



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 02147339.0

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1224146C

[22] 申请日 2002. 10. 18 [21] 申请号 02147339.0

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 12 [33] JP [31] 33607/02

[71] 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 奥贯雄一郎

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

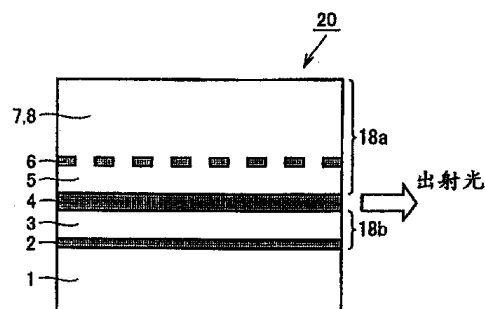
代理人 杨 凯 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 23 页 附图 18 页

[54] 发明名称 分布反馈型激光装置

[57] 摘要

本发明旨在提供能够抑制因制造偏差引起的光耦合系数的变动的、使制造合格率得以提高的分布反馈型激光装置，其中设有：位于 InP 衬底(1)上激活层(4)两侧的包覆层，以及位于任一包覆层中的、与包覆层折射率不同的、带有在光出射方向以预定间距在与该出射方向相交的方向上延伸的栈状格子的衍射光栅(6)；还至少设有一层光分布调整层(2)，该层位于与所述衍射光栅相分离的包覆层内，其成分与所述衍射光栅的相同。



1. 一种分布反馈型激光装置，包括：设置在半导体衬底上的位于
激活层两侧的包覆层，以及位于任一所述包覆层中的、与所述包覆层
5 折射率不同的、带有在光出射方向以预定间距在与该出射方向相交的
方向上延伸的栈状格子的衍射光栅；

至少设有一层光分布调整层，该光分布调整层与所述衍射光栅相
隔预定间隔位于所述包覆层内，其成分与所述衍射光栅的相同；

衍射光栅膜与光分布调整层具有相同的偏差。

10

2. 如权利要求 1 所述的分布反馈型激光装置，其特征在于：所述
光分布调整层和所述衍射光栅将所述激活层夹于中间。

3. 如权利要求 1 所述的分布反馈型激光装置，其特征在于：所述
15 光分布调整层位于所述衍射光栅和所述激活层之间。

4. 如权利要求 1 所述的分布反馈型激光装置，其特征在于：所述
光分布调整层和所述激活层将所述衍射光栅夹于中间。

- 20 5. 如权利要求 1 所述的分布反馈型激光装置，其特征在于：所述
光分布调整层由两层构成，即由第一光分布调整层和第二光分布调整
层构成，第一光分布调整层和所述衍射光栅将所述激活层夹于中间，
第二光分布调整层和所述激活层将所述衍射光栅夹于中间。

- 25 6. 如权利要求 1 所述的分布反馈型激光装置，其特征在于：所述
光分布调整层由两层构成，即由第一光分布调整层和第二光分布调整
层构成，第一光分布调整层位于所述衍射光栅和所述激活层之间，第
二光分布调整层和所述激活层将所述衍射光栅夹于中间。

7. 如权利要求 1 所述的分布反馈型激光装置, 其特征在于: 所述衍射光栅设有移相部分。

8. 如权利要求 7 所述的分布反馈型激光装置, 其特征在于: 所述
5 衍射光栅的移相部分设在谐振器的中央位置, 产生相当于 $1/4$ 介质内波长的相移。

分布反馈型激光装置

5 技术领域

本发明主要涉及用于光纤通信的分布反馈型激光装置。

技术背景

10 用于光纤通信的分布反馈型激光装置，是一种其谐振器内有衍射光栅的激光装置，以与该衍射光栅的周期对应的振荡波长振荡，所以即使在高速调制时也能以单一纵模稳定工作。因此，多用于长距离或高比特率的光纤通信。光耦合系数是对分布反馈型激光装置的特性有重大影响的参数之一。该参数不仅对激光器的阈值电流和斜率效率等静态特性，而且对噪声特性等动态特性有很大影响。

15 传统的分布反馈型激光装置，例如有图 37、图 38A 与图 38B 所示的装置（特开 2000-114652 号公报）。该分布反馈型激光装置 120 中，在 n 导电型的 InP 衬底 115 上由下而上淀积了（1）n 导电型 InP 包覆层 116；（2）InGaAsP 光阱层 117、118；（3）激活层 119；（4）InGaAsP 光阱层 120、121；（5）衍射光栅 106；（6）p 导电型 InP 包
20 覆层 122；以及（7）p 导电型 InGaAs 接触层 123。

图 38A 中所示的分布反馈型激光装置中振荡形成的激光，在沿该装置厚度方向的光强度如图 38B 所示，以激活层为中心上下分布。如图 38A 与图 38B 所示，该光强度跟衍射光栅的高度 h 即光波的振幅和衍射光栅 106 与激活层 119 之间的距离 H 有很强的依存关系。

25 但是，衍射光栅的高度 h ，因衍射光栅形成时的刻蚀深度偏差而会有较大的变动。衍射光栅的刻蚀法，属于宽度为 $0.2\ \mu\text{m}$ 的细微区域刻蚀。因此，刻蚀率在晶片面上的偏差很大，并且还有每个制造批次带来的变动，即所谓的批与批之间的（run to run）变动。因

此，光耦合系数随衍射光栅的高度 h 的偏差的大小而变动。除此以外，实际上还有晶体生长上厚度偏差的影响。例如，InGaAsP 光阱层 120、121 形成得较厚，或 InGaAsP 光阱层 118、120 或其外侧的光阱层 117、121 形成得较厚的场合，衍射光栅 106 与激活层 119 之间的距离 H 就会增大。由此，减少了叠加在衍射光栅上的光强度，于是光耦合系数变小。这样，在图 37 所示的分布反馈型激光装置中，由于制造时的微小膜厚变动和成分变动引起的折射率变动，而造成光耦合系数的偏差，从而难以高合格率地进行分布反馈型激光装置的制造。

另一方面，作为不受上述衍射光栅高度 h 偏差的影响的分布反馈型激光装置，例如有《光波技术学报》(Journal of Lightwave Technology vol. 7(1989) pp2072-2077) 上发表的图 39 所示的方案。该分布反馈型激光装置 120 中，在 InP 衬底 115 上自下而上淀积了 (1) InP 包覆层 122a、(2) 激活层、(3) InP 包覆层 122b、(4) 衍射光栅 106 与 (5) InP 包覆层 122c。图 39 所示的分布反馈型激光装置的光耦合系数，由两个层厚 d_{InP} (InP 包覆层 122b 的厚度) 和 $d_{\text{光栅}}$ 、衍射光栅的折射率以及衍射光栅的截面形状确定。因此，如果所述衍射光栅具有预定间距的栈状格子的结构，其光耦合系数就跟上述的刻蚀法深度无关。从而，不再存在图 37 所示的分布反馈型激光装置的光耦合系数偏差的主要原因，即与衍射光栅的高度 h 相对应的因素。因此，跟图 37 所示的分布反馈型激光装置相比，图 39 所示的分布反馈型激光装置的光耦合系数的偏差较小。

但是，层厚与折射率取决于成膜处理工序，因此，成膜处理装置上各成膜处理批次膜生长速度与成分的参差不一和各成膜处理装置固有的膜生长速度与成分的晶片面内分布，对层厚与折射率有很大影响。受到这些偏差因素的影响，膜生长处理批次之间以及晶片面内均存在光耦合系数的偏差。

在后述说明中，所谓成膜处理包含以下两种情况：(g1) 与基

底膜在结晶取向上匹配的外延膜的生长；以及（g2）与结晶取向上的匹配无关地形成结晶膜和非晶膜。后者（g2）对应于淀积多晶膜时的情况。

图 40 给出了层厚 d_{InP} 的变动引起的光耦合系数偏离设计值的计算结果。另外，图 41 给出了层厚 $d_{\text{光栅}}$ 的变动引起的光耦合系数偏离设计值的计算结果。另外，在图 42 中给出了衍射光栅的折射率的偏差引起的光耦合系数偏离设计值的计算结果。由上述各项计算结果可知， $\pm 25\%$ 的层厚变动或 $\pm 1\%$ 的折射率变动可引起光耦合系数 $\pm 14 \sim 25\%$ 的变动。这种状况的光耦合系数偏差会使分布反馈型激光装置的特性有很大的偏差，从而妨碍其制造合格率的提高。

发明内容

本发明旨在提供一种分布反馈型激光装置，它可以抑制因成膜处理批次间的偏差、成膜处理装置之间的偏差及晶片的面内偏差引起的光耦合系数的变动，使制造合格率得到提高。

本发明的一种分布反馈型激光装置，其特征在于，包括：设置在半导体衬底上的位于激活层两侧的包覆层，以及位于任一所述包覆层中的、与所述包覆层折射率不同的、带有在光出射方向以预定间距在与该出射方向相交的方向上延伸的栈状格子的衍射光栅；至少设有一层光分布调整层，该光分布调整层与所述衍射光栅相隔预定间隔位于所述包覆层内，其成分与所述衍射光栅的相同；衍射光栅膜与光分布调整层具有相同的偏差。

在衍射光栅形成之前该光分布调整层成膜时，形成衍射光栅的膜和光分布调整层在同一成膜处理装置中形成。这时，成膜处理装置在膜形成厚度与成分上的偏差倾向，在衍射光栅和光分布调整层中同样存在。衍射光栅的栈状格子和光分布调整层的折射率高于包覆层等的折射率。因此，例如在衍射光栅的厚度形成得较厚而光分布调整层还未配置的场所，光的电场与衍射光栅的重叠变大，从而使光耦合系数增大。

但是，由于通过上述成膜处理装置成膜的光分布调整层具有跟形成衍射光栅的膜层相同的倾向，同样形成得较厚。由于光具有向折射率大的部位靠近的性质，光的电场强度分布就以上述光分布调整层变厚的量向光分布调整层靠近，使之比设计上的分布更远地偏离衍射光栅。结果，使光耦合系数的增减得以抵消，抑制了光耦合系数的变动。

并且，在衍射光栅形成后形成光分布调整层的场合，用形成衍射光栅时的成膜处理装置，并以跟形成衍射光栅的膜同样的偏差倾向来形成光分布调整层。因此，可以取得与上述相同的结果，使光耦合系数的增减得以抵消，抑制了光耦合系数的变动。

文中，衍射光栅一般指衍射光栅本身，但有时也用来代指衍射光栅所形成的淀积层。另外，在关于制造方法等的说明中，衍射光栅膜意指使衍射光栅得以形成的膜。

再有，就光分布调整层与衍射光栅的成分相同而言，可以是含有相同的导电型确定杂质，也可以是导电型确定杂质相异而导电型确定杂质以外的成分相同。导电型确定杂质相异的场合，通常的情况是，一方含有例如 n 导电型杂质，另一方含有 p 导电型杂质。以后的说明中，凡述及光分布调整层与衍射光栅的成分相同的场合，其含义均如此。

本发明的分布反馈型激光装置的制造方法，用于制造这样的分布反馈型激光装置，它包括设置在半导体衬底上激活层两侧的包覆层，以及设置在任一侧包覆层中的衍射光栅，一种其折射率与包覆层不同的、带有在光的出射方向以预定的间距在与该出射方向相交的方向上延伸的栈状格子的衍射光栅；以及至少一层光分布调整层，该层在与衍射光栅相隔一定距离的包覆层内，具有与衍射光栅相同的成分。在该制造方法中，至少用下列装置中的任一装置进行一层光分布调整层的成膜处理和衍射光栅形成膜的成膜处理：（a1）同样的成膜处理装置；（a2）层厚的面内分布类似的成膜处理装置；

以及(a3)具有同样结构的成膜处理装置。

通过这种制造方法,可以使衍射光栅膜的偏差倾向跟光分布调整层的偏差倾向相同。因此,使得二者的制造偏差引起的光耦合系数变动的主要因素作用相反,从而可以达到相互抵消的效果。结果,可以抑制制造时的偏差引起的光耦合系数的变动,使合格率得到提高。

附图说明

图1是本发明实施例1的分布反馈型激光装置的示意图。

图2表示分布反馈型激光装置的制造方法中,包覆膜在衍射光栅膜上成膜后状态。

图3表示在对衍射光栅膜与包覆膜制作图案后,衍射光栅已形成的状态。

图4是说明衍射光栅膜出现厚度加大的偏差时,光的电场强度分布偏离衍射光栅的示意图。

图5是说明衍射光栅膜出现厚度减少的偏差时,光的电场强度分布靠近衍射光栅的示意图。

图6给出的计算结果,显示了图1所示的分布反馈型激光装置的衍射光栅层厚变动时偏离光耦合系数设计值的状况。

图7给出的计算结果,显示了图1所示的分布反馈型激光装置的衍射光栅折射率变动时偏离光耦合系数设计值的状况。

图8是本发明实施例2的分布反馈型激光装置的示意图。

图9表示图8所示的分布反馈型激光装置的制造方法中,包覆膜在衍射光栅膜上成膜后状态。

图10表示在对衍射光栅膜与包覆膜制作图案后,衍射光栅已形成的状态。

图11是说明衍射光栅膜出现厚度加大的偏差时,光的电场强度分布偏离衍射光栅的示意图。

图 12 是说明衍射光栅膜出现厚度减少的偏差时，光的电场强度分布靠近衍射光栅的示图。

图 13 是本发明实施例 3 的分布反馈型激光装置的示图。

图 14 表示图 13 所示的分布反馈型激光装置的制造方法中，包
5 覆膜在衍射光栅膜上成膜后状态。

图 15 表示在对衍射光栅膜与包覆膜制作图案后，衍射光栅已形成的状态。

图 16 是说明位于衍射光栅下方的下包覆层出现厚度加大的偏差时，光的电场强度分布靠近衍射光栅的示图。

10 图 17 是说明位于衍射光栅下方的下包覆层出现厚度减小的偏差时，光的电场强度分布偏离衍射光栅的示图。

图 18 给出的计算结果，显示了图 13 所示的分布反馈型激光装置的上包覆层的膜厚变动时偏离光耦合系数设计值的状况。

图 19 是本发明实施例 4 的分布反馈型激光装置的示图。

15 图 20 表示图 19 所示的分布反馈型激光装置的制造方法中，包覆膜在衍射光栅膜上成膜后状态。

图 21 表示在对衍射光栅膜与包覆膜制作图案后，衍射光栅已形成的状态。

20 图 22 是说明衍射光栅出现厚度加大的偏差时，光的电场强度分布偏离衍射光栅的示图。

图 23 是说明衍射光栅出现厚度减少的偏差时，光的电场强度分布靠近衍射光栅的示图。

图 24 是说明位于衍射光栅下方的下包覆层出现厚度加大的偏差时，光的电场强度分布靠近衍射光栅的示图。

25 图 25 是说明位于衍射光栅下方的下包覆层出现厚度减小的偏差时，光的电场强度分布偏离衍射光栅的示图。

图 26 给出的计算结果，显示了图 19 所示的分布反馈型激光装置的下包覆层的膜厚变动时偏离光耦合系数设计值的状况。

图 27 给出的计算结果, 显示了图 19 所示的分布反馈型激光装置的衍射光栅厚度变动时偏离光耦合系数设计值的状况。

图 28 给出的计算结果, 显示了图 19 所示的分布反馈型激光装置的衍射光栅折射率变动时偏离光耦合系数设计值的状况。

5 图 29 是本发明实施例 5 的分布反馈型激光装置的示图。

图 30 表示图 29 所示的分布反馈型激光装置的制造方法中, 包覆膜在衍射光栅膜上成膜后状态。

图 31 表示在对衍射光栅膜与包覆膜制作图案后, 衍射光栅已形成的状态。

10 图 32 是说明衍射光栅出现厚度加大的偏差时, 光的电场强度分布偏离衍射光栅的示图。

图 33 是说明衍射光栅出现厚度减小的偏差时, 光的电场强度分布偏离衍射光栅的示图。

15 图 34 是说明位于衍射光栅下方的下包覆层出现厚度加大的偏差时, 光的电场强度分布靠近衍射光栅的示图。

图 35 是说明位于衍射光栅下方的下包覆层出现厚度减小的偏差时, 光的电场强度分布偏离衍射光栅的示图。

图 36 是本发明实施例 6 中的半导体发光装置的示图。

图 37 是传统的分布反馈型激光装置的示图。

20 图 38A 是说明激活层与衍射光栅之间的距离对光耦合系数影响的示图; 图 38B 是说明波状衍射光栅的高度对光耦合系数影响的示图。

图 39 是传统的另一分布反馈型激光装置的示图。

25 图 40 给出的计算结果, 显示了图 39 所示的分布反馈型激光装置中, 确定激活层与衍射光栅之间距离的包覆层厚度变动时偏离光耦合系数设计值的状况。

图 41 给出的计算结果, 显示了图 39 所示的分布反馈型激光装置中, 衍射光栅厚度变动造成的偏离光耦合系数设计值的状况。

图 42 给出的计算结果, 显示了图 39 所示的分布反馈型激光装置中, 衍射光栅折射率变动造成的偏离光耦合系数设计值的状况。

具体实施方式

5 以下, 参照附图说明本发明的实施方式。

(实施例 1)

如图 1 所示, 在 n 导电型 InP 衬底 1 上设有 n 导电型 InGaAsP 层 2, 进而在该层上设置 n 导电型 InP 层 3。再在其上设置构成激活层 4 的 InGaAsP 层, 在该激活层 4 上设置 p 导电型 InP 层 5, 进而又在
10 在该层上用由 n 导电型 InGaAsP 层构成的栈状格子以预定的间距设置衍射光栅 6。然后, 设置 p 导电型 InP 层 7、8, 将该栈状格子之间的沟槽填埋。

由 InP 层构成的包覆层 18a、18b, 从上下侧将激活层 4 夹在其中。并且, 上述的 n 导电型 InGaAsP 层 2 构成光分布调整层。如图 1
15 所示, 包覆层 18b, 设置在与 n 导电型 InP 衬底 1 相接的光分布调整层上。这样, 在与半导体衬底 1 相接的光分布调整层的上面设置包覆层的场合, 由于半导体衬底与包覆层的成分相同, 可以说光分布调整层位于包覆层内。换言之, 在光分布调整层由包覆层 (InP) 与半导体衬底 (InP) 夹于中间的场合, 可以将光分布调整层看作实际
20 上被设于包覆层内。

另外, 在后述说明中, 衍射光栅和使衍射光栅得以形成的衍射光栅膜用同一符号表示。

在这种分布反馈型激光装置中, 给激活层 4 注入电流, 使光沿激活层的层面振荡的同时, 通过衍射光栅 6 的栈状格子间距等选择
25 特定的波长, 使特定波长的振荡得以继续。如图 1 所示, 从振荡的光中将部分的光取出, 用于光纤通信。

接着, 对上述分布反馈型激光装置的制造方法进行说明。如图 2 所示, 在 n 导电型 InP 衬底 1 上以自下而上的顺序形成: (1) 构成

光分布调整层的 n 导电型 InGaAsP 层 2; (2) n 导电型 InP 层 3; (3) 由 InGaAsP 层构成的激活层 4; (4) p 导电型 InP 层 5; (5) 形成衍射光栅的 n 导电型 InGaAsP 膜 6; 以及 (6) p 导电型 InP 层 7。

上述成膜处理的要点在于, 至少构成光分布调整层的 n 导电型 InGaAsP 层 2 和形成衍射光栅的 n 导电型 InGaAsP 膜 6, 必须在具有相同偏差倾向的处理装置内在该偏差倾向不发生改变、例如在同一处理批次中形成。也就是说, 例如在每次一片 InP 晶片的分批处理的场合, 必须在同一成膜处理装置中连续地在该 InP 晶片上进行构成光分布调整层的 n 导电型 InGaAsP 层 2 和形成衍射光栅的 n 导电型 InGaAsP 膜 6 的成膜处理。这里所说的偏差倾向相同, 指的是偏差方向相同, 且该偏差的大小也大致相同。并且, 在面内偏差成为问题的场合, 偏差的面内分布也有包含偏差方向在内的类似的情况。

作为上述的成膜处理方法, 可以采用 MOCVD 法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition: 有机金属化学气相淀积)、MBE 法 (Molecular Beam Epitaxy: 分子束外延生长) 和 LPE 法 (Liquid Phase Epitaxy: 液相外延生长)。

此后, 如图 3 所示, 通过干涉曝光法、电子束曝光法和刻蚀法制作图案, 以用 n 导电型 InGaAsP 膜 6、p 导电型 InP 层 7 形成预定间距的栈状格子。之后, 进行 p 导电型 InP 层 8 的成膜处理, 将上述间距之间的沟槽填埋, 完成分布反馈型激光装置的制作。

在图 1 的分布反馈型激光装置中, 光分布调整层的 n 导电型 InGaAsP 层 2 和构成衍射光栅的栈状格子的 n 导电型 InGaAsP 层 6, 含有相同的成分, 其中包括确定导电型的杂质。如上所述, 由于上述两层在同一处理批次中在同一处理装置内先后形成, 它们的厚度与成分具有相同的偏差倾向。从而, 该两层偏离折射率设计值的比例大致相同。例如, 形成衍射光栅的 InGaAsP 层 6 的厚度增大的场合, 传统的分布反馈型激光振荡装置中, 衍射光栅与振荡电场分布

的重叠增大,所以使光耦合系数增大。但是,本实施例中,作为光分布调整层的 InGaAsP 层 2 也具有跟形成衍射光栅的 InGaAsP 膜 6 相同的倾向,其厚度以同样的比例相对设计厚度增大。

5 由于光被吸引至折射率高的区域,光的电场分布就在因光分布调整层的厚度偏差而增加的厚度限度内被从设计的振荡位置偏向光分布调整层一侧。如图 4 所示,由于上述的光分布调整层 InGaAsP 层 2 的厚度增加,沿波导厚度方向的截面处光的电场强度分布向 InGaAsP 层 2 一侧偏移。图中,虚线表示设计时的电场强度分布 $E_{\text{设计}}$,实线表示因光分布调整层的偏差而厚度增大后的电场强度分布 E 。如
10 上所述的光的电场强度分布的偏移,具有使光耦合系数减少的作用。其结果,光分布调整层上跟衍射光栅相同倾向的厚度改变,可以补偿因衍射光栅上的厚度变动引起的光耦合系数的变动。

并且,如形成衍射光栅的 InGaAsP 膜 6 变薄,则光分布调整层 InGaAsP 层 2 也有同样的偏差倾向而变薄。这时,在跟图 4 所示的情况相同的机制作用下,光耦合系数的变动可得到补偿。换言之,如
15 图 5 所示,分布调整层变薄的程度,沿波导厚度方向的光电场强度分布,从 $E_{\text{设计}}$ 向 E 偏移。也就是说,设计时的电场强度分布被光分布调整层排斥,向衍射光栅侧偏移。

以上只对厚度变动的情况作了说明,但是即使在存在构成衍射光栅栈状格子的 InGaAsP 层 6 的成分变动引起的折射率变动的场合,光分布调整层 2 也可对该变动进行补偿,其结果,就是对光耦合系数作了补偿。

20 如上所述,形成衍射光栅的淀积层中,即使存在成分变动或厚度变动,也可抑制这些变动引起的光耦合系数的变动。现将以上所述归纳如下:

(1) 设置跟衍射光栅成分相同的光分布调整层,该层和衍射光栅将激活层夹于中间。

(2) 设计分布反馈型激光装置,其中包括该光分布调整层的设

置。

(3) 制造分布反馈型激光装置时, 在衍射光栅膜上有厚度变动或成分变动的场合, 光分布调整层上也发生同样倾向的厚度变动或成分变动。为了在衍射光栅膜和光分布调整层上发生相同倾向的厚度变动或成分变动, 该两层最好在具有相同偏差倾向的成膜处理装置内形成。例如, 最好在同一批次处理中, 在同一成膜处理装置内连续形成。由于插入衍射光栅膜的刻蚀法处理, 进行衍射光栅膜的成膜处理和光分布调整层的成膜处理的场合, 衍射光栅膜的成膜处理和光分布调整层的成膜处理不能在同一成膜处理装置中连续进行。但是, 最好使用同一台成膜处理装置, 至少在显示相同偏差倾向的成膜处理装置中进行成膜。

(4) 衍射光栅的厚度变动与成分变动引起的光耦合系数的变动, 和光分布调整层的厚度变动与成分变动引起的光耦合系数的变动相互抵消, 从而抑制光耦合系数的变动。其结果, 抑制了分布反馈型激光装置的特性参差不一的现象, 使合格率得到提高。

图 6 给出的计算结果, 显示了本发明的分布反馈型激光装置的衍射光栅层厚变动时偏离光耦合系数设计值的状况。并且, 图 7 给出的计算结果, 显示了因本发明的分布反馈型激光装置的成分变动, 而使衍射光栅折射率变动时偏离光耦合系数设计值的状况。依据图 6 与图 7, 本发明的分布反馈型激光装置可以将光耦合系数的变动抑制到传统装置的 $1/8$ 。其结果, 可以抑制分布反馈型激光装置特性参差不一的现象。

再有, 本实施例中, 以在激活层的上侧设置衍射光栅的装置进行说明, 实际也可将衍射光栅设置在激活层的下侧。也可以将各半导体的 n 导电型和 p 导电型反过来设置。并且, 衍射光栅的一部分上可以有一个或多个移相部分。也可以在衍射光栅的谐振器的中央设置相当于介质内波长 $1/4$ 的相移, 并在其两端涂敷无反射膜层。该移相部分和无反射膜层可使单纵模合格率得到提高。

本实施例中，就 InP/InGaAsP 系列的分布反馈型激光装置作了说明。但是，例如也可以采用 InP/AlGaInAs 系列的分布反馈型激光装置（第 62 届应用物理学会学术演讲会（2001 年）13p-B-15）等。另外，本实施例也适用于（例如）将调制器与分布反馈型激光装置在共用的衬底上单片集成的分布反馈型激光装置（IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. 36 (2000) pp909-915）。

（实施例 2）

本实施例的特征在于，光分布调整层 12 设置在衍射光栅 16 与激活层 4 之间。如图 8 所示，光分布调整层 12 和衍射光栅 16 设置在包覆层 18a 内。

如图 8 所示，在 n 导电型 InP 衬底 1 上设置 n 导电型 InP 层 3，其上再设置构成激活层的 InGaAsP 层 4，进而再设置 p 导电型 InP 层 5。在该 p 导电型 InP 层 5 上，设置作为光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12，其上设置 p 导电型 InP 层 7。进而再设置构成衍射光栅栈状格子的 p 导电型 InGaAsP 层 16。然后，设置 p 导电型 InP 层 8、9，将该 p 导电型 InGaAsP 层 16 遮覆。形成衍射光栅栈状格子的 p 导电型 InGaAsP 层 16，跟光分布调整层 p 导电型 InGaAsP 层 12 具有包括导电型确定杂质在内的相同成分。

在这种分布反馈型激光装置中，给激活层 4 注入电流，使光沿激活层的层面振荡的同时，通过衍射光栅 16 预定间距的栈状格子选择特定的波长，使特定波长的振荡得以继续。如图 8 所示，从振荡的光中将部分的光取出，用于光纤通信等。

接着，对上述分布反馈型激光装置的制造方法进行说明。如图 9 所示，在 n 导电型 InP 衬底 1 上以自下而上的顺序形成：（1）n 导电型 InP 层 3；（2）由 InGaAsP 层构成的激活层 4；（3）p 导电型 InP 层 5；（4）构成光分布调整层的 p 导电型 InGaAs 层 12；（5）p 导电型 InP 层 7；（6）形成衍射光栅的 p 导电型 InGaAsP 膜 16；以及（7）p 导电型 InP 层 8。

上述成膜处理的要点在于，至少构成光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12 和形成衍射光栅的 p 导电型 InGaAsP 膜 16，必须在具有相同偏差倾向的处理装置内在该偏差倾向不发生改变、例如同
5 一处理批次中形成。也就是说，例如在每次一片 InP 晶片的分批处理的场合，必须在同一成膜处理装置中连续地在该 InP 晶片上进行构成光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12 和形成衍射光栅的 p 导电型 InGaAsP 膜 16 的成膜处理。这里所说的偏差倾向相同，指的是偏差方向相同，且该偏差的大小也大致相同。并且，在面内偏差成为问题的场合，偏差的面内分布也有包含偏差方向在内的类似的情况。
10

作为上述成膜处理方法，可以采用 MOCVD 法（Metal Organic Chemical Vapor Deposition: 有机金属化学气相淀积）、MBE 法（Molecular Beam Epitaxy: 分子束外延生长）和 LPE 法（Liquid Phase Epitaxy: 液相外延生长）。

15 此后，如图 10 所示，通过干涉曝光法、电子束曝光法和刻蚀法制作图案，以用 p 导电型 InGaAsP 膜 16、p 导电型 InP 层 8 形成预定间距的栈状格子。之后，进行 p 导电型 InP 层 9 的成膜处理，将上述间距之间的沟槽填埋，完成分布反馈型激光装置的制作。

在图 8 的分布反馈型激光装置中，光分布调整层 InGaAsP 层 12
20 和构成衍射光栅的栈状格子的 InGaAsP 层 16，含有相同的成分。上述两层在同一处理批次中在同一处理装置内连续形成，因此它们在厚度与成分上有相同的偏差倾向。从而，该两层偏离折射率设计值的比例大致相同。例如，形成衍射光栅的 InGaAsP 层 16 的厚度增大的场合，传统的分布反馈型激光振荡装置中，光耦合系数增大。但是，本实施例中，作为光分布调整层的 InGaAsP 层 12 也具有跟形成
25 衍射光栅的栈状格子 InGaAsP 层 16 相同的倾向，其厚度以同样的比例增大。

如上所述，由于光被吸引至折射率高的区域，如图 11 所示，光

的电场强度分布偏离衍射光栅 16, 向 p 导电型 InGaAsP 层 12 一侧偏移。这种光电场强度分布的偏移, 具有使光耦合系数减少的作用。其结果, 可以抑制因 InGaAsP 层 16 的厚度变动引起的光耦合系数的偏差。

5 另一方面, 如形成衍射光栅的 InGaAsP 膜 16 变薄, 则光分布调整层 InGaAsP 层 12 也有同样的偏差倾向而变薄。结果, 如图 12 所示, 沿波导厚度方向的光电场强度分布, 向衍射光栅侧偏移。图 12 所示的场合, 在跟图 4 所示的相同的对于厚度变动的机制作用下, 可以补偿光耦合系数的变动。

10 以上只对厚度变动的情况作了说明, 但是即使在存在构成衍射光栅状格子的 InGaAsP 层 16 的成分变动引起的折射率变动的场合, 光分布调整层 12 也可对该变动进行补偿, 结果就是对光耦合系数作了补偿。

15 如上所述, 形成衍射光栅的淀积层中, 即使存在成分变动或厚度变动, 也可抑制这些变动引起的光耦合系数的变动。

再有, 本实施例中, 以在激活层的上侧设置衍射光栅的装置进行说明, 实际上衍射光栅位于激活层的下侧也行。也可以将半导体的 n 导电型和 p 导电型调换。并且, 衍射光栅的一部分上可以有一个或多个移相部分。也可以在衍射光栅的谐振器的中央设置相当于
20 介质内波长 $1/4$ 的相移, 并在其两端涂敷无反射膜层。该移相部分和无反射膜层可使单纵模合格率得到提高。

本实施例中, 就 InP/InGaAsP 系列的分布反馈型激光装置作了说明。但是, 例如也可以采用 InP/AlGaInAs 系列的分布反馈型激光装置等。另外, 本实施例也适用于 (例如) 将调制器与分布反馈型
25 激光装置在共用的衬底上单片集成的分布反馈型激光装置。

(实施例 3)

本实施例的特征在于, 衍射光栅 16 设置在光分布调整层 12 与激活层 4 之间。如图 13 所示, 在 n 导电型 InP 衬底 1 上设置 n 导电

型 InP 层 3, 其上再设置构成激活层 4 的 InGaAsP 层。在激活层 4 上, 再设置 p 导电型 InP 层 5; 其上设置 p 导电型 InGaAsP 膜构成的衍射光栅 16。再设置 p 导电型 InP 层 7, 将衍射光栅栈状格子之间的刻蚀沟槽填埋; 然后又在上面设置作为光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12。在该 p 导电型 InGaAsP 层 12 之上设置 p 导电型 InP 层 9。光分布调整层 12 设置在包覆层 18a 内。

接着, 对上述分布反馈型激光装置的制造方法进行说明。首先, 如图 14 所示, 在 n 导电型 InP 衬底 1 上以自下而上的顺序形成: (1) n 导电型 InP 层 3; (2) 由 InGaAsP 层构成的激活层 4; (3) p 导电型 InP 层 5; (4) 形成衍射光栅的 p 导电型 InGaAsP 膜 16; 以及 (5) p 导电型 InP 层 7。

然后, 如图 15 所示, 通过干涉曝光法、电子束曝光法和刻蚀法对 p 导电型 InGaAsP 膜 16、p 导电型 InP 层 7 制作图案, 以形成衍射光栅的栈状格子。再在上面形成 p 导电型 InP 层 8, 以将衍射光栅的刻蚀沟填埋; 之后, 进行 p 导电型 InP 层 9 的成膜处理, 完成图 13 所示的分布反馈型激光装置的制作。

要点在于, 至少位于激活层 4 与衍射光栅 16 之间的 p 导电型 InP 层 5 和位于衍射光栅 16 与光分布调整层 12 之间的 p 导电型 InP 层 7、8, 必须在具有相同偏差倾向的成膜处理装置内形成。作为具有相同偏差倾向的成膜处理装置, 可以采用 (a1) 同样的成膜处理装置; (a2) 层厚的面内分布类似的成膜处理装置; 或者 (a3) 具有相同结构的成膜处理装置。通过采用这样的成膜处理装置, 可以使上述两个 p 导电型 InP 层上偏离厚度设计值的比例在面内分布上大致相同。

作为上述成膜处理方法, 可以采用 MOCVD 法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition: 有机金属化学气相淀积)、MBE 法 (Molecular Beam Epitaxy: 分子束外延生长) 和 LPE 法 (Liquid Phase Epitaxy: 液相外延生长)。

例如，在 p 导电型 InP 层 5 厚度增大的场合，由于激活层与衍射光栅之间的距离增大，使得传统装置中的光耦合系数减小。但是，本实施例中，p 导电型 InP 层 7、8 和 p 导电型 InP 层 5 以相同的比例加厚。因此，由于 p 导电型 InP 层 7、8 厚度的增大，出现图 16 所示的沿波导厚度方向分布的电场强度分布 E 偏离 $E_{\text{设计}}$ ，向衍射光栅一侧偏移。这种电场强度分布向衍射光栅一侧的偏移使光耦合系数增大，可以补偿伴随 p 导电型 InP 层 5 厚度增大而产生的光耦合系数的减小。

另一方面，在 p 导电型 InP 层 5 厚度减小的场合，由于激活层与衍射光栅之间的距离减小，使得传统装置中的光耦合系数增大。但是，本实施例中，p 导电型 InP 层 7、8 和 p 导电型 InP 层 5 以相同的倾向减薄。因此，出现图 17 所示的沿波导厚度方向分布的电场强度分布偏离 $E_{\text{设计}}$ ，向激活层 4 侧即远离衍射光栅的一侧偏移。从而，在该场合可以补偿光耦合系数的变动。

图 18 给出的计算结果，显示了本发明的分布反馈型激光装置中 InP 层膜厚变动时偏离光耦合系数设计值的状况。由图 18 可知，本发明的分布反馈型激光装置可将光耦合系数的变动抑制到传统装置变动量的 1/6。其结果，可以抑制分布反馈型激光装置的特性偏差。

再有，本实施例中，以在激活层的上侧设置衍射光栅的装置进行说明，实际上衍射光栅位于激活层的下侧也行。也可以将半导体的 n 导电型和 p 导电型调换。并且，衍射光栅的一部分上可以有一个或多个移相部分。也可以在衍射光栅的谐振器的中央设置相当于介质内波长 1/4 的相移，并在其两端涂敷无反射膜层。该移相部分和无反射涂层配合可使单纵模合格率得到提高。

此外，例如也可以采用 InP/AlGaInAs 系列的分布反馈型激光装置等。另外，本发明也适用于（例如）将调制器与分布反馈型激光装置在共用的衬底上单片集成的分布反馈型激光装置。

（实施例 4）

本实施例的特征在于，分布反馈型激光装置中设有两个光分布调整层 2、12。也就是如图 19 所示，设有实施例 1 的分布反馈型激光装置中的光分布调整层 2 和实施例 3 的分布反馈型激光装置中的光分布调整层 12。光分布调整层 2 设置在 InP 层的包覆层 18b 内，
5 更具体说，就是设置在包覆层 18b 的与 InP 衬底 1 之间；光分布调整层 12 设置在包覆层 18a 内。

图 19 中，构成第一光分布调整层的 n 导电型 InGaAsP 层 2 位于 n 导电型 InP 衬底 1 之上，在该层上面设有 n 导电型 InP 层 3。再上一层为激活层即 InGaAsP 层 4，该激活层之上设有 p 导电型 InP 层 5。
10 再往上，设置由具有和 n 导电型 InGaAsP 层 2 相同的带隙的 n 导电型 InGaAsP 层构成的衍射光栅 16；其上，设置 p 导电型 InP 层 7、8，将衍射光栅的栈状格子之间的沟槽填埋。在 p 导电型 InP 层 7、8 上，设置构成第二光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12，其上设 p 导电型 InP 层 10。

15 接着，对图 19 所示的分布反馈型激光装置的制造方法进行说明。如图 20 所示，首先，在 n 导电型 InP 衬底 1 上在相同的成膜处理下以自下而上的顺序形成：（1）n 导电型 InGaAsP 层 2；（2）n 导电型 InP 层 3；（3）InGaAsP 激活层 4；（4）p 导电型 InP 层 5；（5）有和 n 导电型 InGaAsP 层 2 相同的带隙的 n 导电型 InGaAsP 膜 16；
20 以及（6）p 导电型 InP 层 7。其生长处理中，可以采用 MOCVD、MBE、LPE 等方法。

此后，如图 21 所示，通过干涉曝光法、电子束曝光法和刻蚀法制作图案，对 p 导电型 InGaAsP 层 16 与 p 导电型 InP 层 7 以预定的间距进行刻蚀，使栈状格子以预定间距分布而形成衍射光栅。其后，
25 形成（7）p 导电型 InP 层 8，将衍射光栅的栈状格子之间的沟槽填埋；再进行（8）p 导电型 InP 层 12 的成膜处理；最后在上面形成（9）p 导电型 InP 层 10（图 22）。

上述成膜处理中，在形成衍射光栅的刻蚀处理的前后，即刻蚀

处理之前的第一成膜处理和刻蚀处理之后的第二成膜处理，可以采用（a1）同样的成膜处理装置；（a2）层厚面内分布类似的成膜处理装置；或者（a3）具有相同结构的成膜处理装置。

5 作为第一光分布调整层的 n 导电型 InGaAsP 层 2 和形成衍射光栅的 n 导电型 InGaAsP 膜 16，均在上述刻蚀处理前进行成膜处理。因此，这两个 n 导电型 InGaAsP 层的成分相同，并且可通过连续成膜处理来形成。所以，这两个 n 导电型 InGaAsP 层的层厚与成分或者偏离折射率设计值的比例均大致相同。

10 在 n 导电型 InGaAsP 膜 16 厚度形成得较厚的场合，传统的分布反馈型激光振荡装置中光耦合系数增大。但是，本实施例中，由于 n 导电型 InGaAsP 层 2 也同样比例地加厚，沿波导厚度方向的电场强度分布偏离设计时的电场强度分布 $E_{\text{设计}}$ ，向 n 导电型 InGaAsP 层 2 的一侧偏移，即向远离衍射光栅的方向偏移（图 22）。由于这样的电场强度分布的偏移有减小光耦合系数的作用，通过适当选择上述
15 两个 n 导电型 InGaAsP 层的厚度，使得因这两个厚度变动引起的光耦合系数的变动得到抑制。

另一方面，在 n 导电型 InGaAsP 膜 16 厚度形成得较薄的场合，光耦合系数减小。但是，此时 n 导电型 InGaAsP 层 2 也因上述理由减薄。因此，沿波导厚度方向的电场强度分布，向衍射光栅侧偏移
20 （图 23）。通过该电场强度分布的偏移来增大光耦合系数。从而，通过适当选择上述两个 n 导电型 InGaAsP 层的厚度，使得因这两个厚度变动引起的光耦合系数的变动得到补偿。

并且，将衍射光栅夹于中间的 p 导电型 InP 层 5 和 p 导电型 InP 层 7、8，因为通过上述（a1）、（a2）与（a3）的成膜处理装置成膜，所以形成相同的厚度面内分布。因此，这两层相对于设计值的
25 偏差比例的面内分布大致相同。

因而，在 p 导电型 InP 层 5 形成得比设计值厚的场合，传统技术中存在光耦合系数减小的现象。但是，本实施例中，由于 p 导电

型 InP 层 7、8 也以相同的比例加厚，沿波导厚度方向的光电场强度分布 E ，比设计时的电场强度分布 $E_{\text{设计}}$ 更加偏向衍射光栅侧（图 24）。这种电场强度分布的偏移，具有使光耦合系数增加的作用，从而因两个层厚度的相同倾向的变动造成的光耦合系数的变动被相互抵消。结果，制造时的层厚偏差引起的光耦合系数的变动得到了抑制。

另一方面，在 p 导电型 InP 层 5 形成得比设计值薄的场合，传统技术中存在光耦合系数增大的现象。但是，本实施例中，由于 p 导电型 InP 层 7、8 也以相同的比例减薄，沿波导厚度方向的光电场强度分布 E ，比设计时的电场强度 $E_{\text{设计}}$ 分布更加远离衍射光栅侧（图 25）。这种电场强度分布的偏移，具有使光耦合系数增加的作用，从而因两个层厚度的相同倾向的变动造成的光耦合系数的变动被相互抵消。结果，消除了制造时层厚偏差变动引起的光耦合系数的过大变动。

如上所述，通过本实施例中的分布反馈型激光装置的结构，形成衍射光栅的淀积层的厚度与成分变动引起的光耦合系数的变动可得到抑制。另外，将衍射光栅夹于中间的 p 导电型 InP 层的厚度变动引起的光耦合系数的变动，也因两侧 p 导电型 InP 层相同倾向的厚度变动对光耦合系数的相反方向作用而得到抑制。

图 26～图 28 给出了通过定量计算得出的对本实施例中光耦合系数变动抑制的评价结果。图 26 示出了在 p 导电型 InP 层的厚度变动的场合，光耦合系数相对于设计值的偏移。根据该图，跟传统装置相比，本实施例中光耦合系数变动大致减少至 $1/2$ 。图 27 示出了在衍射光栅的厚度变动的场合，光耦合系数相对于设计值的偏移。根据该图，本实施例的装置将偏移量减少至传统装置的 $1/2$ 以下。另外，图 28 示出了在衍射光栅折射率变动的场合，光耦合系数相对于设计值的偏移。根据该图，本实施例的装置相对传统装置的偏移量减少幅度，超过了 $1/2$ 。

在本实施例中，跟实施例 1～3 相同，可以是衍射光栅设置在激

活层下侧的分布反馈型激光装置。并且,也可以将半导体的 n 导电型与 p 导电型调换。也可以是设有带移相部分的衍射光栅的分布反馈型激光装置。并且,也可以是其他材料的,例如 InP/AlGaInAs 系列的分布反馈型激光装置。另外,也可以是将调制器集成的分布反馈型激光装置。

(实施例 5)

本实施例的特征在于,跟实施例 4 相同,分布反馈型激光装置中设有两个光分布调整层 12a、12b。也就是如图 29 所示,设有实施例 2 的分布反馈型激光装置中的光分布调整层 12a 和实施例 3 的分布反馈型激光装置中的光分布调整层 12b。这两个光分布调整层 12a、12b 均设置在包覆层 18a 内。

图 29 中, n 导电型 InP 层 3 位于 n 导电型 InP 衬底 1 之上,在该层上面设有激活层 InGaAsP 层 4。激活层之上设有 p 导电型 InP 层 5,再往上,设置构成第一光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12a;其上再设置 p 导电型 InP 层 7。在该 p 导电型 InP 层 7 上,设置衍射光栅 16;继而设置 p 导电型 InP 层 8、9,以及构成第二光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12b,最后设置 p 导电型 InP 层 10。

接着,对图 29 所示的分布反馈型激光装置的制造方法进行说明。如图 30 所示,首先,在相同的成膜装置中,在 n 导电型 InP 衬底 1 上以自下而上的顺序形成:(1) n 导电型 InP 层 3;(2) InGaAsP 激活层 4;(3) p 导电型 InP 层 5;(4) p 导电型 InGaAsP 层 12a;(5) p 导电型 InP 层 7;(6) p 导电型 InGaAsP 膜 16;以及(7) p 导电型 InP 层 8。其生长处理中,可以采用 MOCVD、MBE、LPE 等方法。

此后,如图 31 所示,通过干涉曝光法、电子束曝光法和刻蚀法,对 p 导电型 InGaAsP 膜 16 与 p 导电型 InP 层 8 制作图案,形成栈状格子。其后,形成(8) p 导电型 InP 层 9,将衍射光栅的栈状格子之间的沟槽填埋;再形成(9) p 导电型 InGaAsP 层 12b;最后在上面形成(10) p 导电型 InP 层 10。

上述成膜处理中，在形成衍射光栅的刻蚀处理的前后，即刻蚀处理之前的第一成膜处理和刻蚀处理之后的第二成膜处理，可以采用（a1）同样的成膜处理装置；（a2）层厚面内分布类似的成膜处理装置；或者（a3）具有相同结构的成膜处理装置。

5 作为第一光分布调整层的 p 导电型 InGaAsP 层 12a 和形成衍射光栅的 p 导电型 InGaAsP 膜 16，均在上述刻蚀处理前进行成膜处理。因此，这两个 p 导电型 InGaAsP 层可通过连续成膜处理来形成。所以，这两个 p 导电型 InGaAsP 层的层厚与成分或者偏离折射率设计值的比例均大致相同。

10 在 p 导电型 InGaAsP 膜 16 厚度形成得较厚的场合，传统的分布反馈型激光振荡装置中光耦合系数会增大。但是，本实施例中，由于 p 导电型 InGaAsP 层 12a 也同样比例地加厚，沿波导厚度方向的电场强度分布 E 偏离设计时的电场强度分布 $E_{\text{设计}}$ ，向 p 导电型 InGaAsP 层 12a 的一侧偏移，即向远离衍射光栅的方向偏移（图 32）。由于
15 电场强度分布如此偏移有减小光耦合系数的作用，通过适当选择上述两个 p 导电型 InGaAsP 膜的厚度，可以使得因这两个厚度变动引起的光耦合系数的变动得到补偿。

另一方面，在 p 导电型 InGaAsP 膜 16 厚度形成得较薄的场合，光耦合系数减小。但是，此时 p 导电型 InGaAsP 层 12a 也因上述理由减薄。因此，沿波导厚度方向的电场强度分布，向衍射光栅侧偏移（图 33）。该电场强度分布的偏移使光耦合系数增大。从而，通过适当选择上述两个 p 导电型 InGaAsP 层的厚度，可使因这两个厚度变动引起的光耦合系数的变动得到补偿。

20 并且，将衍射光栅夹于中间的 p 导电型 InP 层 7 和 p 导电型 InP 层 8、9，因为通过上述（a1）、（a2）与（a3）的成膜处理装置成膜，所以形成相同的厚度面内分布。因此，这两层相对于设计值的偏差比例的面内分布大致相同。

因而，在 p 导电型 InP 层 7 形成得比设计值厚的场合，传统技

术中存在光耦合系数减小的现象。但是，本实施例中，由于 p 导电型 InP 层 8、9 也以相同的比例加厚，沿波导厚度方向的光电场强度分布 E ，比设计电场强度分布 $E_{\text{设计}}$ 更偏向衍射光栅一侧（图 34）。这种电场强度分布的偏移，具有使光耦合系数增加的作用，从而因两个层厚度的相同倾向的变动造成的光耦合系数的变动被相互抵消。结果，消除了制造时的层厚偏差引起的光耦合系数的变动。

另一方面，在 p 导电型 InP 层 7 形成得比设计值薄的场合，传统技术中存在光耦合系数增大的现象。但是，本实施例中，由于 p 导电型 InP 层 8、9 也以相同的比例减薄，沿波导厚度方向的光电场强度分布 E ，比设计电场强度分布 $E_{\text{设计}}$ 更远离衍射光栅侧（图 35）。这种电场强度分布的偏移，具有使光耦合系数增加的作用，从而因这两个层厚度的同倾向变动造成的光耦合系数变动被相互抵消。结果，消除了制造时因层厚偏差引起的光耦合系数的过大变动。

如上所述，通过本实施例中的分布反馈型激光装置的结构，可使因衍射光栅形成层的厚度与成分变动引起的光耦合系数的变动得到抑制。另外，将衍射光栅夹于中间的 p 导电型 InP 层的厚度变动引起的光耦合系数的变动，也因两侧 p 导电型 InP 层相同倾向的厚度变动对光耦合系数的相反方向作用而得到抑制。

在本实施例中，跟实施例 1~4 相同，可以是衍射光栅设置在激活层以下的分布反馈型激光装置，也可以是设有带移相部分的衍射光栅的分布反馈型激光装置。并且，也可以是其他材料的，例如 InP/AlGaInAs 系列的分布反馈型激光装置。另外，也可以是将调制器集成的分布反馈型激光装置。

（实施例 6）

如图 36 所示，分布反馈型激光装置 20 与调制器 30，在未作图示的半导体衬底上单片集成。上述实施例 1~5 中所示的任何一种分布反馈型激光装置均可用作分布反馈型激光装置 20。

在该单片集成的装置中，在电极 25a、25b 之间加电压，给激活

层4注入电流,光波在沿激活层振荡的同时,通过衍射光栅6、16等选择特定的波长,使特定波长的振荡得以继续。起振后的光经波导从激活层4传至调制器30的吸收层34,通过加于调制器的电极25a、25c之间的电压进行调制。

5 由于该分布反馈型激光装置中采用实施例1~5所述的某一分布反馈型激光装置,可以大幅度抑制制造时的偏差引起的光耦合系数的变动。而且,由于分布反馈型激光装置与调制器被一体化集成于单片,可以实现装置的小型化。另外,通过一系列处理工序使两个装置做成一体,可以使生产能力得到提高。

10 上述的实施例1~6中的任一种光分布调整层的折射率,均可高于包覆层的折射率。通过这种结构,光分布调整层可以有效地将电场强度分布拉近。

 上述的实施例1~6中,在衍射光栅和含衍射光栅的包覆层形成时,在相当于衍射光栅下层的部位形成下包覆层,在下包覆层上形成用以形成衍射光栅的衍射光栅膜,对该衍射光栅膜进行刻蚀处理而形成包含栈状格子的衍射光栅,进而在该衍射光栅上形成上包覆层,以将所述的被刻蚀部分填埋;这时,下包覆层的成膜处理和上包覆层的成膜处理可以采用:(a1)同样的成膜处理装置;(a2)层厚的面内分布类似的成膜处理装置;以及(a3)具有同样结构的成膜处理装置。

20 以上述结构进行位于衍射光栅上下的上包覆层与下包覆层的成膜处理,可以形成具有相同偏差倾向的膜层。因此,基于衍射光栅膜与光分布调整层的相同的偏差倾向,使光耦合系数得到了抑制,可将这两个包覆层制造时的偏差引起的光耦合系数变动的主要因素相互抵消。其结果,可以抑制制造偏差引起的光耦合系数的变动,使生产合格率得到提高。

图 1

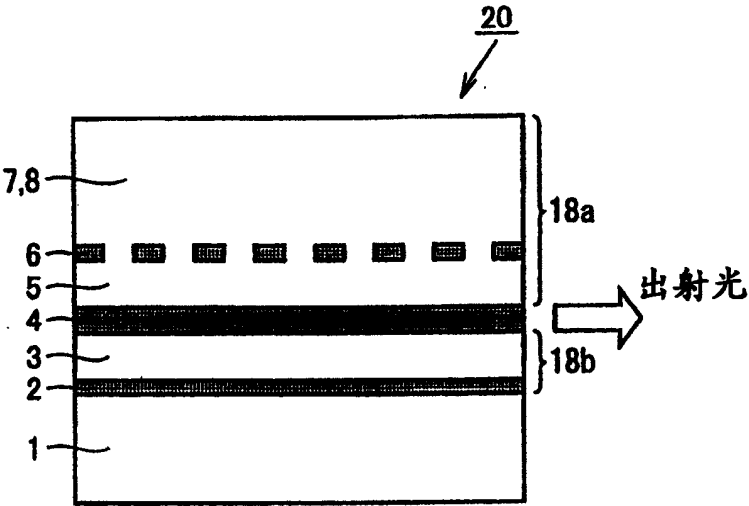


图 2

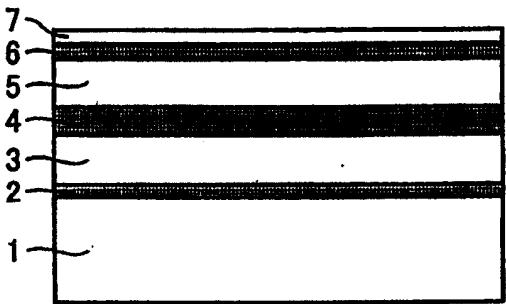


图 3

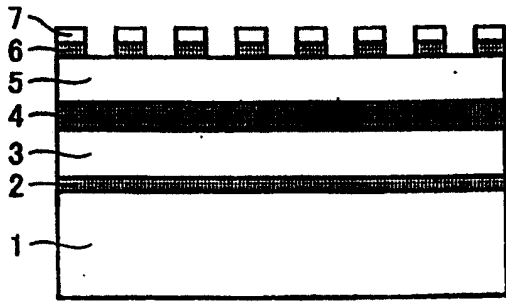


图 4

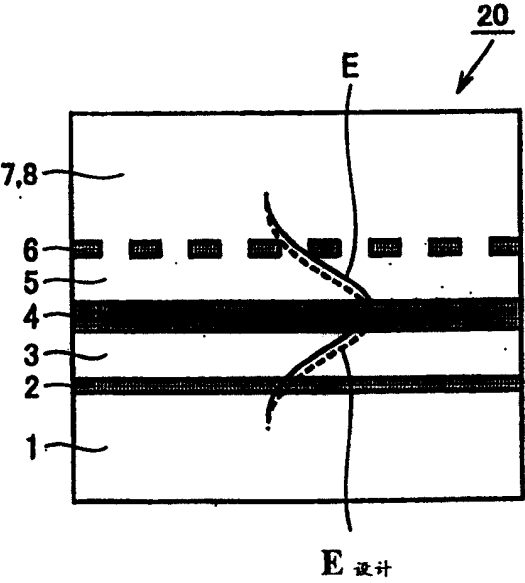
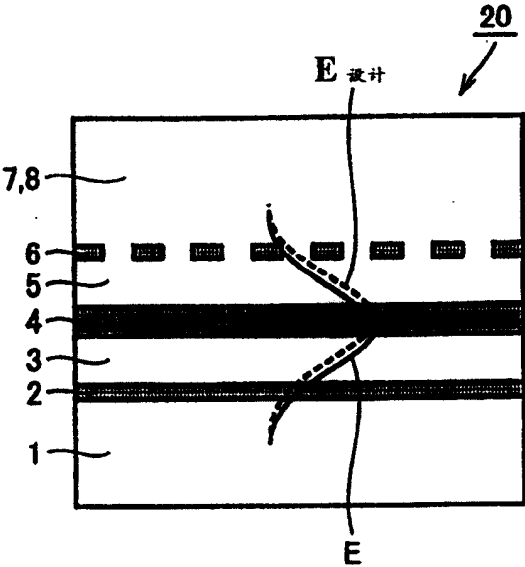


图 5

图 6

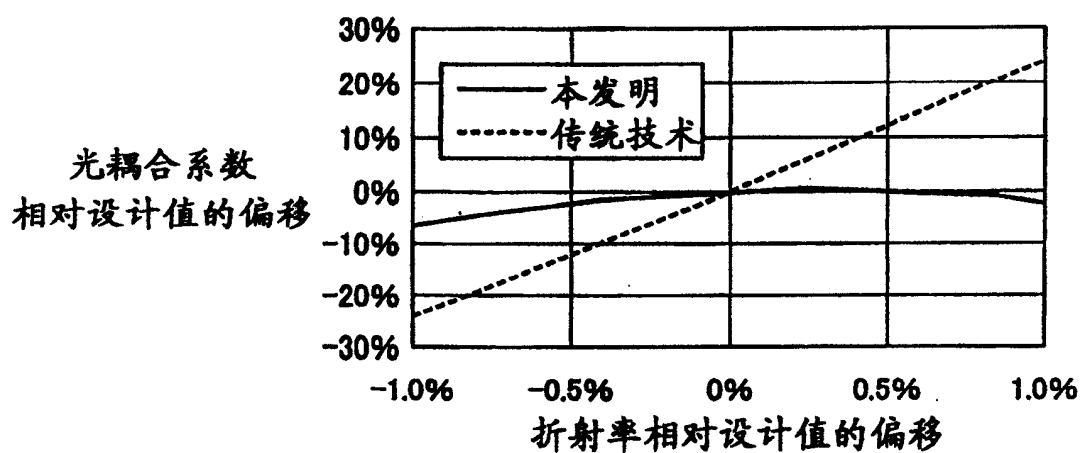
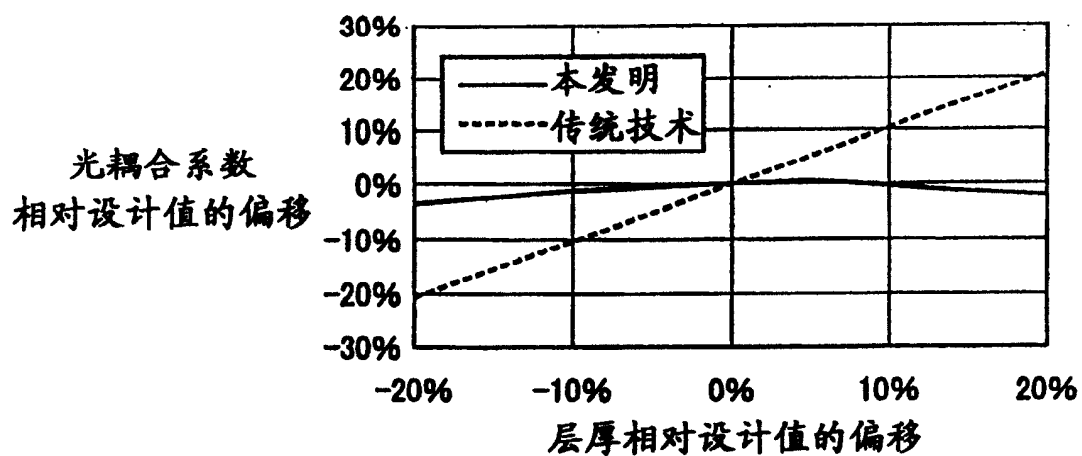


图 7

图 8

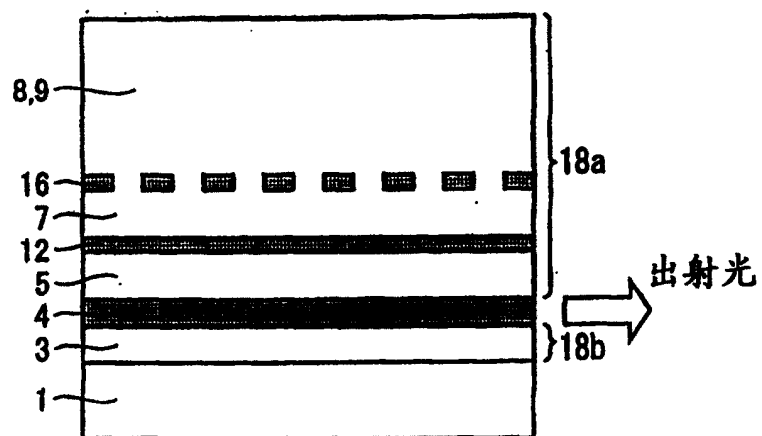


图 9

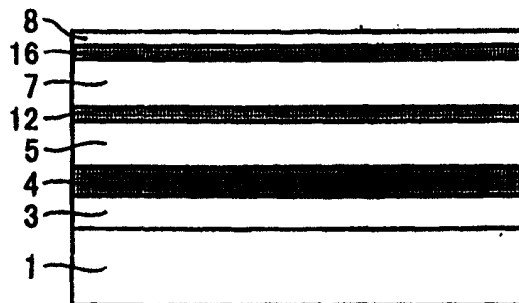


图 10

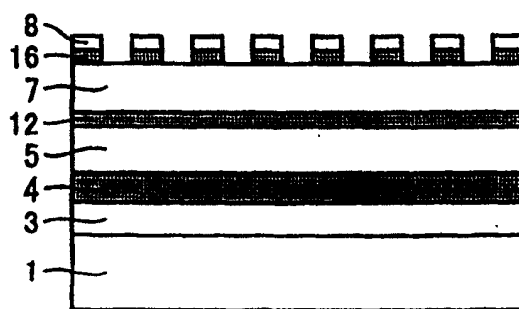


图 11

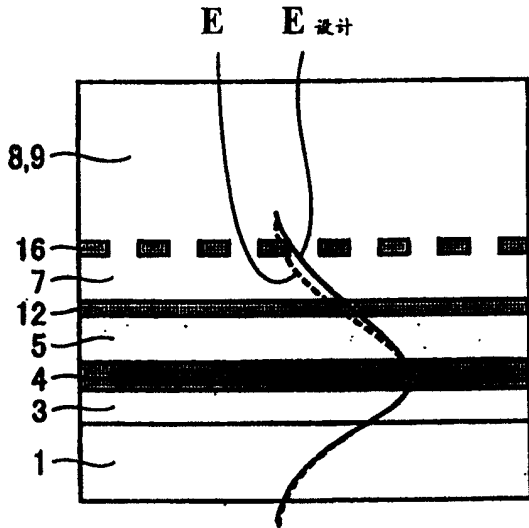
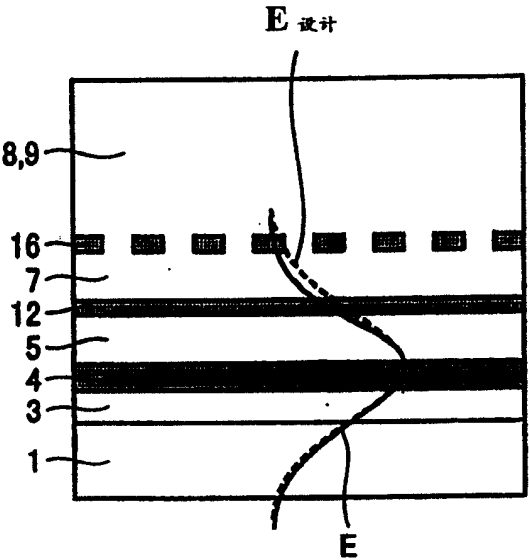


图 12

图 13

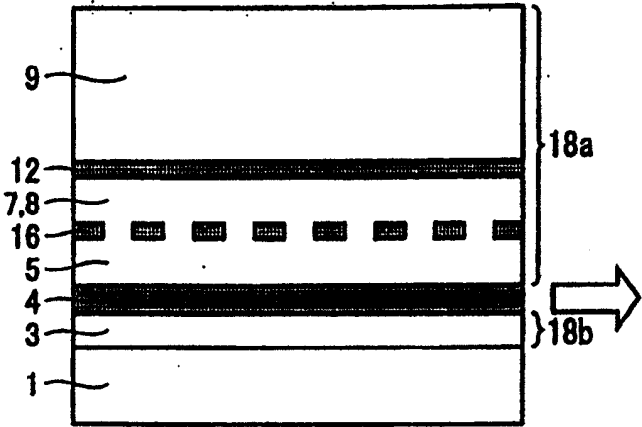


图 14

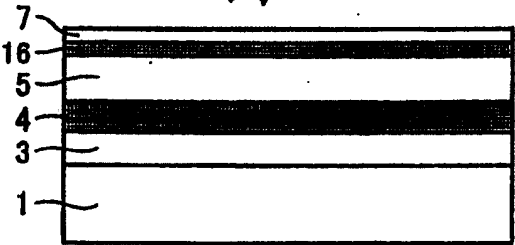


图 15

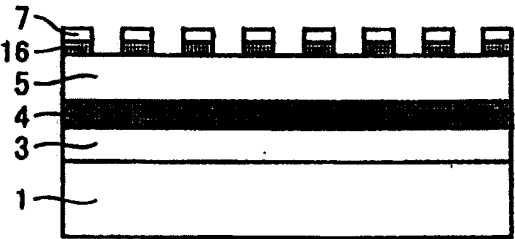


图 16

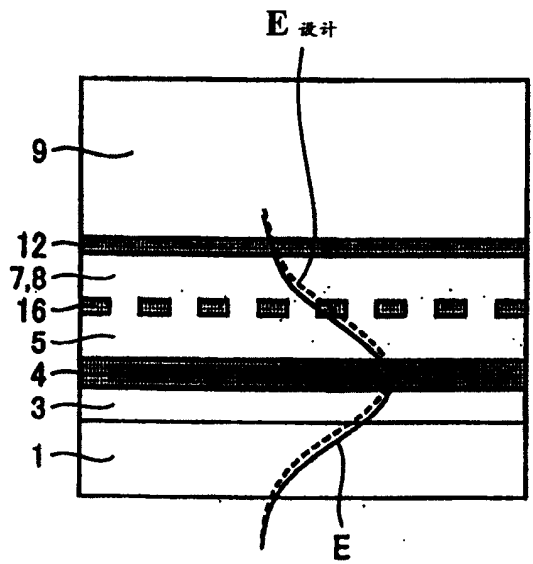
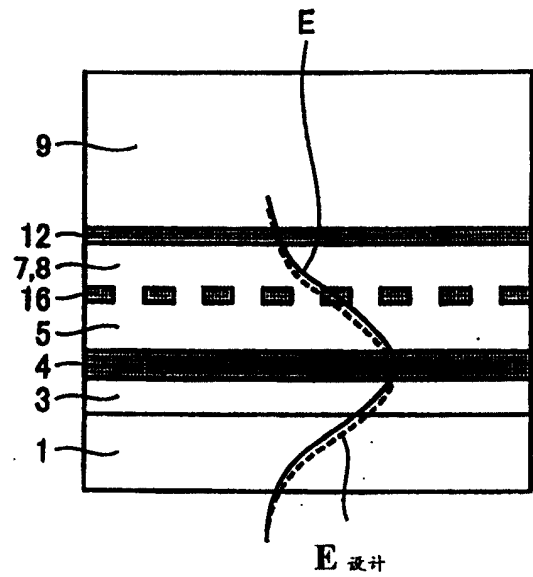


图 17

图 18

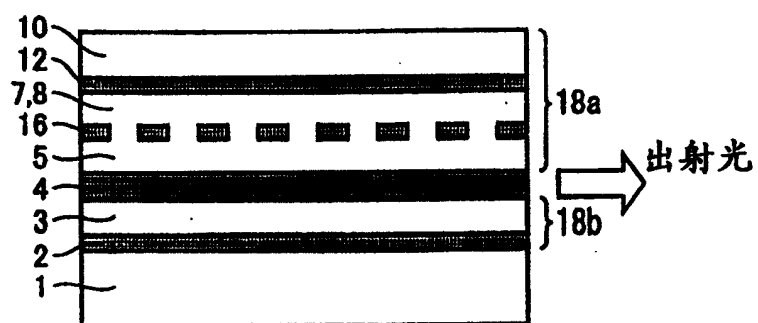
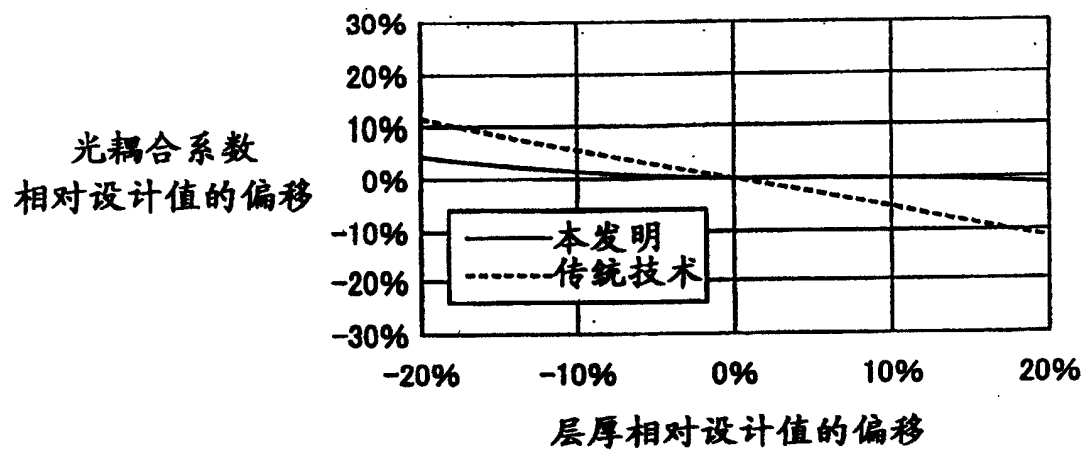


图 19

图 20

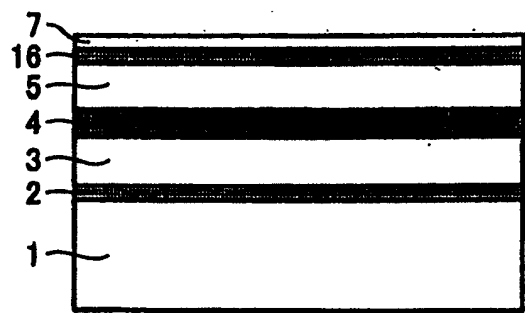


图 21

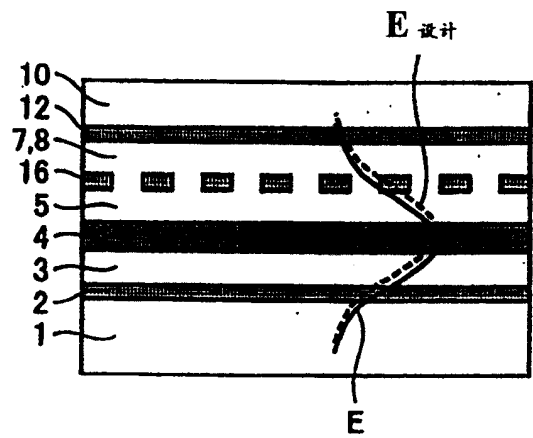
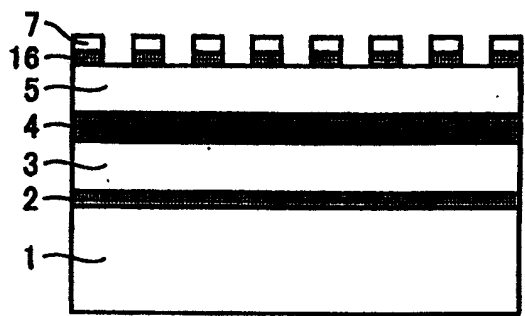


图 22

图 23

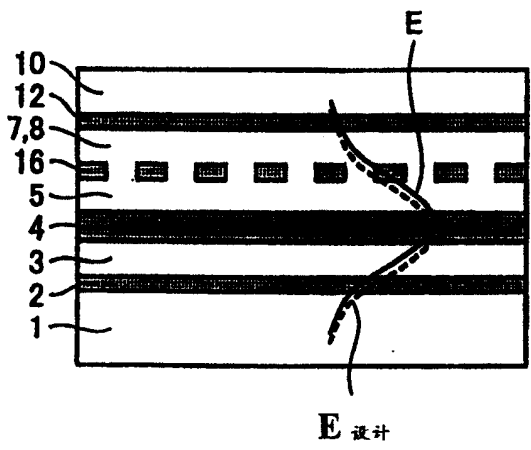
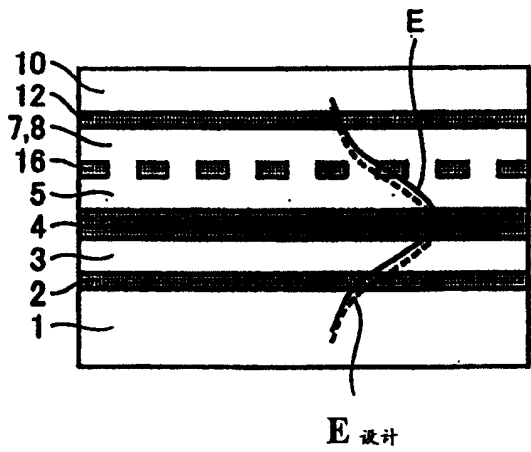


图 24

图 25

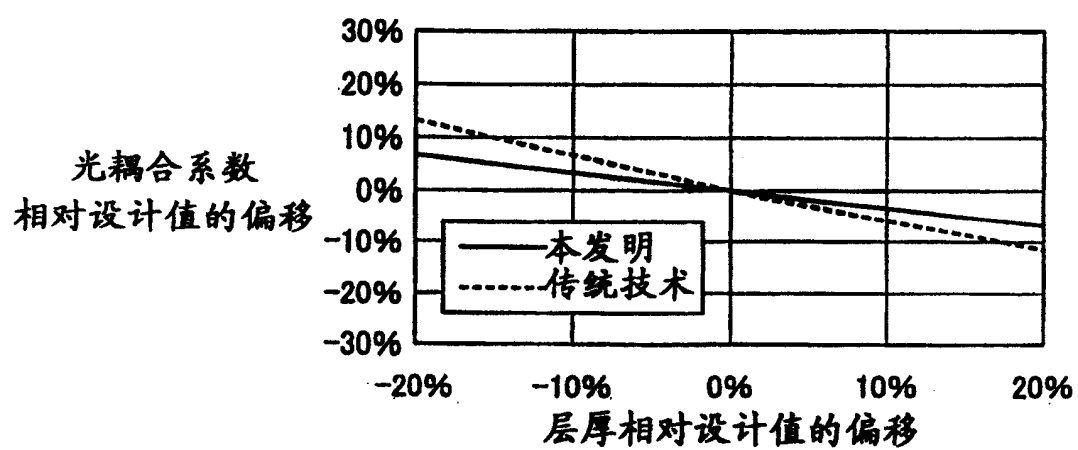
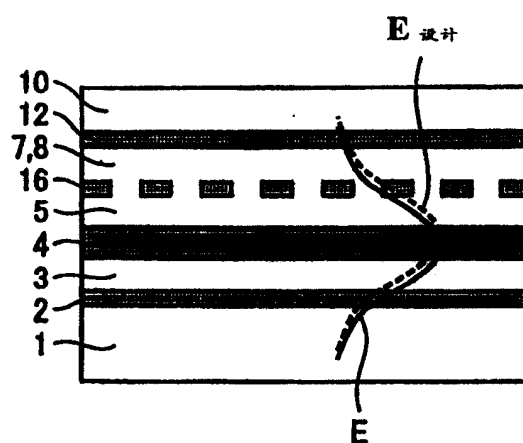


图 26

图 27

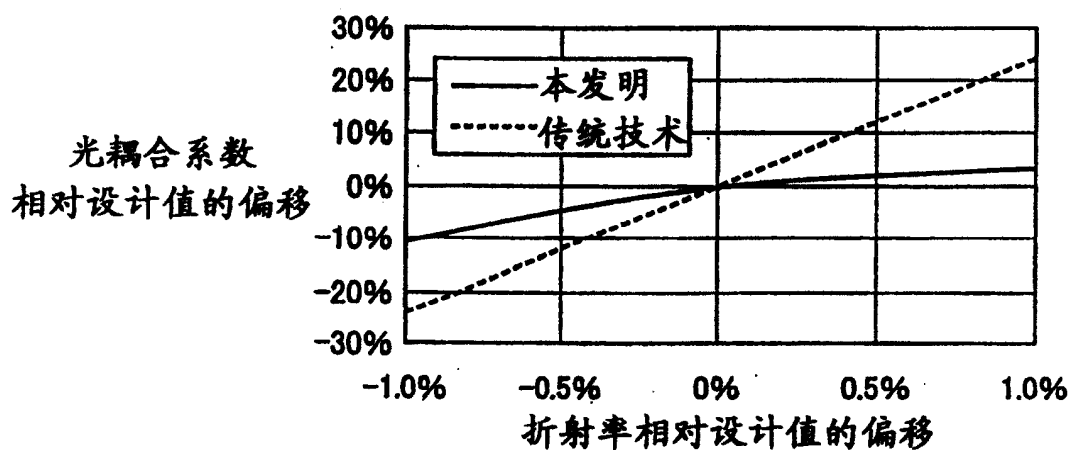
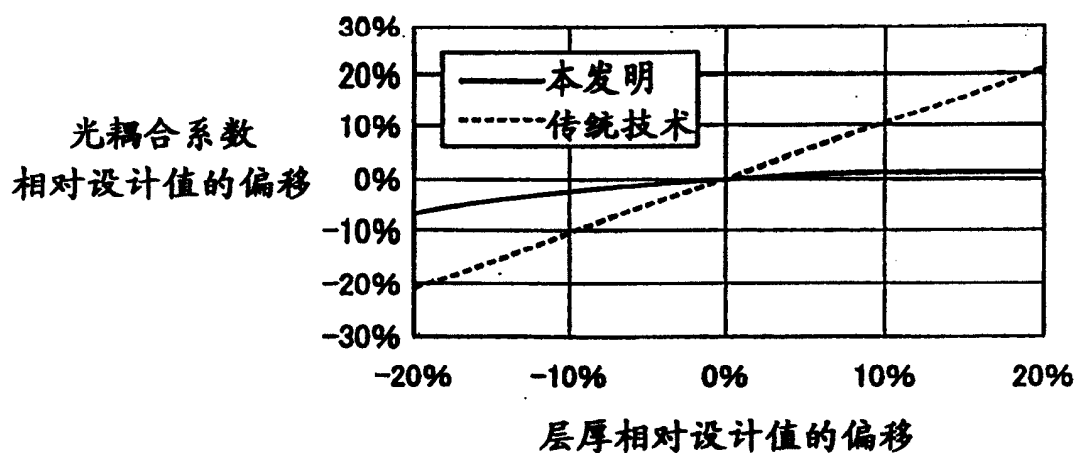


图 28

图 29

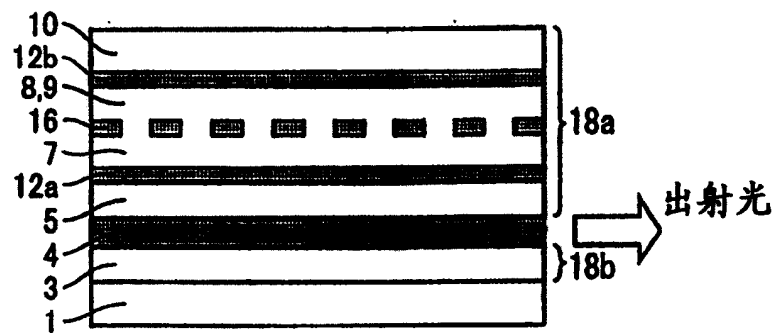


图 30

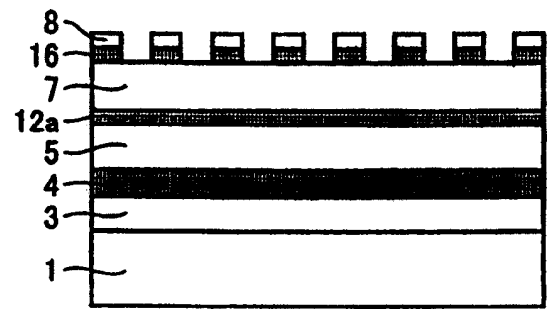
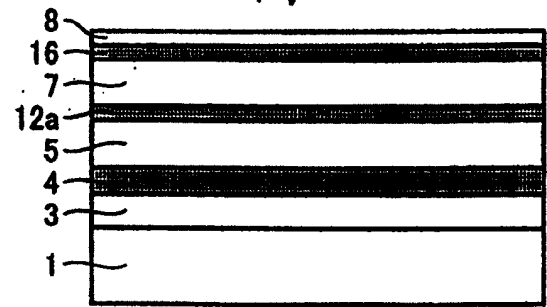


图 31

图 32

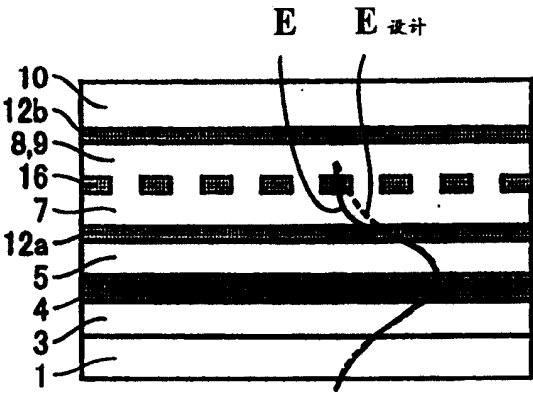


图 33

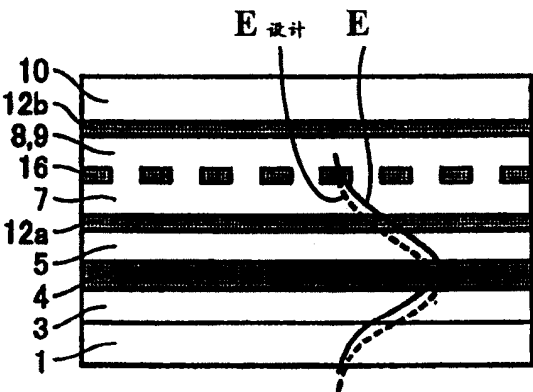
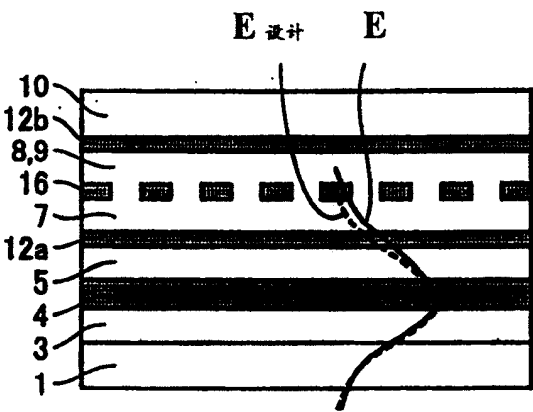


图 34

图 35

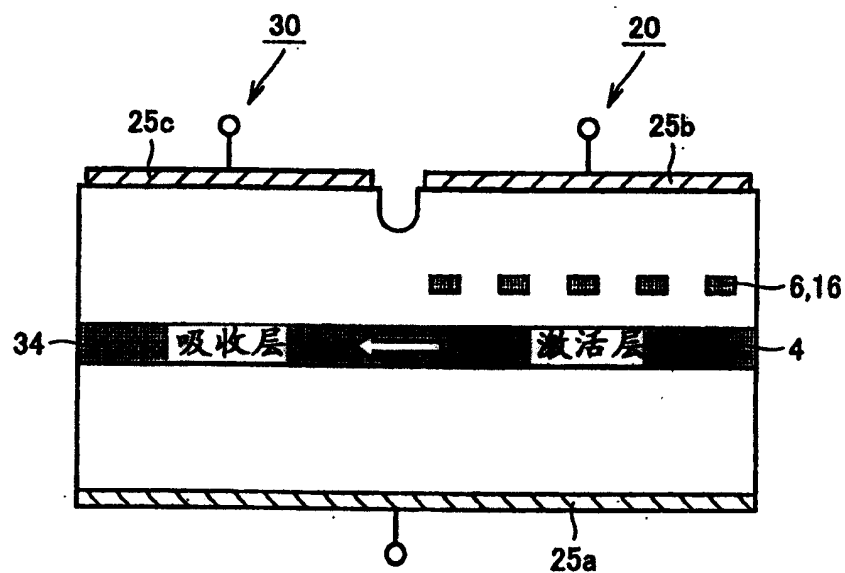
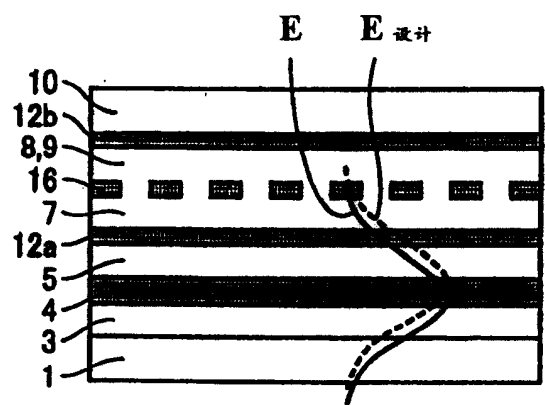


图 36

图 37 现有技术

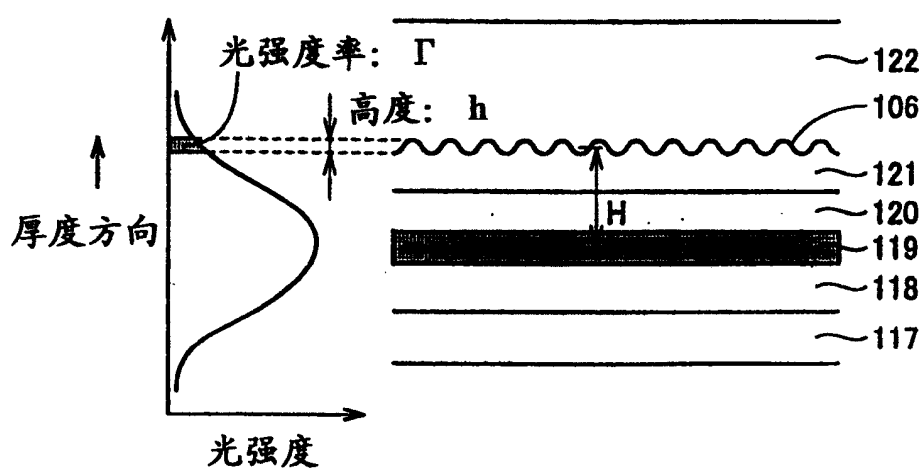
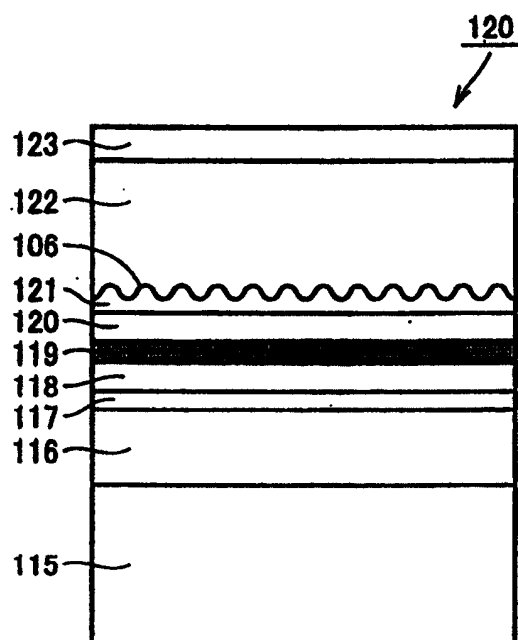


图 38B 现有技术 图 38A 现有技术

图 39 现有技术

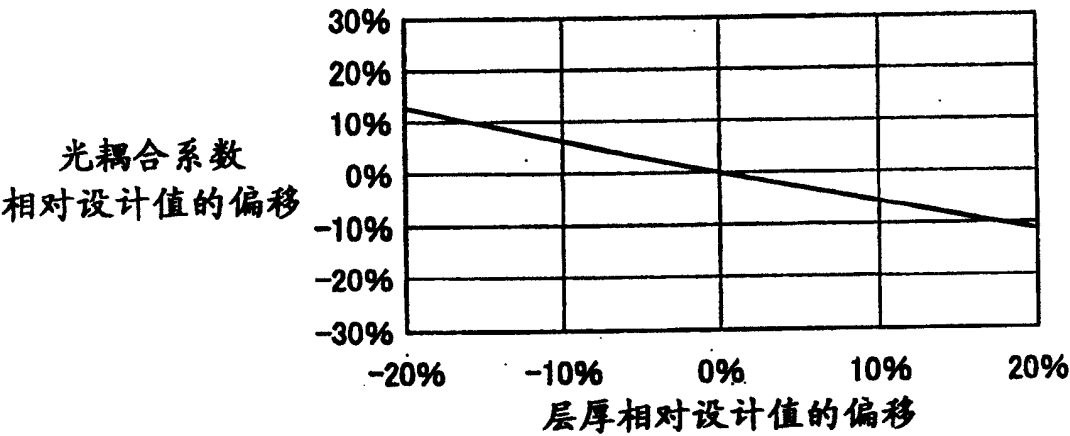
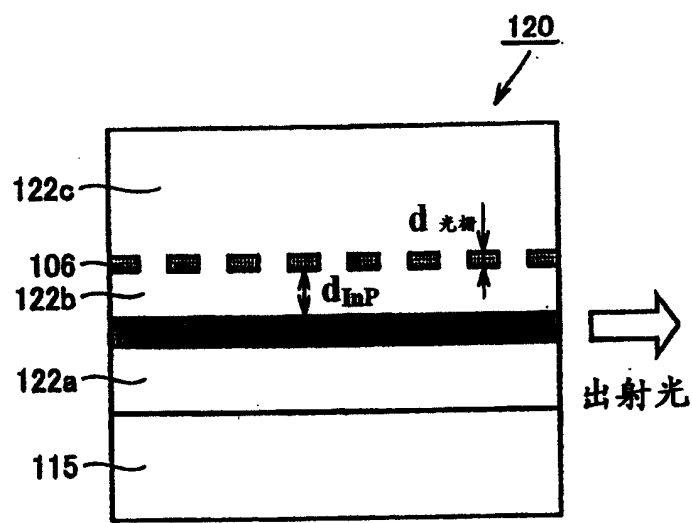


图 40 现有技术

图 41 现有技术

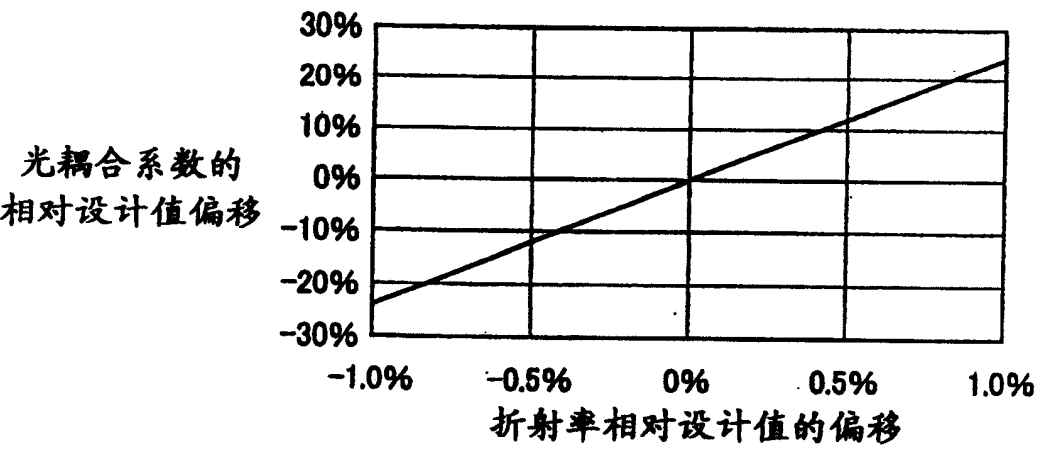
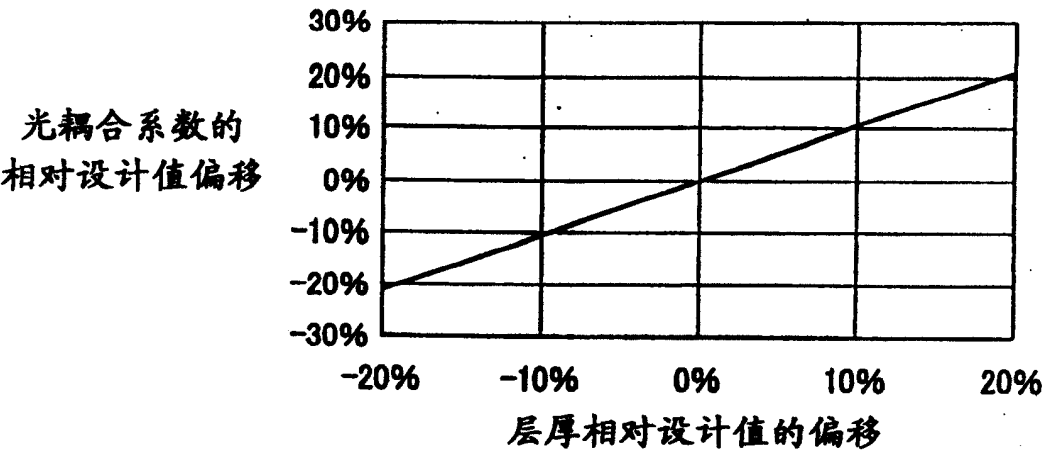


图 42 现有技术