 n2 = n4<n3<n1 的关系，介质膜 11 最好由 Ta_2O_5、SiO、ZrO_2、ZnO、TiO、TiO_2、ZnS、Nb_2O_5、HfO_2、AlN 中任意一者形成，介质膜 12 和 14 最好由 SiO_2、MgF_2、BaF_2、CaF_2 中任意一者形成，而介质膜 13 最好由 Al_2O_3、CeF_3、NdF_3、MgO、Y_2O_3 中任意一者形成，通过采用上述这些材料，可以很容易实现具有期望的反射率的多层介质膜。

另外，介质膜 11～14 的折射率 n1～n4 为了满足 n2 = n4<n3<n1 的关系，根据光程换算并在 ±30％的范围内通过对膜厚 d1～d4 进行个别调整，从而能够在所期望的波长处实现处于 3～15％的范围内的期望反射率。因此，可以很容易地根据用途来进行规格变更，并且通过考

虑波长依赖性和膜厚依赖性，能够提高半导体激光器装置的制造成品率。

再有，像 DVD、CD 两者兼用的光检测装置（pick up）那样，在单一的激光器芯片中具有放射出彼此不同的振荡波长的多个发光点、即所谓多光束激光器也采用同上述相同的低反射膜 10。

还有，当将多个上述半导体激光器装置配在单一的部件（package）内，各激光器芯片放射出互不相同的振荡波长的同时，采用相同材料和相同膜厚形成设置在各激光器芯片的光射出面上的多层介质膜时，也同多光束激光器的情形一样，在每种期望的波长处都能实现期望的反射率。

实施方式 3

在本实施方式中，半导体激光器的结构同附图 1 一样，除了上述 4 层结构的低反射膜 10 之外，通过在发光点以外的区域部分地形成由第 5 介质膜与第 6 介质膜组合而成的多层介质膜，从而形成反射率比发光点所在区域小的低反射膜。

在光盘（disc）用半导体激光器中，由于采用所谓 3 光束法用于光盘的跟踪（tracking），因而，来自光盘的返回光往往会照射在半导体激光器芯片的发光点以外的区域。当在芯片端面形成同样的反射膜时，发光点以外的反射率与发光点相同，所以来自光盘的返回光进一步在芯片端面发生反射，并再次返回到光盘，因而可能会对光检测装置的跟踪造成不良影响。为了抑制这样的不良影响，半导体激光器芯片的发光点以外的区域最好尽可能地采用低反射涂层（coating）。

所以，在激光器芯片的光射出面中，除上述 4 层结构的低反射膜外，通过在发光点以外的区域部分地形成由第 5 介质膜与第 6 介质膜组合而成的多层介质膜，从而很容易地获得反射率比发光点区域的反射率小的低反射膜。

例如，从与 4 层结构的低反射膜 10 相接触一侧开始，依次形成折射率为 n5 及膜厚为 d5 的介质膜 Q5、折射率为 n6 及膜厚为 d6 的介质膜 Q6、折射率为 n7（= n5）及膜厚为 d7（= d5）的介质膜 Q7、折射率为 n8（= n6）及膜厚为 d8（= d6）的介质膜 Q8 的 2 对层叠膜时，将膜厚 d5～d8 换算为光程并实际设定为 1/4 振荡波长的整数倍，由此可部分地降低反射率。

介质膜 Q5 最好由 Al_2O_3、CeF_3、NdF_3、MgO、Y_2O_3 中任意一者形成，而介质膜 Q6 最好由 SiO_2、MgF_2、 BaF_2 、CaF_2 中任意一者形成。

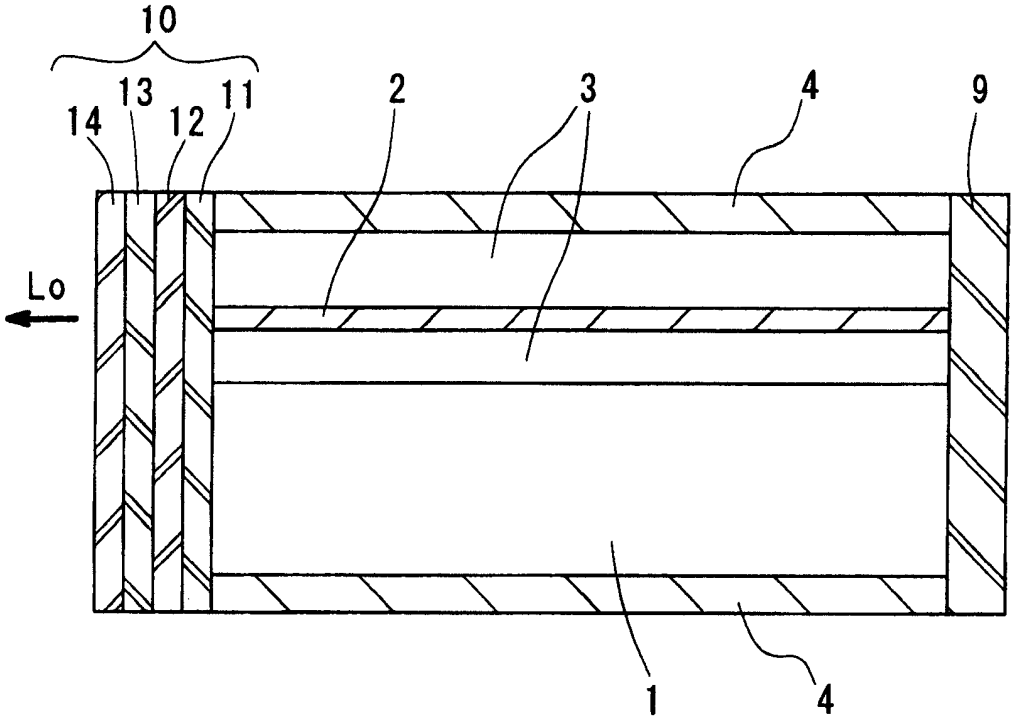
譬如，介质膜 Q5 由折射率 n5=1.640 且膜厚 d5=100.6nm 的材料形成，介质膜 Q6 由折射率 n6=1.450 且膜厚 d6=113.8nm 的材料形成，介质膜 Q7 由折射率 n7=1.640 且膜厚 d7=100.6nm 的材料形成，介质膜 Q8 由折射率 n8=1.450 且膜厚 d8=113.8nm 的材料形成，当在发光点以外的区域追加形成 2 对层叠膜时，如附图 18 所示，可实现波长为 660 nm 处表示反射率约为 0%的抗反射膜。

附图 19 是表示关于上述抗反射膜的反射率的介质膜 Q5 的膜厚依赖性的图。附图 20 是表示关于上述抗反射膜的反射率的介质膜 Q6 的膜厚依赖性的图。附图 21 是表示关于上述抗反射膜的反射率的介质膜 Q7 的膜厚依赖性的图。附图 22 是表示关于上述抗反射膜的反射率的介质膜 Q8 的膜厚依赖性的图。

从这些图可知，在膜厚设计值 da 处表示 0％的反射率，相对于各介质膜的膜厚变化反射率变化非常小，即便膜厚 d5～d8 相对于膜厚设计值 da 在±10％的范围内变动，低反射膜 10 的反射率几乎不发生改变，并能够将反射率变化控制在最大为 0.5％。

另外，在上述各实施方式中，说明了将多层介质膜设置在激光器芯片的光射出面一侧的例子，但亦可将本发明所涉及的多层介质膜设置在激光器芯片的谐振器端面的两侧。

将具体实施方式与附图相结合对本发明进行了说明，但各种变化或变更对本领域技术人员是显而易见的。这些变化或变更只要不超出后附的权利要求所定义的范围，就应该理解为在本发明的范围内。



1: 衬底 2: 活性层 3: 覆盖层 4: 电极 9: 高反射膜
10. 低反射膜 11-14: 介质膜

图 1

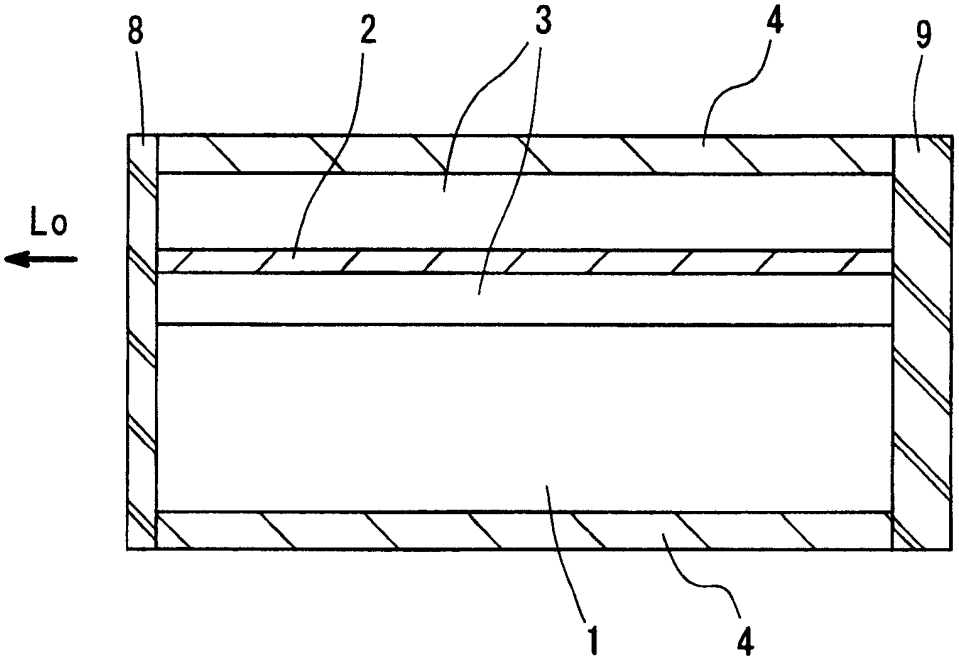


图 23

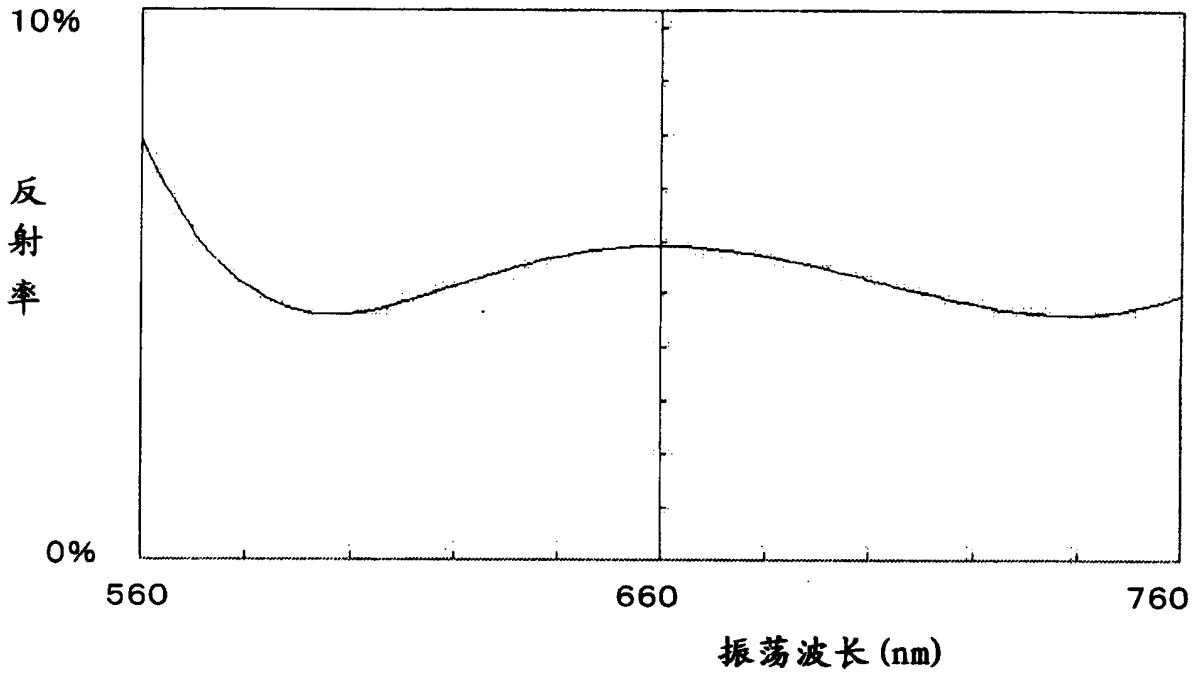


图 2

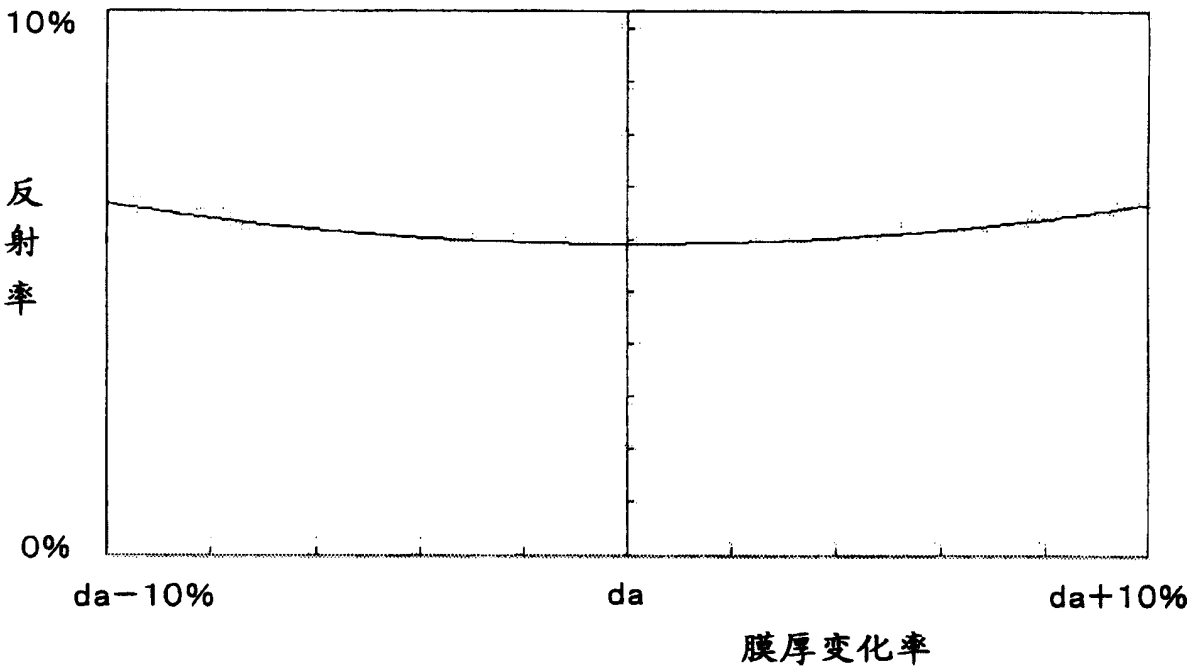


图 3

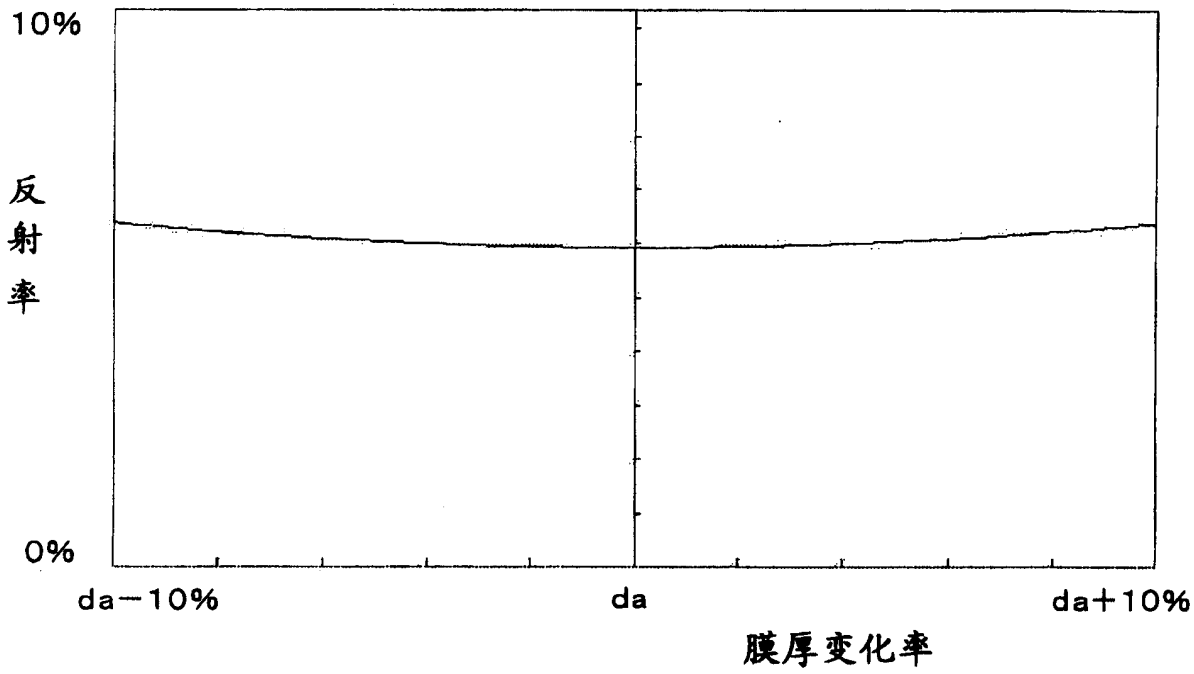


图 4

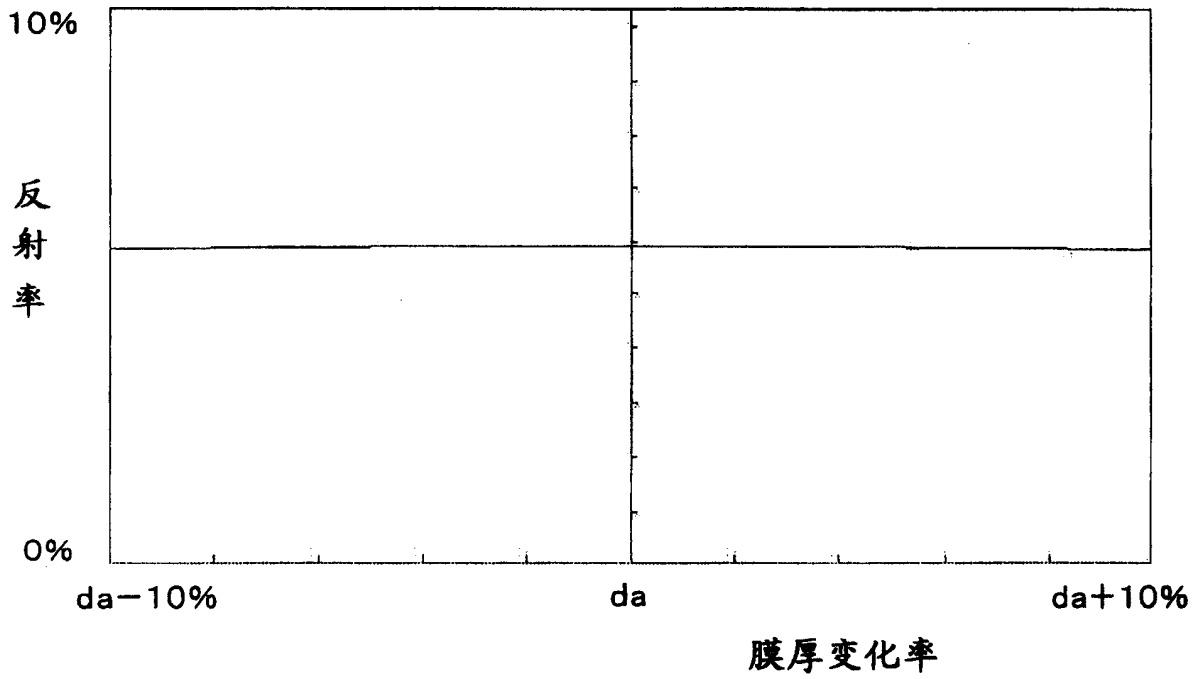


图 5

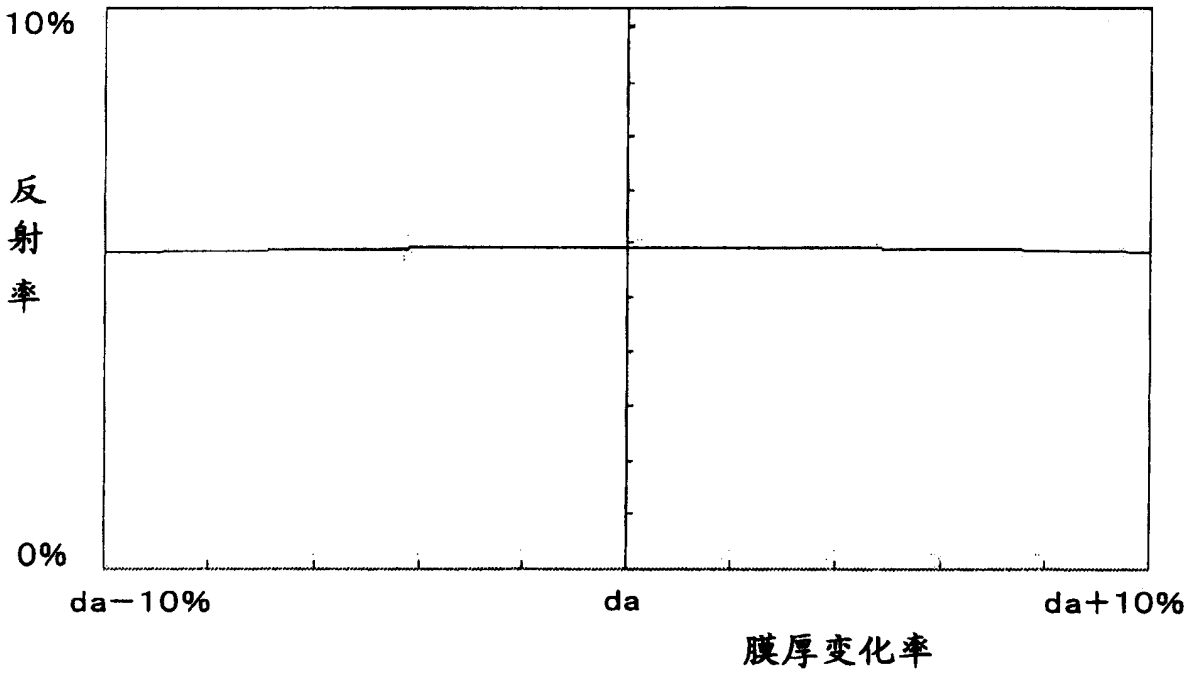


图 6

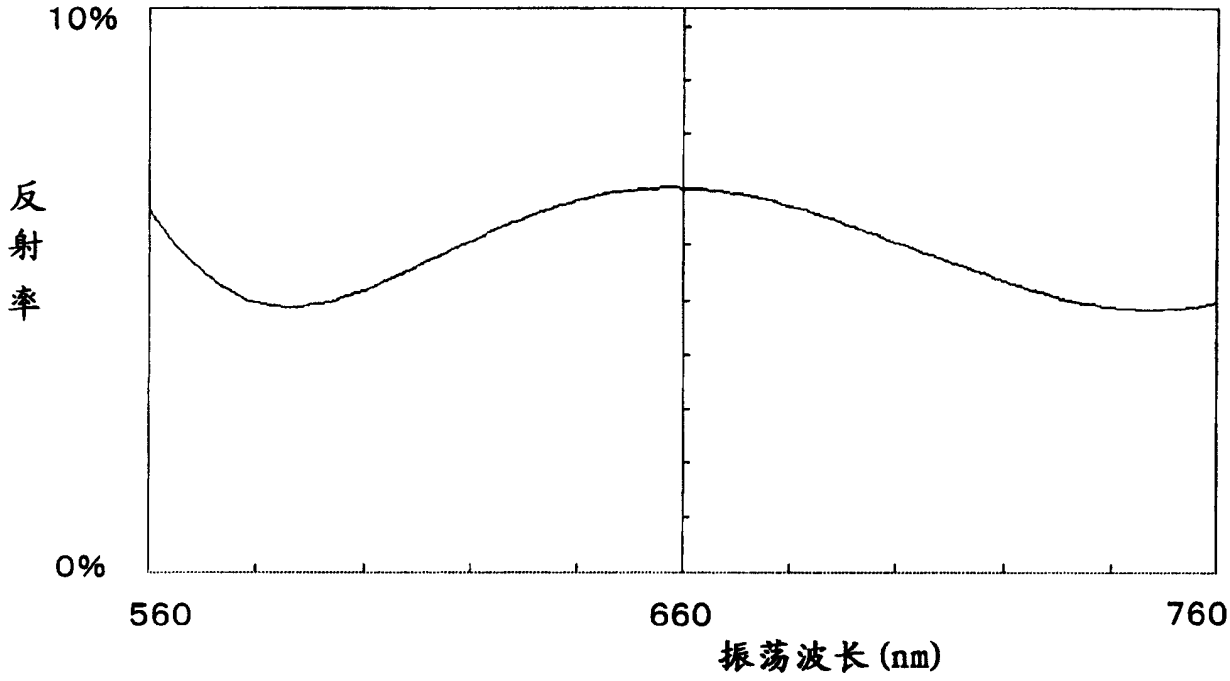


图 7

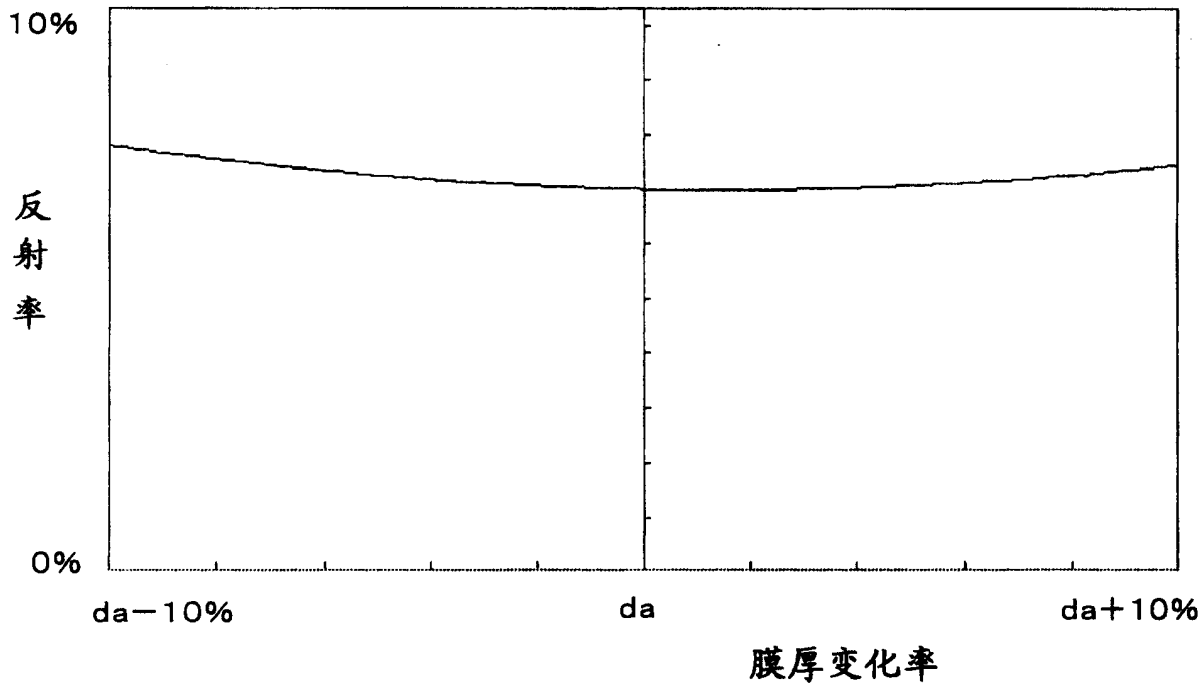


图 8

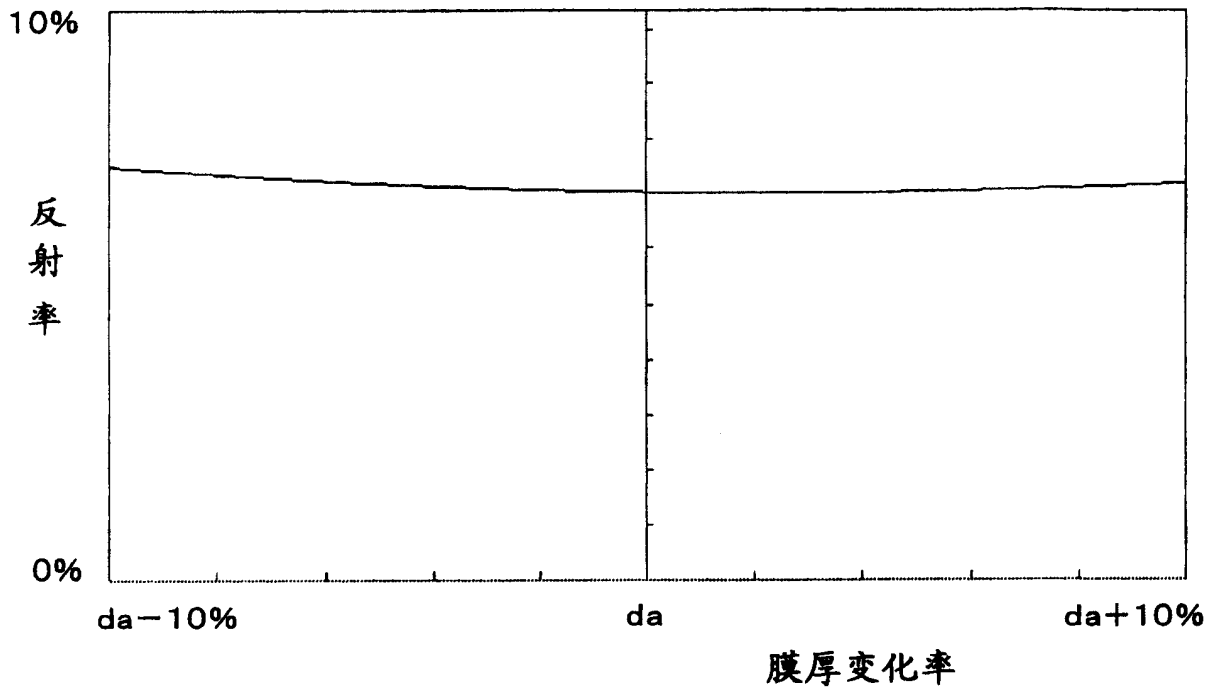


图 9

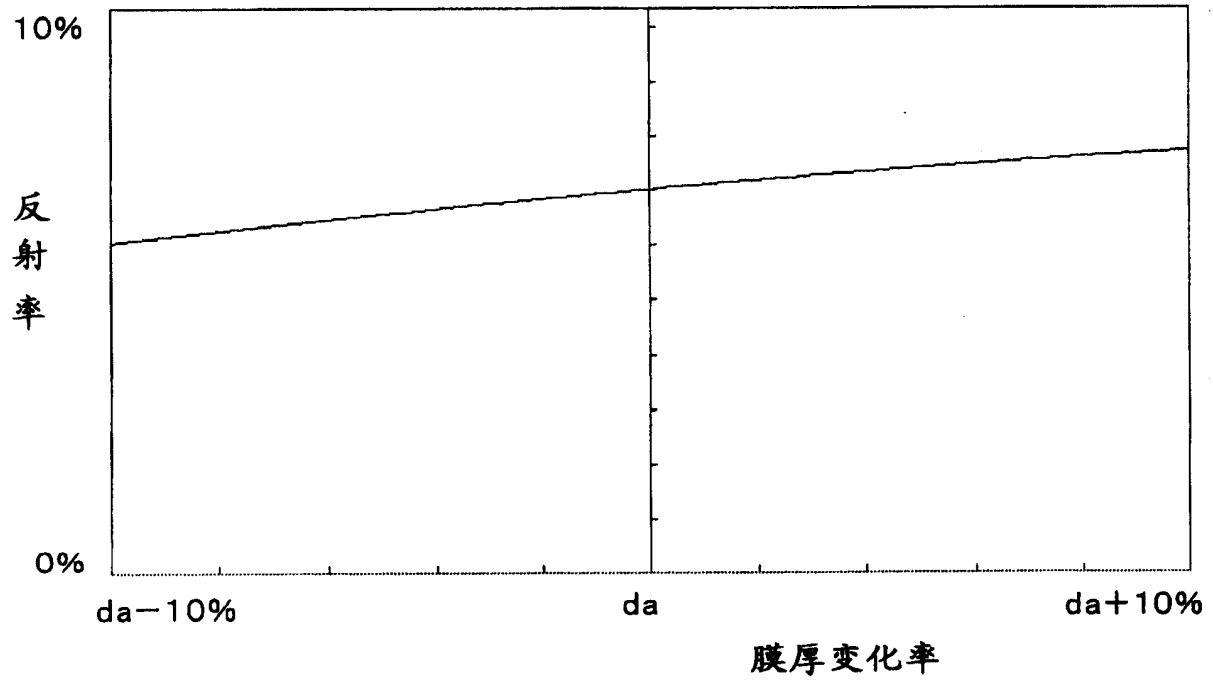


图 10

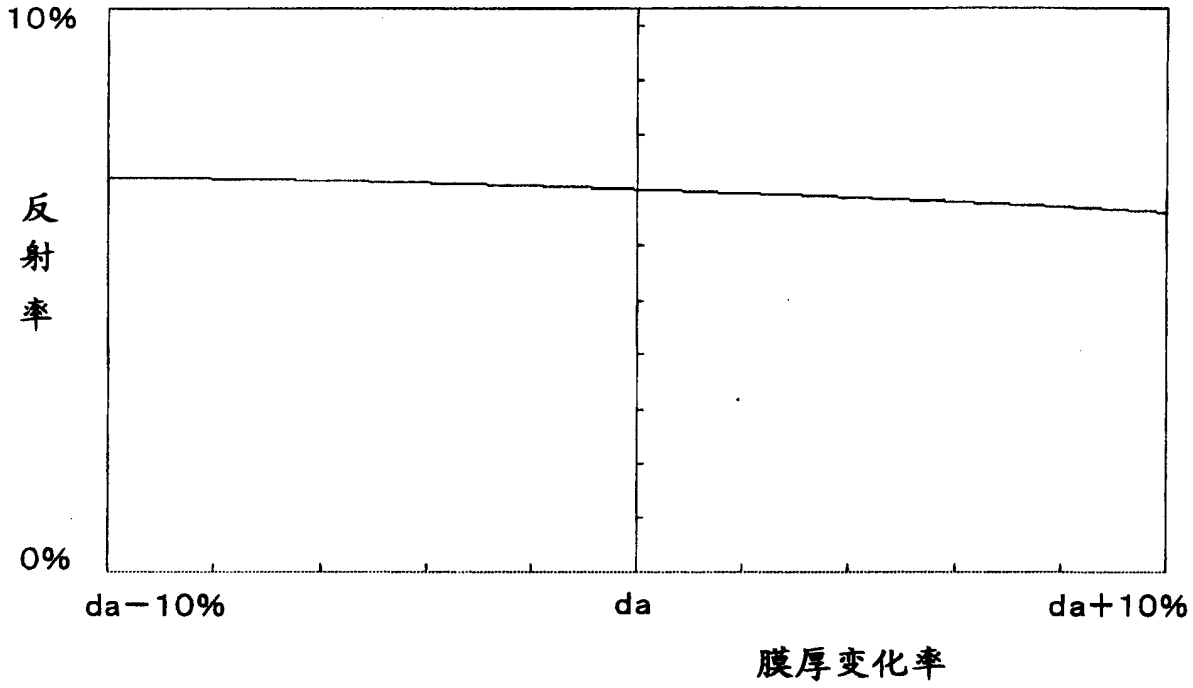


图 11

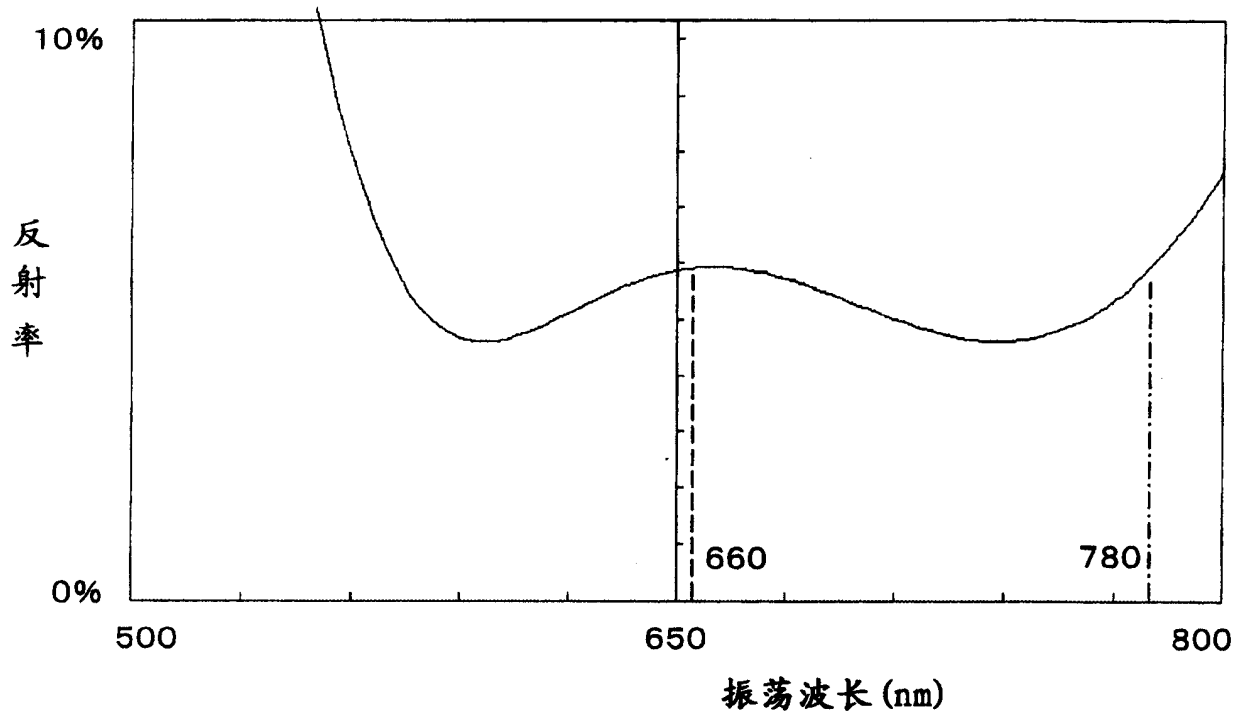


图 12

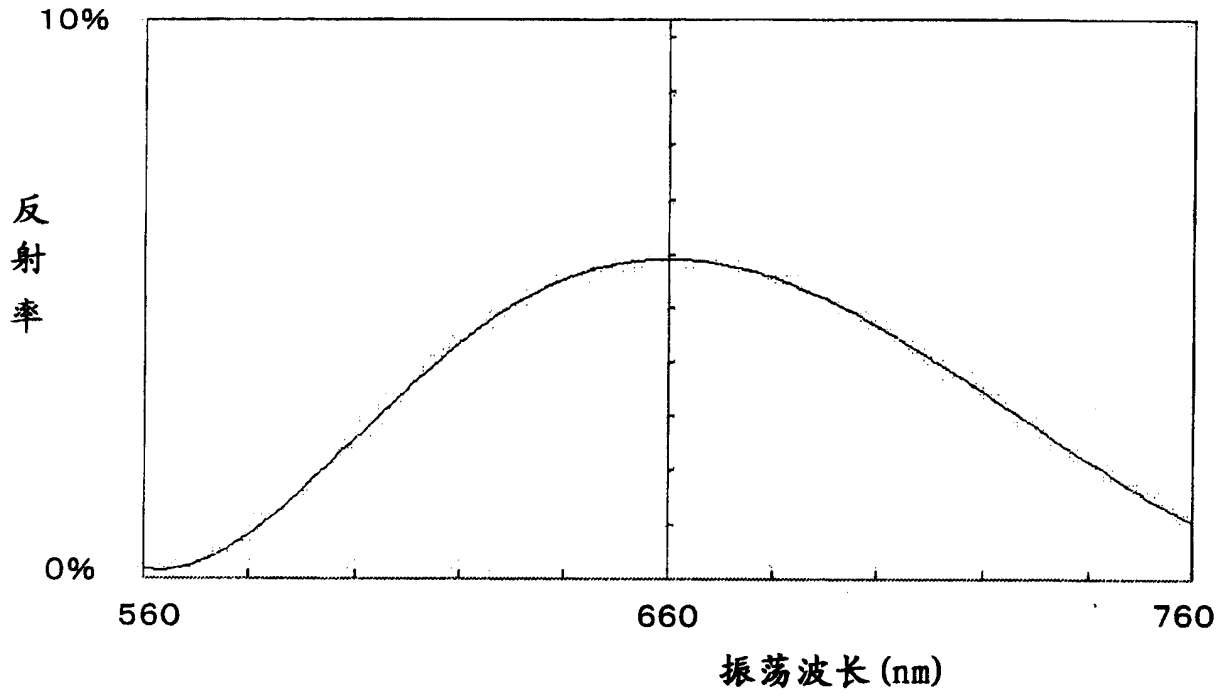


图 13

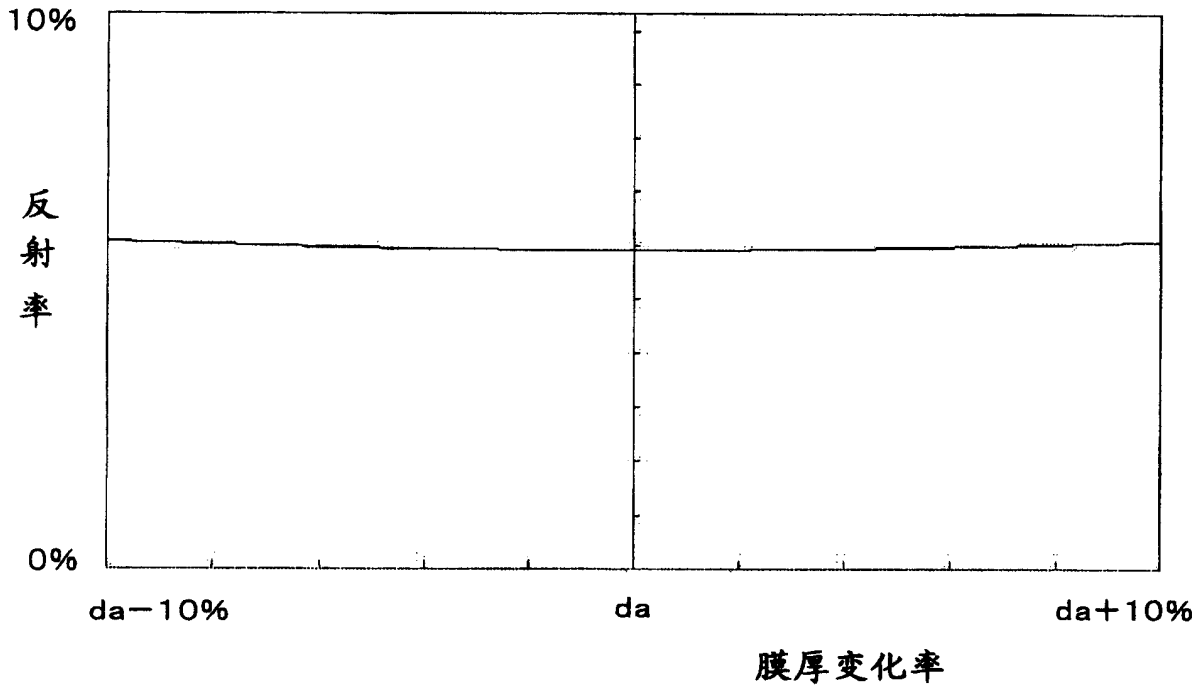


图 14

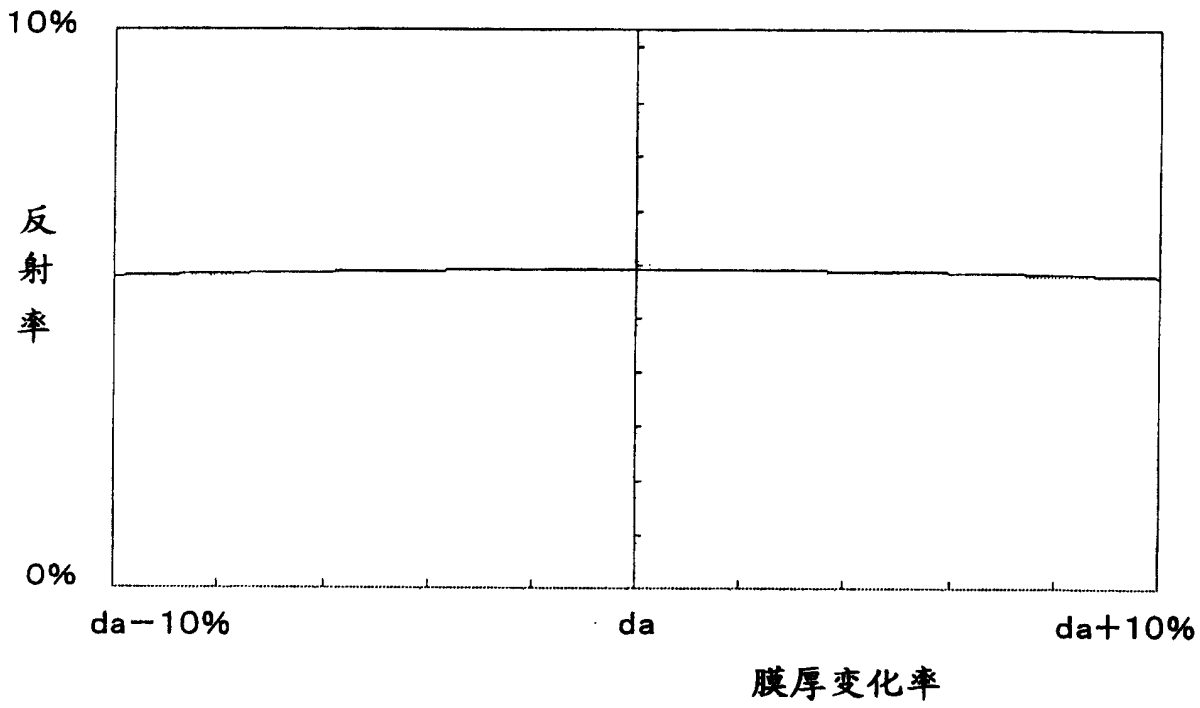


图 15

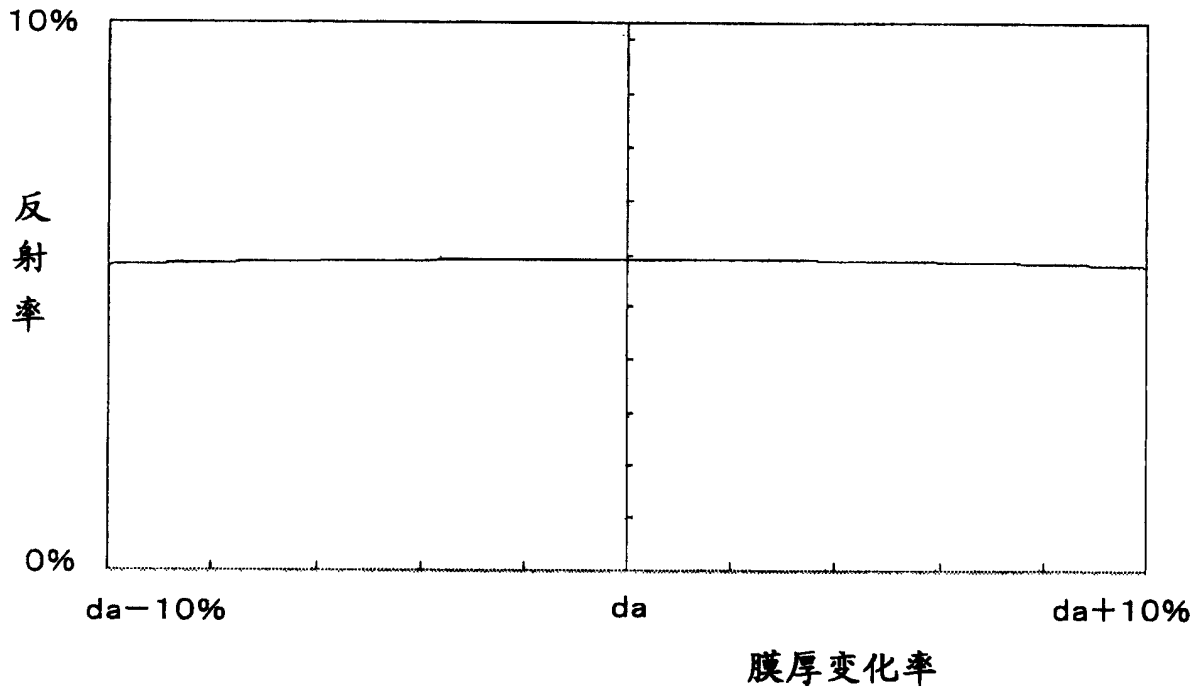


图 16

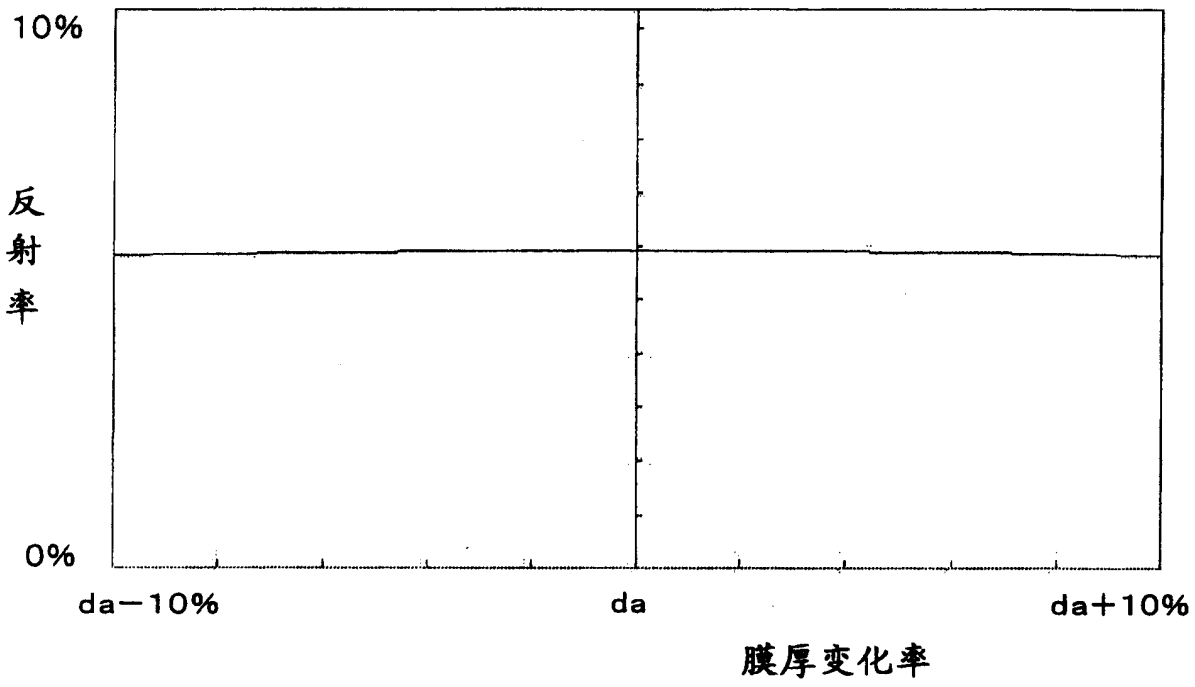


图 17

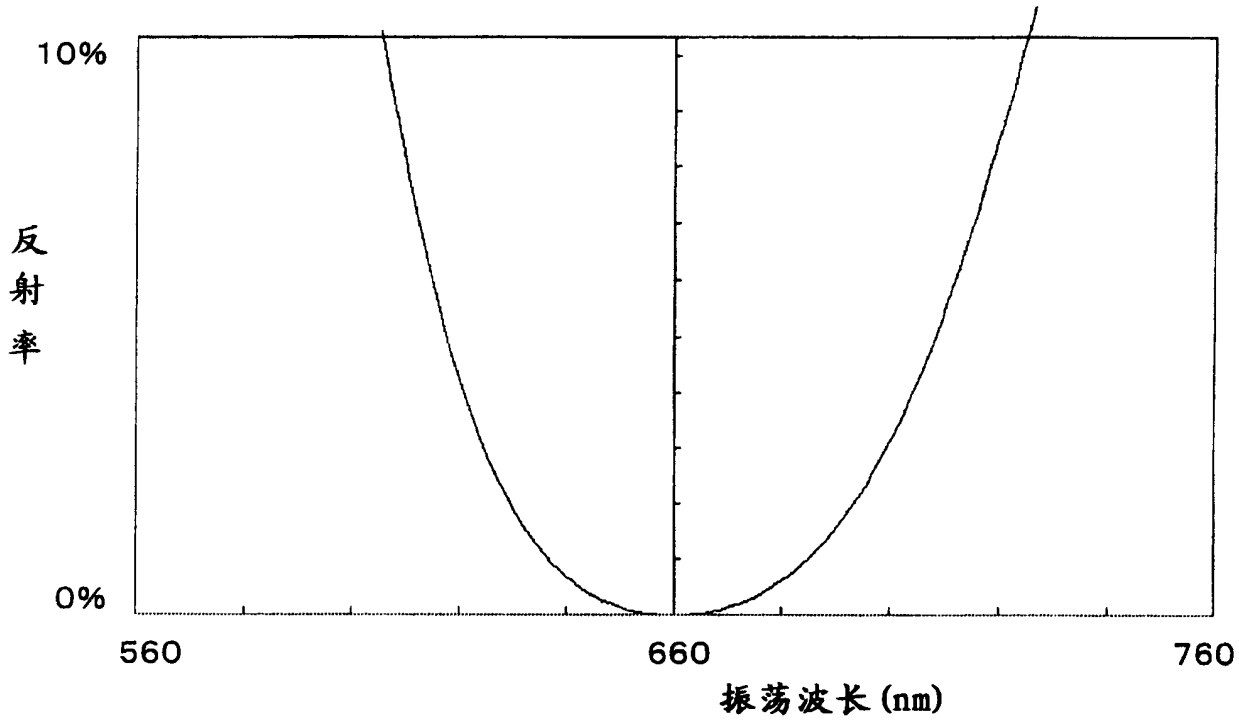


图 18

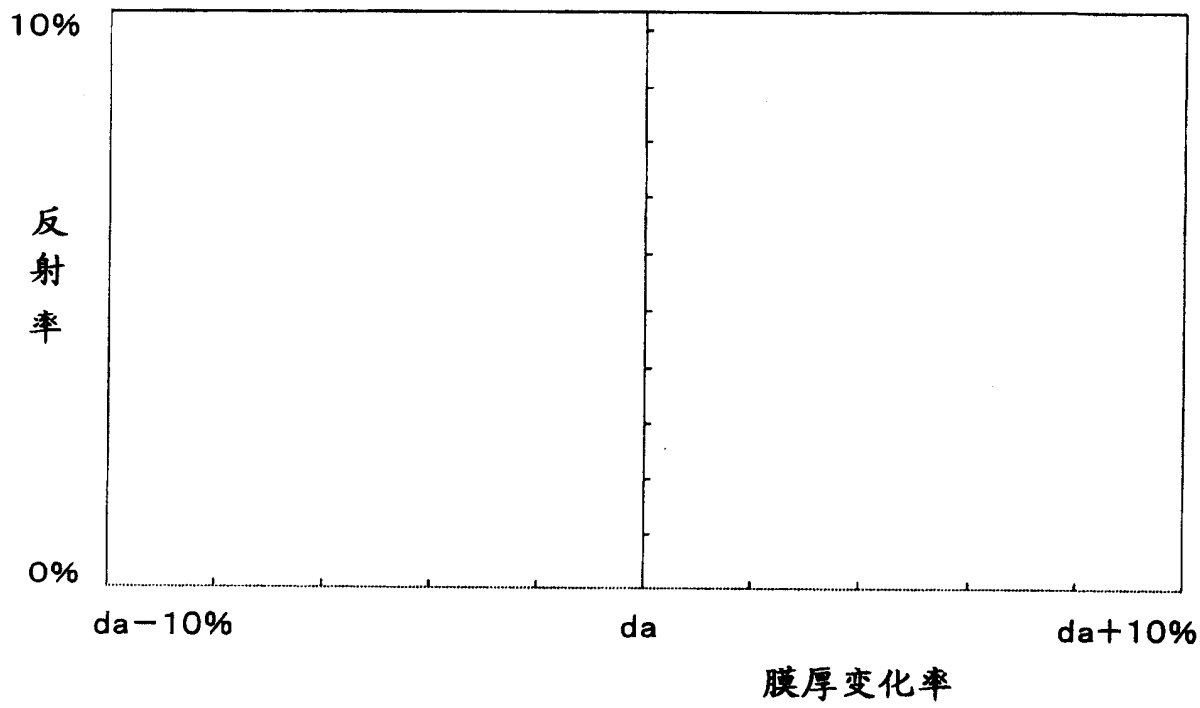


图 19

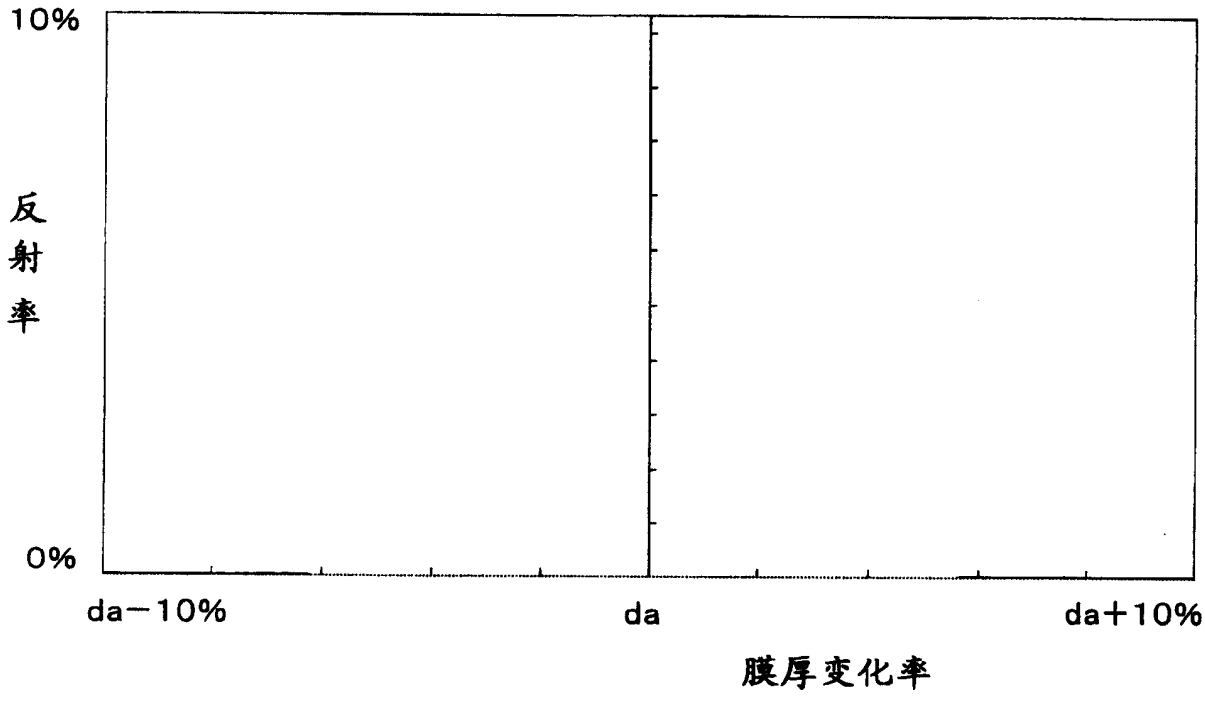


图 20

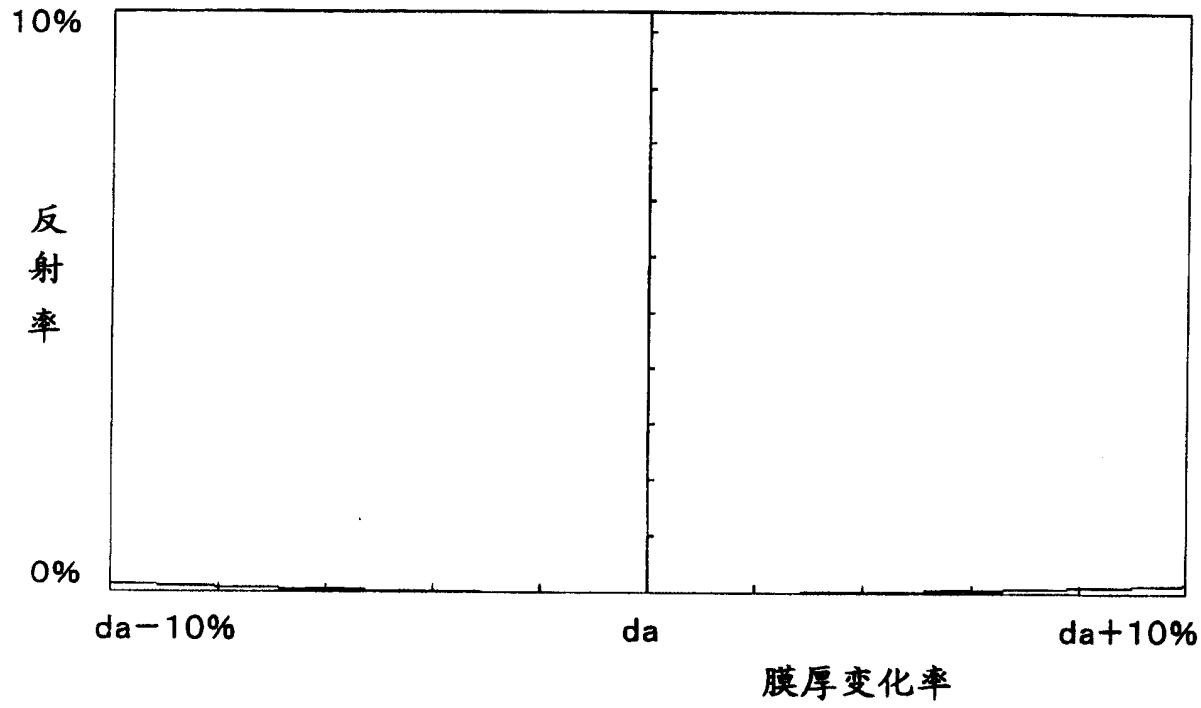


图 21

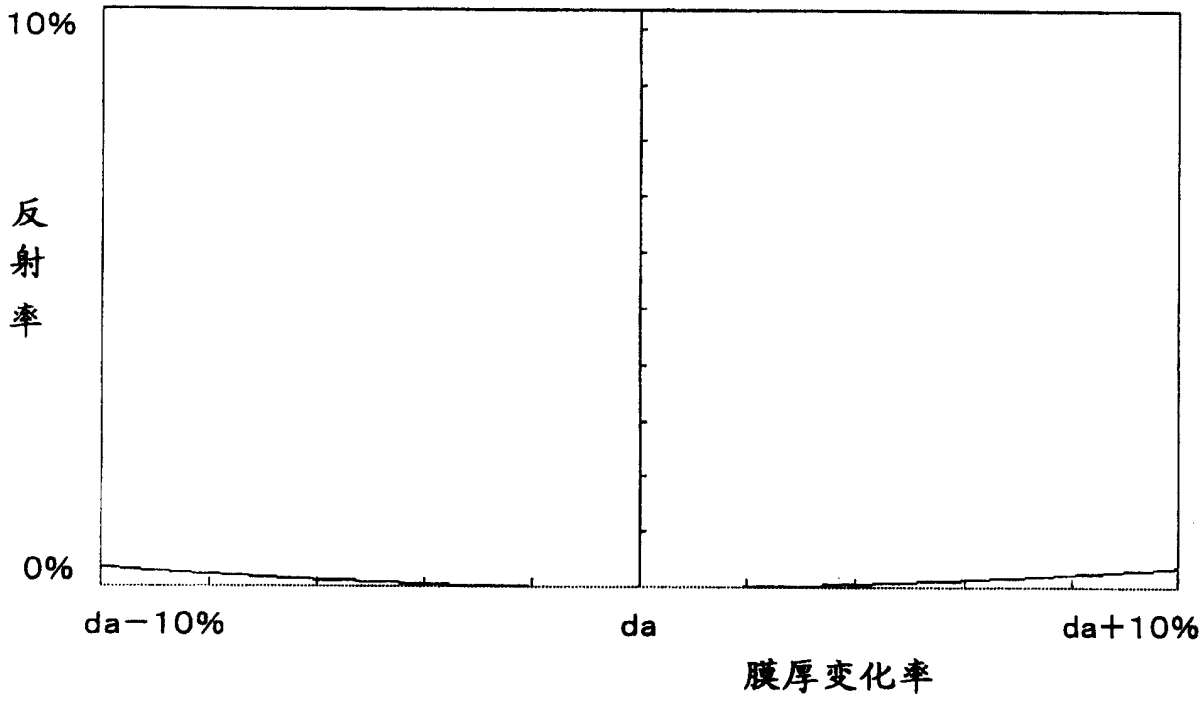


图 22

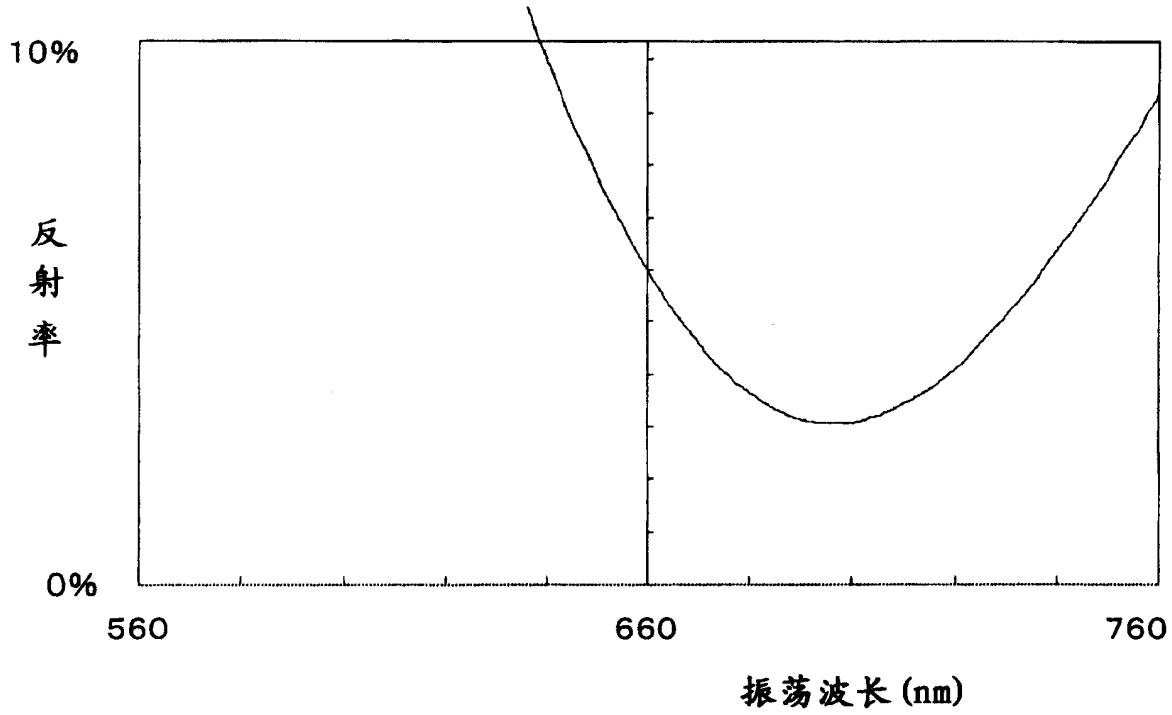


图 24

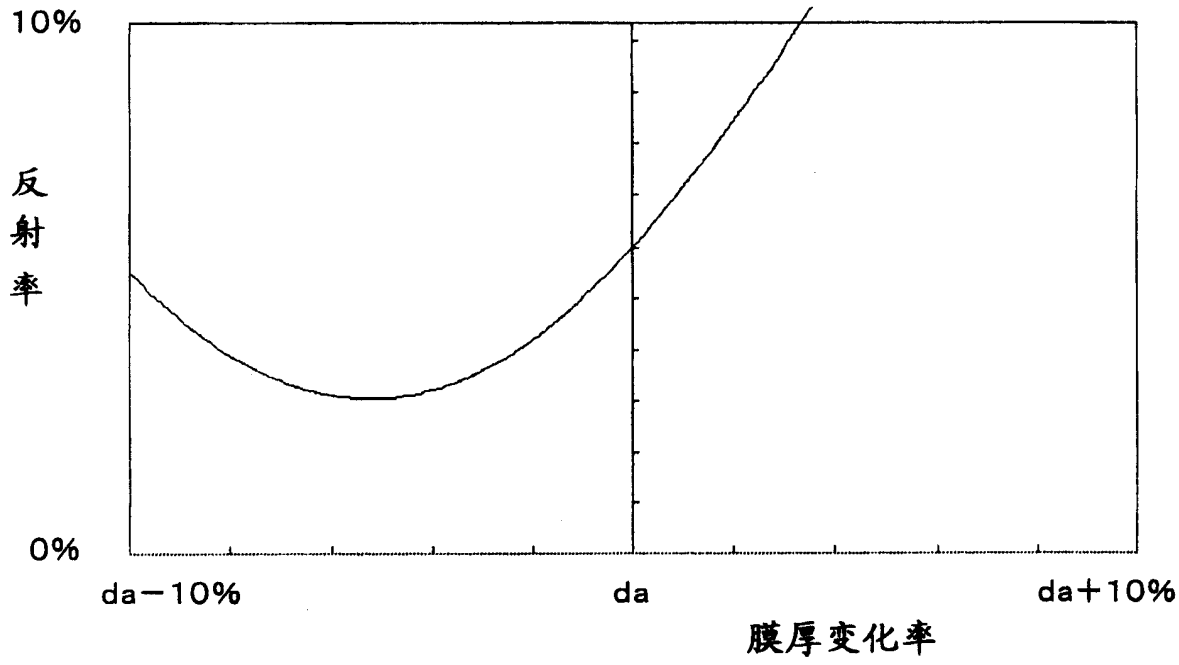


图 25