



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01119278.X

[45] 授权公告日 2005 年 3 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1193245C

[22] 申请日 2001.3.22 [21] 申请号 01119278.X

[30] 优先权

[32] 2000.3.22 [33] JP [31] 80888/2000

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 北冈康夫 横山敏史 山本和久

审查员 马 燕

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

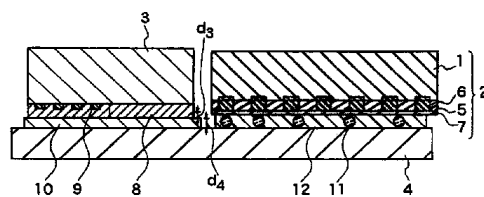
代理人 陈景峻

权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 13 页

[54] 发明名称 光波导器件集成模块及其制造方法

[57] 摘要

将半导体激光器和其一个基板表面上形成光波导的光波导器件设置在一装配件上。该半导体激光器和光波导器件，按照分别具有活性层和形成有光波导的一个表面朝向装配件的方式安装。用带有间隔物的粘合剂将该装配件与半导体激光器或光波导器件组合成一体，间隔物介于其间以保持均匀的间距，由此可自动地进行高度方向的位置调整，并在高精度光耦合的条件下进行安装。于是，得到一种光波导器件集成模块及其制作方法，其中半导体激光器和平面光波导器件以其高度方向的位置受控的方式被高精度地安装。



1. 一种光波导器件集成模块，包括：
  - 一半导体激光器，它包含一个活性层和形成有该活性层的表面；
  - 5 一光波导器件，它包含形成在一基板上的光波导，和形成有光波导的表面；以及
  - 一装配件，其中半导体激光器和光波导器件都安装在该装配件上，其形成有活性层的表面和形成有光波导的表面都朝向该装配件，而且
- 10 用介于其间并带有间隔物的粘合剂，将该装配件与半导体激光器或光波导器件组合成一体，该间隔物使装配件与半导体激光器或光波导器件保持基本均匀的距离，
  - 其中间隔物由包括玻璃、树脂、和陶瓷的一组中选出的至少一种材料制成的。
- 15 2. 根据权利要求 1 的光波导器件集成模块，其中间隔物是球形体或圆柱体。
  3. 根据权利要求 1 的光波导器件集成模块，其中选择间隔物的尺寸，由此在将半导体激光器发出的光束耦合到光波导的过程中获得最大光耦合效率。
  4. 根据权利要求 1 的光波导器件集成模块，其中存在有若干间隔物。
  - 20 5. 根据权利要求 4 的光波导器件集成模块，其中若干间隔物分布在光波导器件或半导体激光器与装配件之间的一单层中。
  6. 根据权利要求 1 的光波导器件集成模块，其中间隔物与粘合剂混合。
  7. 根据权利要求 4 的光波导器件集成模块，其中与粘合剂混合的若干间隔物的量不大于 30vol.%。
- 25 8. 根据权利要求 2 的光波导器件集成模块，其中要满足关系式  $d_1+d_2+\Delta \cong d_3+d_4$ ，其中  $d_1$  是球形体或圆柱体的直径， $d_2$  是从波导器件表面到光波导中激光束波导模式强度到达其峰值的位置的距离， $d_3$  是从半导体激光器形成有活性层的表面到半导体激光器所发射激光束强度达到其峰值的位置的距离， $d_4$  是在装配件上安装半导体激光器所用粘合剂的厚度，而  $\Delta$  是光波导中激光束波导模式
- 30 强度达到其峰值位置，与半导体激光器所发出激光束耦合到光波导中得到最大

光耦合效率位置之间的距离。

9. 根据权利要求 8 的光波导器件集成模块, 其中当光波导中的激光束波导模式具有对称形状, 而相对于基板厚度方向形状不对称时,  $\Delta \cong 0$  和  $\Delta = \alpha$ , 其中  $\alpha$  代表光波导中激光束波导模式强度达到其峰值的位置与与半导体激光器所发出激光束耦合到光波导中得到最大光耦合效率的位置之间的距离。

10. 根据权利要求 4 的光波导器件集成模块, 其中若干间隔物具有基本相同的尺寸。

11. 根据权利要求 1 的光波导器件集成模块, 其中光波导器件是带有偏振态周期性交变区的准相位匹配二次谐波发生器件。

10 12 根据权利要求 1 的光波导器件集成模块, 其中光波导器件中的粘合剂是可紫外固化的粘合剂。

13. 根据权利要求 1 的光波导器件集成模块, 其中固定半导体激光器所用的粘合剂是焊锡或导电胶。

15 14. 根据权利要求 2 的光波导器件集成模块, 其中球形体具有不大于  $10\mu\text{m}$  的均匀颗粒尺寸。

15. 根据权利要求 2 的光波导器件集成模块, 其中圆柱体具有  $10\mu\text{m}$  至  $100\mu\text{m}$  的平均长度。

16. 一种制作光波导器件集成模块的方法, 该模块包括安装在一装配件上的半导体激光器和光波导器件, 其形成有一层活性层的半导体激光器的一个表面和光波导器件形成有光波导的一个表面都朝向装配件,

20 该方法包括: 将半导体激光器和光波导器件至少之一用粘合剂安装到装配件上, 在半导体激光器或光波导器件与装配件之间存在间隔物, 该间隔物使装配件与半导体激光器或光波导器件保持基本均匀的距离,

25 其中间隔物是球形体或圆柱体, 并且该球形体或圆柱体由玻璃、树脂和陶瓷组成的一组中选出的至少一种材料制成。

17. 根据权利要求 16 制作光波导器件集成模块的方法, 其中间隔物是球形体或圆柱体。

18. 根据权利要求 16 制作光波导器件集成模块的方法, 其中光波导器件和半导体激光器至少之一是通过在该至少之一上施加载荷而安装到装配件上的。

30 19. 根据权利要求 16 制作光波导器件集成模块的方法, 其中选择间隔物的

尺寸，由此在半导体激光器发出的光束与光波导器件中形成的光波导之间进行耦合时获得最大光耦合效率。

20. 根据权利要求16制作光波导器件集成模块的方法，其中存在有若干间隔物，该若干间隔物分布在光波导器件或半导体激光器与装配件之间的一单层  
5 中。

21. 根据权利要求18制作光波导器件集成模块的方法，其中载荷的中心位置在：当若干间隔物位于一个位置时在若干间隔物附近；当若干间隔物放置在两个位置时在两点之间的连线上；或者当在三个或更多位置上放置若干间隔物时在三个或更多点之间连线限定的区域中；并且在光波导器件或半导体激光器  
10 上。

22. 根据权利要求16制作光波导器件集成模块的方法，其中在装配件上安装光波导器件和半导体激光器至少之一时，所用夹具与光波导器件或半导体激光器接触部分的面积比光波导器件或半导体激光器的面积要小。

23. 根据权利要求18制作光波导器件集成模块的方法，其中光波导器件所  
15 加载荷不超过500g。

24. 根据权利要求16制作光波导器件集成模块的方法，其中间隔物与粘合剂混合在一起。

25. 根据权利要求20制作光波导器件集成模块的方法，其中若干间隔物与粘合剂的混合比例不大于30vol%。

26. 根据权利要求16制作光波导器件集成模块的方法，其中在半导体激光器发射光束的条件进行光波导器件的位置调整，然后将光波导器件安装在装配件上。  
20

27. 根据权利要求16制作光波导器件集成模块的方法，其中光波导器件是周期性交变偏振态区的准相位匹配二次谐波发生器件。

28. 根据权利要求20制作光波导器件集成模块的方法，其中若干间隔物具有基本相同的尺寸。  
25

29. 根据权利要求16制作光波导器件集成模块的方法，其中粘合剂是可紫外固化的制剂。

30. 根据权利要求17制作光波导器件集成模块的方法，其中球形体具有不  
30 大于10 $\mu\text{m}$ 的平均颗粒尺寸。

31. 根据权利要求 17 制作光波导器件集成模块的方法，其中圆柱体具有  $10\mu\text{m}$  至  $100\mu\text{m}$  的平均长度。

32. 根据权利要求 16 制作光波导器件集成模块的方法，其中将粘合剂涂覆到装配件上，在光波导与装配件之间有粘合剂的情况下，调整半导体激光器与  
5 光波导器件之间的光耦合，然后固定光波导器件。

## 光波导器件集成模块及其制造方法

5 本发明涉及一种带有安置在装配件上的半导体激光和光波导器件的光波导器件集成模块，及其制造方法。

在光通信领域中，开发出包括集成在石英基质光波导线路板上的半导体激光器，电子组件，光纤等等的混合集成光学模块是十分重要的。这是减低模块尺寸与成本所必不可少的技术。在这种技术中，为减少传递损耗高精度地固定  
10 每个元件是很重要的。

有人提出了一种表面安置的光学模块，其中半导体激光器和单模光纤用 V 型槽硅基板直接粘合（IEICE（电子，信息与通信工程研究院）会议 1997, C-3-63）。图 12 表示了一种结构图。对准键 26 形成在硅基板 24 和半导体激光器 25 上。对准键用于成像识别，以便检测 V 型槽的中心和半导体激光器 25 的发光  
15 点位置。由此进行高精度地位置调整。用硅基板 24 的 V 型槽 27，可以实现在 x 方向大约 $\pm 0.61\mu\text{m}$  和 z 方向大约 $\pm 1\mu\text{m}$  的安装偏差。光纤 28 精确地安置在 V 型槽 27 中。V 型槽 27 是通过硅的各向异性刻蚀而高精度地形成的。类似地，光纤 28 是以其外尺寸和芯区中心高精度受控条件下生产的。而且，将光纤装配和固定到 V 型槽 27 中，使得光纤 28 可以相对于半导体激光器 25 高精度地  
20 固定。

另一方面，为了提高光盘的密度和显示清晰度，就需要小的短波光源。获得短波光的技术包括采用半导体激光器的蓝光发生器和采用准相位匹配（下文称为“QPM”）系统（Yamamoto 等人，光学通讯，Vol.16, No.15, p1156（1991））的光波导谐波发生器（下文称为“SHG”）。

25 图 13 表示了采用光波导 QPM-SHG 器件的蓝光光源的结构示意图。所采用的半导体激光器是，具有分布式布喇格反射器（下文称为“DBR”）区的可变波长半导体激光器（下文称为“波长可变的 DBR 半导体激光器”）。数字 29 是  $0.85\mu\text{m}$  区上的 100mW 级 AlGaAs 基质的波长可变 DBR 半导体激光器。半导体激光器包括活性层区和 DBR 区。改变施加到 DBR 区的电流量，使发射波  
30 长发生改变。

用作波长变换器件的光波导 QPM-SHG 器件 30 包括形成在 X-截割掺镁的 LiNbO<sub>3</sub> 基板上的光波导和一个其偏振态周期性交变的区域。在形成有光波导的表面上形成二氧化硅保护膜 31。固定波长可变的 DBR 半导体激光器 29 和光波导 QPM-SHG 器件 30，以使得活性层和形成有光波导的表面分别与装  
5 配件 32 接触（下文称为“朝下安装”）。从波长可变 DBR 半导体激光器 29 的发射表面（光束离开激光器 29 的表面）发出的激光束直接耦合到光波导 QPM-SHG 器件 30 的光波导中。

用半导体激光器发出的光束调整光耦合，且对于 100mW 的激光输出，要有 60mW 激光束耦合到光波导中。控制施加到波长可变 DBR 半导体激光器的  
10 DBR 区域的电流量，且由此将发射波长设定在光波导 QPM-SHG 器件的相位匹配公差范围内。目前，已经可以得到具有 425nm 波长的约 10mW 蓝光。

在集成有半导体激光和光纤的光学模块中，光纤被安置在形成于硅装配件上的 V 型槽中，而半导体激光器用 V 型槽作为参考位置进行安置。光纤为圆柱形的，且具有形成在其中心的芯部（光传播区）。通过高精度控制其直径来  
15 形成该光纤。此外，硅装配件上的 V 型槽也是通过硅的各向异性刻蚀而高精度地形成的。因此，安装光纤时，作为光纤中心的芯部是相对于硅装配件经过高精度地调整的。另一方面，用于定位半导体激光器的对准键也参考 V 型槽而形成，由此也可以高精度地安装半导体激光器。

在具有通过质子交换或 Ti 扩散而形成在 LiNbO<sub>3</sub> 基板表面上波导的平面光  
20 波导器件中（除了同轴中心具有光波导层（芯）的光波导器件，如光纤，之外的器件，在本发明中称为“平面波导器件”），基板表面到光波导距离受到高精度地控制。在包括半导体激光器和平面光波导器件的集成模块中，以朝下安装的方式，用钎焊材料固定半导体激光器，用粘合剂固定光波导器件。一般地，在半导体激光器中，活性层形成在 n 型基板上，而 P 型包层和接下来的 p 端电  
25 极形成在其上。而且，p 端表面到活性层的距离是约 3 $\mu$ m。钎焊材料的厚度大约为 1 至 2 $\mu$ m。从而，安装完成之后活性层到装配件的距离大约为 4 至 5 $\mu$ m。通过调整安装过程中施加到半导体激光器上的压力值，该距离可以被控制在大约 $\pm$ 0.2 $\mu$ m。

另一方面，由于平面光波导器件的光波导部分形成在基板的表面上，基板  
30 到光波导部分距离大约为 1 $\mu$ m。因此，半导体激光器活性层与光波导器件的光

波导部分之间存在着大约 3 至 4 $\mu\text{m}$  量级的差。因此，在半导体激光器没有发出光束的情况下，难以进行调整（下文称为“无源安装”）。

已经提出的方法包括在平面光波导器件上形成厚膜，以使得半导体激光器活性层的水平面和平面光波导器件的光波导部分彼此吻合。但是这种方法有下列问题：

1. 由于形成厚膜时基板的温度升高，致使光波导的制作条件改变，尤其是，在采用 QPM 系统的 SHG 器件的情况下，相位匹配波长可能改变，且波长转换特性可以随光波导折射率的改变而变劣。
2. 在成型之后，厚膜收缩因而基板可能弯曲变形。这种弯曲使在装配  
10 件上安装器件较为困难。
3. 厚膜大约有几个微米厚。所以，难以控制使其厚度均匀。
4. 在用粘合剂固定光波导器件过程中，当粘合剂厚度不均匀时从装配  
件传递过来的热不可能是均匀的。所以，尤其是在采用 QPM 系统波长转换器  
件中，相位匹配波长可能改变，或者波长转换特性可能变劣。

15 另一方面，在宽度方向调整半导体激光器和平面光波导器件之间的光耦合过程中，通常是在光耦合调整之后涂粘合剂，然后干燥固定之。所以，在涂粘合剂过程中或粘合剂固化时发生收缩情况下，由所产生的力可能会出现调整之后的失调。

在利用二次谐波发射效应的光波导 QPM-SHG 器件中，所得到的谐波光  
20 功率正比于被耦合的基波功率的平方。所以，提高耦合效率和减少抽样间差别是十分重要的。

所以，本发明的目的是解决上述问题，并提供一种集成的光波导器件模块，其中半导体激光器和平面光波导器件被安装在各自的位置上。在其高度方向受到高精度的控制，并且还提供一种制作该模块的安装方法。

25 为了实现上述目的，本发明的光波导器件集成模块包括：置于装配件上的半导体激光器和光波导器件。该光波导器件包括形成在其基板表面上的光波导。半导体激光器和光波导器件安装在装配件上，其中在半导体激光器的两侧表面上都形成有活性层，而光波导器件形成有光波导的一个表面朝着装配件。用粘合剂将该装配件与半导体激光器或者光波导器件组成一体，并一间隔件插  
30 在两者之间。间隔件使装配件与半导体激光器或者光波导器件之间保持基本均



匀的距离。

制作本发明的光波导器件集成模块的方法，指出了制作包括安装在装配件上的半导体激光器和光波导器件的光波导器件集成模块的方法，该半导体激光器的两侧表面都形成有活性层，而光波导器件形成有光波导的一个表面朝着装配件。该方法包括：用粘合剂在装配件上安装至少一个半导体激光器和光波导器件。且在装配件与半导体激光器或者光波导器件之间有一个间隔件。该间隔件使装配件与半导体激光器或者光波导器件之间保持基本均匀的距离。

图 1 是本发明第一实施例 SHG 蓝光光源的结构图。

图 2 是表示与本发明第一实施例光波导 QPM-SHG 器件基波对应的波导模式图。

图 3 是表示根据本发明第一实施例，当玻璃珠直径改变时，半导体激光器发射模与光波导 QPM-SHG 器件波导模式之间耦合的最大光耦合效率变化曲线图。

图 4 是本发明第一实施例凸脊 QPM-SHG 器件的透视图。

图 5A-5D 是本发明第一实施例 SHG 蓝光光源的装配图。

图 6A-6C 是解释本发明第一实施例定位情况的示意图。

图 7A 和 7B 是解释本发明第一实施例采用圆柱体的安装方法示意图。

图 8A-8D 是本发明第二实施例 SHG 蓝光光源的装配图。

图 9A-9C 是本发明第三实施例 SHG 蓝光光源的装配图。

图 10 是本发明第三实施例紫外固化剂粘度与移动精度的曲线图。

图 11 是本发明第四实施例 SHG 蓝光光源的结构图。

图 12 是传统技术实例中用直接粘合所得到的表面安装的光学模块的结构图。

图 13 是传统技术实例中直接粘合的 SHG 蓝光光源的结构图。

在本发明中，采用间隔件可以在安装过程加压时保持装配件与半导体激光器或者光波导器件之间基本均匀的距离。在本文中，“基本均匀的距离”是指距离的变化范围优选地是大约 10%。优选的是，可采用均匀形状的，如球形或圆柱形的间隔件。

在本发明中，适宜根据球形或圆柱体的尺寸调整装配件表面到光波导的距离，以便在半导体激光器所发出光束到光波导的耦合中获得最大耦合效率。

适宜采用多个球形或圆柱体。

优选地，球形或圆柱体在装配件与光波导器件或者半导体激光器之间铺一层。在这种具体情况下，“铺一层球形或圆柱体”的表述是指，将各个球形或圆柱体分布成彼此之间不叠落地状态。

5 在半导体激光器的情况下，优选的是球形或圆柱体与粘合剂混合。

与粘合剂混合的球形或圆柱体量适宜不大于 30 vol.%，更为优选地，是在 0.1vol.%至 20vol.%之间的范围。

优选地，球形或圆柱体具有基本上相同的尺寸。在本文中，术语“基本上”是指彼此之间的尺寸稍有不同，具体地，差别在±10%是可接受的。

10 优选地，光波导器件是具有偏振态周期性交替区域的准相位匹配波长转换器件。

此外优选地，球形或圆柱体用至少从下列一组中选出的一种材料制成：玻璃材料，树脂如：丙烯酸树脂、含有聚二乙烯基苯的树脂、甲醛浓缩树脂等等，以及陶瓷。

15 优选地，光波导器件中的粘合剂经紫外光照射已固化。

优选地，用于固定半导体激光器的粘合剂是焊锡或导电胶。

优选地，球形体具有不大于 10 $\mu$ m 的平均颗粒尺寸，更为优选地是在 1 $\mu$ m 至 9 $\mu$ m 范围。

优选地，圆柱体具有 10 $\mu$ m 至 100 $\mu$ m 的平均长度。

20 而且优选是，满足关系式  $d_1+d_2+\Delta \cong d_3+d_4$ ，其中  $d_1$  是球形或圆柱体的直径， $d_2$  是从波导器件表面到光波导中激光束波导模式强度到达其峰值的位置的距离， $d_3$  是从半导体激光器形成有活性层的表面到半导体激光器所发射激光束强度达到其峰值的位置的距离， $d_4$  是在装配件上安装半导体激光器所用粘合剂的厚度，而  $\Delta$  是光波导中激光束波导模式强度达到其峰值位置，与半导体激光器所发出激光束耦合到光波导中得到最大光耦合效率位置之间的距离。

25 而且优选地，当光波导中的激光束波导模式具有对称形状，而相对于基板厚度方向的不对称形状时， $\Delta \cong 0$  和  $\Delta = a$ ，其中  $a$  代表光波导中激光束波导模式强度达到其峰值的位置与与半导体激光器所发出激光束耦合到光波导中得到最大光耦合效率的位置之间的距离。

30 在本发明的安装方法中，优选地，光波导器件中的光耦合调整是在半导体

激光器发射光束的条件进行的。

优选地，粘合剂是在紫外光照射下固化的紫外固化树脂。可用于本发明的紫外固化树脂包括那些通过混合例如丙烯酸单体、低聚物（诸如具有 1000 至 5000 分子量的聚酯-，聚氨酯-，或环氧-丙烯酸酯等等），光致引发剂（二苯甲酮，苯偶姻乙醚等等），和聚合反应抑制剂所制备的树脂。

在本发明的安装方法中，适宜将粘合剂涂覆在装配件上，在光波导器件和装配件之间有粘合剂的条件下进行半导体激光器与光波导器件之间光耦合的调整，然后固定该光波导器件。

优选地，粘合剂具有不大于 100cps 的粘度。

而且优选地，在装配件上安装光波导器件或半导体激光器时所添加载荷的中心位置为：当球形体或圆柱体放置在一个位置上时在球形体或圆柱体附近；当球形体或圆柱体放置在两个位置时在两点之间的连线上；或者当在三个或更多位置上放置球形体或圆柱体时在三个或更多点之间连线限定的区域中；并且在光波导器件或半导体激光器上。

优选地，在装配件上安装光波导器件或半导体激光器时，所用夹具与光波导器件或半导体激光器接触部分的面积比光波导器件或半导体激光器的面积要小。

优选地，光波导器件和半导体激光器中的至少一个安装在装配件上，而同时在该至少一个上添加载荷。尤其是，在光波导器件上所加载荷适宜不超过 500g。

优选地，球形体或圆柱体与粘合剂混合在一起。

而且，球形体或圆柱体与粘合剂的混合比例适宜为不大于 30vol%。

优选地，光波导器件的位置在半导体激光器发射光束的情况下进行调整，然后将光波导器件安装到装配件上。

优选地，球形体或圆柱体具有基本相同的尺寸。在本文中，术语“基本上”是指彼此之间的尺寸稍有不同，具体地，差别在 $\pm 10\%$ 是可接受的。

固定半导体激光器所用的粘合剂以焊锡或导电胶较为适合。

在半导体激光器与平面光波导器件集成在一起的光波导器件集成模块中，提高耦合效率和减低各个抽样间耦合效率的差别是很重要。尤其是，在包括半导体激光器和光波导 QPM-SHG 器件的短波光源中，所得到的二次谐波功率正

比于耦合的基波功率的平方。所以，耦合效率的提高和减低抽样间耦合效率的差别是非常重要的因素。本发明的模块和安装方法可以满足这些重要因素的要求。

5 如上所述，本发明可以使半导体激光器的活性层水平面与光波导器件的光波导自动地彼此重合起来。另外，即使在固化时粘合剂发生收缩的情况下，由于球形体或圆柱体导致的高度方向定位，使得降低耦合效率的不良影响很小。

根据本发明的安装方法，可以缩短安装所需时间。而且，当球形体和圆柱体与粘合剂混合在一起时，半导体激光器活性层与光波导器件的光波导的水平面会自动地彼此重合。另外，即使固化时粘合剂发生收缩的情况下，由于球形体或圆柱体导致的高度方向定位，使降低耦合效率的不良影响很小。

10 在下述实施例中，提出了一种通过在包含半导体激光器和平面光波导器件的光波导器件集成模块中高精度地控制光波导和活性层的厚度实现高效率光耦合的方法。

#### 第一实施例

15 在本实施例中，提出了一种 SHG 蓝光光源，它带有作为平面光波导器件的光波导准相位匹配二次谐波发生器件 (QPM-SHG)，和作为半导体激光器的波长可变 DBR 半导体激光器。光波导 QPM-SHG 器件制作在掺镁的 LiNbO<sub>3</sub> 基板上。DBR 半导体激光器具有改变波长的功能。

20 在本实施例中，球形体或圆柱体被安置在平面光波导器件与装配件之间，以使得平面光波导器件中的光波导高度方向的位置受到高精度地控制。由此，实现高效光耦合。

图 1 表示出本实施例 SHG 蓝光光源的结构图。该 SHG 蓝光光源包括光波导 QPM-SHG 器件 2 和波长可变 DBR 半导体激光器 3，它们被安装在硅装配件 4 上。SHG 器件 2 包括质子交换光波导 5 和其偏振态周期性交变的区域 6 (下文称为“偏振交变区”)，这些部分形成在 x-截割掺镁 LiNbO<sub>3</sub> 基板 1 上。偏振交变区 6 是通过在 LiNbO<sub>3</sub> 基板的+x 平面上形成梳状电极并施加电场而产生的。用偏振交变区校正基波与二次谐波传播速率之差。由此，可满足准相位匹配条件。基波和二次谐波作为传导波在质子交换光波导 5 中传播。因此，可以保证长的相互作用距离，并可由此实现高的交换效率。

30 在质子交换光波导 5 上形成 SiO<sub>2</sub> 保护膜 7 (厚度为 200nm)。图 2 表示了

基波的波导模式。该基波相对于厚度（高度）方向具有  $3\mu\text{m}$  的半最大值全宽度，且从基板表面到波导模式强度达到其峰值所在位置的距离是  $2\mu\text{m}$ 。

DBR 半导体激光器 3 是 AlGaAs 基质的半导体激光器，并具有  $820\text{nm}$  的发射波长。半导体激光器 3 包括一个活性区（活性层）8 和一个具有形成于其中的衍射光栅的 DBR（分布布喇格反射器）区 9。来自于 DBR 区 9 且与衍射光栅间距对应的光入射到活性层 8 并反馈回活性层，而且在光输出与 DBR 区 9 的活性区 8 端面之间振荡。将发射波长设定在从活性层反馈回来的光波长处（下文称为“反馈波长”）。在 DBR 区 9 上，具有一个内部加热器。在内部加热器上加电流可以使 DBR 区 9 的衍射光栅折射率改变。这样可以改变反馈波长，且由此改变发射波长。可实现  $2\text{nm}$  范围的波长改变。

n-型包层层和活性层形成在一个 n-型 GaAs 基板上，并在其上形成 p-型包层和另外的 p-端电极。P-端表面（即形成有活性层一侧的表面）到发射中心的距离是  $3\mu\text{m}$ 。

在硅装配件上，形成有 Ti/Pt/Au 金属化膜，并在将要安装半导体激光器部分，通过蒸镀提供有 Pb/Sn 焊锡 10。焊锡材料的厚度是  $3\mu\text{m}$ 。安装时调整加到 DBR 半导体激光器上的压力量值，使得固定之后焊锡材料的厚度为  $2\mu\text{m}$ 。因此，安装之后，硅装配件 4 到发射中心（即发射激光束强度达到其峰值的位置）的距离是  $5\mu\text{m}$ 。

如上所述，在高度方向上，半导体激光器的发射中心距硅装配件  $5\mu\text{m}$ 。另一方面，SHG 器件 2 的基板表面到波导模式强度达到其峰值的位置之间的距离是  $2\mu\text{m}$ 。所以，为了获得高效光耦合，必须在 SHG 器件 2 的高度方向上进行位置调整。在本实施例中，球形玻璃珠 11 介于 SHG 器件 2 与硅装配件 4 之间，以使厚度得到调整。玻璃珠 11 平均颗粒尺寸的变化不大于  $\pm 0.1\mu\text{m}$ ，且能在高度方向进行高精度的位置调整。实际上，确定了球形玻璃珠 11 的尺寸，可以得到 SHG 器件 2 的波导模式与半导体激光器发射模式之间的最大光耦合效率。

下文将详细描述确定球形玻璃珠 11 尺寸的方法。设  $d_1$  表示球形或圆柱体的直径，光波导 QPM-SHG 器件表面至光波导的激光光波导模式强度达到其峰值的位置的距离为  $d_2$ （图 2），半导体激光器形成有活性层的表面至活性层位置的距离（即活性层半厚度对应的距离）为  $d_3$ （图 1），且在装配件上安装半导体激光器所用焊锡膜的厚度为  $d_4$ （图 1）。在本实施例中， $d_2=2\mu\text{m}$ ， $d_3=3\mu\text{m}$ ，

且  $d_4=2\mu\text{m}$ 。在此情况下, 仅仅采用直径  $d_1$  为  $3\mu\text{m}$  的玻璃珠 11 而满足关系式  $d_1+d_2\cong d_3+d_4$ , 不是始终都能获得 SHG 器件 2 波导模式与半导体激光器发射模式之间的最大光耦合效率。如图 2 所示, 本实施例中采用的 SHG 器件中光波导的激光束波导模式是关于强度峰值不对称的。在此情况下, 当激光束波导模式相对于强度峰值不对称时, SHG 器件表面至光波导中激光束波导模式与激光器发射模式之间达到最大光耦合效率的位置的距离为  $d_2+\Delta$ 。

图 3 表示出, 当玻璃珠 11 的直径  $d_1$  改变时, 半导体激光器发射模式与 SHG 器件 2 波导模式之间耦合的最大光耦合效率变化曲线图。如图 3 所示, 当玻璃珠 11 的直径  $d_1$  为  $2.7\mu\text{m}$  时, 可得到最大光耦合效率。从上述的结果可知, 由于当满足关系式  $d_1+d_2+\Delta\cong d_3+d_4$  时, 有  $d_1=2.7\mu\text{m}$ ,  $d_2=2\mu\text{m}$ ,  $d_3=3\mu\text{m}$ , 且  $d_4=2\mu\text{m}$ ,  $\Delta\cong 0.3\mu\text{m}$ , 故在此情况下可得到最大光耦合效率。

本实施例采用了光波导中激光束波导模式相对于强度峰值不对称的光波导器件。但是, 当光波导中激光束波导模式相对于峰值对称时, 则保持  $\Delta\cong 0$ 。例如, 在制作图 4 中所示的凸脊 QPM-SHG 器件 35 时, 光波导 36 中的激光束波导模式相对于强度峰值是对称的。

在本实施例中, 用玻璃珠作为球形体。但是除了玻璃材料之外, 甚至用丙烯酸树脂、含有聚二乙烯基苯的树脂材料、甲醛缩聚物树脂, 或陶瓷作为球形体材料时, 仍可得到与玻璃珠具有相同颗粒尺寸精度的球形体, 而且也可以高精度地实现在高度方向的位置控制。但是, 当球形体的颗粒尺寸超过  $10\mu\text{m}$  时, 制作这种球形体变得很困难, 且其颗粒尺寸精度会变劣。所以, 为了在高度方向上高精度地控制位置, 适宜采用颗粒尺寸不大于  $10\mu\text{m}$  的球形体。

现在参考附图 5A 至 5D 说明本发明的安装方法。首先, 在 SHG 器件 2 形成有光波导的表面(下文称为“光波导形成表面”)上添加若干具有  $2.7\mu\text{m}$  平均颗粒直径( $\phi$ )的玻璃珠。作为添加方法, 一种是将若干玻璃珠 11 与丙酮混合, 充分搅拌, 将微量的混合物施加到光波导形成表面上。丙酮被蒸发, 由此形成一层分布于光波导形成表面的玻璃珠 11。采用这种方法时, 可以形成单层玻璃珠 11, 由此可以实现高度方向上的较高精度的位置调整。在本实施例中, 玻璃珠 11 被加到 SHG 器件 2 上。但是, 即使将玻璃珠 11 加到硅装配件 4 上也是毫无问题的。

如图 5B 所示, 在半导体激光器发射光束的同时, 进行光耦合调整。SHG

器件 2 放置在硅装配件 4 上,该装配件上已经安装有 DBR 半导体激光器 3。SHG 器件被固定到真空吸附钳上,并进行移动调整。在本实施例中,由于是通过玻璃珠 11 自动进行高度方向上的位置调整,所以这种调整是相对于光轴方向 X 和宽度方向 Y (垂直于光轴方向 X 的方向)进行的。半导体激光器和 SHG 器件相对两端之间的距离被设定为  $3\mu\text{m}$ 。然后在宽度方向 Y 进行位置调整,以便在半导体激光器和 SHG 器件在宽度方向 Y 相对移动时,可以得到光波导发射端面所发出激光束的输出峰值。由此,可以完成光轴方向 X 和宽度方向 Y 的位置调整。

为了固定 SHG 器件 2,在垂直于硅装配件 4 的方向向上移动 SHG 器件 2。然后,在其上已经安装有 DBR 半导体激光器 3 的硅装配件 4 上涂覆可紫外固化的制剂 12 (图 5C)。在本实施例中,采用的是阳离子聚合得到的环氧基质粘合剂,其粘度大约为 1000cps。之后,在垂直于硅装配件 4 的方向向下移动 SHG 器件 2,并使其定位在半导体激光器发射光束时得到输出峰值的位置上。然后用紫外光照射大约 30 秒,同时在 SHG 器件 2 上加载荷。由此,使 SHG 器件 2 固定 (图 5D)。为了分布单一层玻璃珠 11,在 SHG 器件 2 上加载荷是必要的。但是,当在 500g 或更大载荷条件下进行安装时,某些情况下可能会损伤 SHG 器件 2。所以,加到 SHG 器件 2 上的载荷应当不大于 500g。

为了高精度地控制硅装配件 4 与 SHG 器件 2 之间的间隙,还应当注意加载的位置。为了高精度地控制硅装配件 4 与 SHG 器件 2 之间的间隙,加载需要加在 SHG 器件 2 上且为玻璃珠 11 所在区域的中心附近位置,如图 6A 所示。当玻璃珠 11 按图 6A 所示的聚集状态放置在一个位置上时,载荷可以加在该图所示 SHG 器件 2 上点 X 附近,并且是在放置有玻璃珠的区域内。载荷中心位于点 Y 或 Z 时,SHG 器件 2 不能平行于硅装配件 4 安装。这将致使硅装配件 4 与 SHG 器件 2 之间的间隙不能得到精确地控制。如图 6B 所示,当玻璃珠分散在几个地方时 (图 6B 中四个地方),有玻璃珠的区域在图中用虚线表示。类似地,在此情况下,需要在 SHG 器件 2 上的点 X 附近和玻璃珠放置区的中心附近加载。

而且还应当注意,在 SHG 器件 2 上加载所用的夹具尺寸。在本实施例中,采用真空吸附钳对 SHG 器件 2 加载。当加载用夹具 38 与 SHG 器件 2 接触部分的面积小于图 6C 中所示 SHG 器件 2 的面积时,则易于加载到位于 SHG 器

件上且分布有玻璃珠的区域内的图 6A 所示点 X 或图 6B 所示点 X' 上。当加载用夹具 38 与 SHG 器件 2 接触部分的面积大于 SHG 器件 2 的面积时，则不仅难以加载到位于 SHG 器件 2 上且分布有玻璃珠的区域内的图 6A 所示点 X 或图 6B 所示点 X' 上，而且会遮挡用于照射紫外固化制剂 12 的紫外光线。这将导致 SHG 器件 2 在硅装配件 4 上的固定有缺陷。由于上述原因，优选地，给 SHG 器件 2 加载用夹具与 SHG 器件 2 接触部分的面积小于 SHG 器件 2 的面积。

对于 50mW 的半导体激光输出，25mW 的激光束被耦合到光波导中。DBR 半导体激光器 3 的波长可以与 SHG 器件的相位匹配波长相同，由此得到 3mW 的波长为 410nm 的蓝光。

一般地，在固化时粘合剂会收缩。所以，当光耦合调整之后进行粘合剂固化时，调整时的光耦合效率将不同于固定完成之后的效率。但是在本实施例中，在 SHG 器件与硅装配件之间存在着玻璃珠。因此，即使在固化时粘合剂发生收缩，也不会发生高度方向上的失准。因此，本实施例的结构配置具有很好实际效果。

可以用紫外光线固化该可紫外固化制剂。所以，在光耦合调整完成之后，可以在短时间内用紫外光固定 SHG 器件。由此，可实现牢固的固定。在采用热固性等粘合剂的情况下，在加热过程中会出现光耦合调整所确定位置的移动。因此，本实施例的在半导体激光器发射光束的同时进行光耦合调整的方法（下文称为“有源对准安装”）中，紫外固化制剂是优选的粘合剂。而且，对用于产生蓝光的波长转换器件的基板，如掺镁的  $\text{LiNbO}_3$  基板，由于直到 300nm 左右波长范围的光都是透明的，故紫外固化制剂是优选的粘合剂。

在本实施例中，使用了球形玻璃珠。但是在采用纤维状（圆柱）物体的情况下，也可以得到相同的效果。而且，它们的直径可以得到较高精度地调整，所以纤维状物体是优选的。在此情况下，当采用长度为  $100\mu\text{m}$  或更长的圆柱体时，如图 7A 所示由于其太长，圆柱体 34 会彼此叠落起来。结果，难以使它们呈单层分布。另一方面，当圆柱体的长度不大于  $10\mu\text{m}$  时，圆柱体可能会竖起。这会使硅装配件 4 和 SHG 器件 2 之间间隙精度变劣。由于上述原因，圆柱体应当具有  $10\mu\text{m}$  至  $100\mu\text{m}$  的平均长度。

在本实施例中，采用玻璃珠进行高度调整。玻璃为不良热导体。对于光波



导 QPM-SHG 器件而言，由于是通过周期性偏振交变来满足相位匹配的，所以重要的是要有温度均匀性。半导体激光器产生的热传到硅装配件，并使 SHG 器件的温度不均匀。当在本实施例中引入了低导热性的玻璃珠时，SHG 器件的温度可以保持均匀。因此，可以实现高效波长转换，并具有显著的效果。

- 5        在本实施例中，制作在掺镁  $\text{LiNbO}_3$  基板上的光波导准相位匹配二次谐波发生 (QPM-SHG) 器件，可以用作平面光波导器件。在这种蓝光光源中，所得到的蓝光功率正比于耦合的基波功率的平方。所以，光耦合效率的提高尤其重要。本实施例结构配置是一种实用的装置，它可得到高稳定的光耦合特性，而且具有显著的效果。此外，由于存在着球形或圆柱体，硅装配件与 SHG
- 10 器件不直接接触，半导体激光器发出的热的影响很小。所以，SHG 器件可保持温度均匀，并具有显著的实际效果。

### 第二实施例

- 在本实施例中，用混有球形或圆柱体的粘合剂将平面光波导器件固定在装配件上，且平面光波导器件中光波导高度方向的位置受到精确地控制。于是，
- 15 可实现高效光耦合。类似地，在本实施例中，将描述一种用光波导准相位匹配二次谐波发生 (QPM-SHG) 器件作为平面光波导器件、波长可调 BDR 半导体激光器作为半导体激光器的 SHG 蓝光光源。光波导 QPM-SHG 器件制作在掺镁的  $\text{LiNbO}_3$  基板上。DBR 半导体激光器具有波长改变的功能。

- 如第一实施例所述，硅装配件到半导体激光器发射中心的距离是  $5\mu\text{m}$ 。SHG
- 20 器件中基波的波导模式在厚度方向上具有  $3\mu\text{m}$  的半最大值全宽度。基板表面到横模强度达到其峰值的位置之间的距离是  $2\mu\text{m}$ 。为了实现高效光耦合，需要在高度方向上调整 SHG 器件的位置。如第一实施例中，确定球形玻璃珠 11 的尺寸，由此在 SHG 器件 2 的波导模式与半导体激光器发射模式之间实现最大光耦合效率。

- 25        现在参考图 8A 至 8D 说明安装方法。

- 在第一实施例中，玻璃珠与丙酮混合并充分搅拌。将少量如此得到的材料涂覆到 SHG 器件的光波导形成表面上。由此，在光波导形成表面上分布一层玻璃珠。之后，可紫外固化制剂涂覆在硅装配件，在高度方向上调整 SHG 器件的位置，然后 SHG 器件被固定到硅装配件上。在本实施例中，采用的是一种更为简单的方法，其中光波导 QPM-SHG 器件 16 在高度方向上的位置用若
- 30

干具有  $2.7\mu\text{m}$  均匀颗粒尺寸 ( $\phi$ ) 的玻璃珠 14 与紫外固化制剂 13 混合而成的粘合剂来调整, 然后将 SHG 器件 16 固定在硅装配件 15 上。

在本实施例中, 用阳离子聚合所得到的环氧基质材料作为可紫外固化制剂。将微量的玻璃珠 14 与可紫外固化制剂混合, 并充分搅拌。将含有玻璃珠 14 的可紫外固化制剂 13 涂覆到装有波长可变 DGR 半导体激光器 17 的硅装配件 15 上。玻璃珠 14 按照 10vol.% 比例与本实施例所用的可紫外固化制剂 13 混合。当玻璃珠 14 在可紫外固化制剂 13 中的比例过高时, 难以均匀地搅动玻璃珠 14, 和将可紫外固化制剂 13 与玻璃珠 14 一起涂覆到装配件 15 上。结果, 在某些情况下难以将玻璃珠 14 分布在一层中。所以, 可紫外固化制剂 13 中的玻璃珠 10 14 的比例不应当超过 30vol.%。

在第一实施例中, 调整 SHG 器件的位置, 由此在半导体激光器发射光束的同时获得最大的光耦合效率。在本实施例中, 通过采用形成在硅装配件 15 和 SHG 器件 16 上的标记 M1 和 M2 进行图象处理而进行位置调整。于是, 可进行一种无源的对准安装。此外, 在 DBR 半导体激光器 17 上形成标记 M3, 15 由此将半导体激光器 17 精确地固定在硅装配件 15 上。通过图象处理的定位精度不超过  $\pm 0.2\mu\text{m}$ 。

图 8A 解释了 DBR 半导体激光器 17 的调整和安装方法。检测半导体激光器 17 上的两个标记 M3 并确定两者之间的中线。然后, 检测硅装配件 15 上的两个标记 M1 并确定两者之间的中线。调整位置, 由此让中线彼此重合。然后, 20 在硅装配件 15 上加上熔融焊锡 18。于是半导体激光器 17 被固定在硅装配件 15 上。

如图 8B 所示, 其中包含玻璃珠 14 的紫外固化制剂 13 被涂覆在安装有半导体激光器 17 的硅装配件 15 上。

图 8C 解释了 SHG 器件 16 的调整和安装方法。将 SHG 器件固定在真空 25 吸附钳上, 并移动它进行调整。检测半导体激光器 17 和 QPM-SHG 器件 16 的相反端面, 并将其间隔调整为  $3\mu\text{m}$ 。然后, 检测 QPM-SHG 器件 16 上的两个条状标记 M2 并确定两者之间的中线。同时, 也检测硅装配件 15 上的两个 M1 标记并确定两者之间的中线。调整宽度方向上的位置, 以使各中线彼此重合。然后, 用紫外光照射 30 秒, 同时在 QPM-SHG 器件 16 上加载荷。于是, 将 30 QPM-SHG 器件 16 固定在硅装配件 15 上 (图 8D)。为了将玻璃珠 14 分布在

一层中，需要在 QPM-SHG 器件 16 上加载荷。但是，当在 500g 或更大载荷下进行安装时，某些情况下 QPM-SHG 器件 16 会受到损伤。所以，施加到 QPM-SHG 器件 16 上的载荷不应当超过 500g。

5 为了高精度地控制硅装配件 15 与 SHG 器件 16 之间间隙，还应当注意施加载荷的位置。为了高精度地控制硅装配件 15 与 SHG 器件 16 之间间隙，如第一实施例所述的理由，载荷应当施加在 SHG 器件 16 上且放置玻璃珠 14 区域中心附近的位置处。

而且出于第一实施例所述的理由，优选地，用于在 SHG 器件 16 上施加载荷的夹具，其与 SHG 器件 16 接触部分的面积小于 SHG 器件 16 的面积。

10 在本实施例中，高度方向上的位置调整通过玻璃珠自动地完成。此外，通过分别检测相对表面和标记之间间隔进行的图象处理实现了光轴方向和宽度方向的位置调整。对于 50mW 的半导体激光输出，25mW 的激光束被耦合到光波导中。DBR 半导体激光器的波长可以与 SHG 器件的相位匹配波长相同，由此得到 3mW 的 410nm 波长的蓝光。以与有源对准安装相同的精度完成了安装。  
15 本实施例的结构配置还显示了无源对准安装的显著实际效果。

一般地，在固化时粘合剂会收缩。所以，当光耦合调整之后进行粘合剂固化时，调整时的光耦合效率将不同于固定完成之后的效率。但是在本实施例中，在 SHG 器件与硅装配件之间存在着玻璃珠。因此，即使在固化时粘合剂发生收缩，也不会发生高度方向上的失准。因此，本实施例的结构配置具有很好的  
20 实际效果。

可以用紫外线固化该可紫外固化制剂。所以，在光耦合调整完成之后，可以在短时间内用紫外光照射固定 SHG 器件。由此，可实现牢固的固定。在采用热固性等粘合剂的情况下，在加热过程中会出现光耦合调整所确定位置的移动。而且，可发出蓝光的波长转换器件的基板，如掺镁的  $\text{LiNbO}_3$  基板，在  
25 直到 300nm 左右波长范围都是透明的，所以紫外固化制剂是优选的粘合剂。

在本实施例中，采用了球形玻璃珠。但是在采用纤维状（圆柱）物体的情况下，也可以得到相同的效果。而且，它们的直径可以得到较高精度地调整，所以纤维状物体是优选的。由于第一实施中描述的上述原因，圆柱体应当具有 10 $\mu\text{m}$  至 100 $\mu\text{m}$  的长度。

30 在本实施例中，采用玻璃珠进行高度调整。玻璃为不良热导体。对于

QPM-SHG 器件而言，由于是通过周期性偏振交变来满足相位匹配的，所以重要的是要有温度均匀性。半导体激光器产生的热传到硅装配件，并使 SHG 器件的温度不均匀。当在本实施例中引入了低导热性的玻璃珠时，SHG 器件的温度可以保持均匀。因此，可以实现高效波长转换。这是一个显著的效果。

- 5        在本实施例中，制作在掺镁  $\text{LiNbO}_3$  基板上的光波导准相位匹配二次谐波发生 (QPM-SHG) 器件，可以用作平面光波导器件。在这种蓝光光源中，所得到的蓝光功率正比于耦合的基波功率的平方。所以，光耦合效率的提高尤其重要。可得到高稳定性光耦合特性的本实施例结构配置是一种实用的装置，而且具有显著的效果。此外，由于存在着球形或圆柱体，硅装配件与 SHG 器
- 10 件不直接接触，半导体激光器发出的热的影响很小。所以，SHG 器件可保持温度均匀。这是一个显著的实际效果。

### 第三实施例

- 在本实施例中，将说明用于制作光波导器件集成模块的安装方法。半导体激光器和包括形成在其基板表面上光波导的光波导器件—活性层和光波导形成
- 15 表面分别朝向装配件的方式安装到装配件上。半导体激光器固定到装配件上之后，在该装配件上涂覆粘合剂。然后，在光波导与装配件之间存在粘合剂的情况下，调整半导体激光器与光波导器件之间的光耦合。之后，固定光波导器件。换句话说，所要说明的是一种在调整之前将粘合剂涂覆在硅装配件上的光耦合调整方法。在第一实施例中，首先进行光耦合调整。接下来，在垂直于硅装配
- 20 件的方向向上移动 SHG 器件，然后在硅装配件上涂覆粘合剂。之后在垂直于硅装配件的方向向下移动 SHG 器件。由此完成 SHG 器件安装。但是在该方法中，SHG 器件需要在硅装配件上两次向下移动。所以，安装花费的时间更长。现参考图 9A 至 9C 说明本发明的安装方法。

- 如第一实施例所描述的，硅装配件到半导体激光器发射中心的距离是
- 25  $5\mu\text{m}$ 。光波导 QPM-SHG 器件中基波的波导模式，在宽度方向上具有  $3\mu\text{m}$  半最大值的全宽度。基板表面到横模达到其强度峰值的位置的距离是  $2\mu\text{m}$ 。为了高效光耦合，需要在高度方向调整 SHG 器件的位置。如第一实施例中所述的，确定球形玻璃珠 22 的尺寸，以使 SHG 器件 2 的波导模式与半导体激光器的发射模式之间的耦合达到最大耦合效率。

- 30        如第二实施例中所述的，具有  $2.7\mu\text{m}$  颗粒尺寸的球形玻璃珠 22，按照大

约 10vol.%的比例与可紫外固化剂 21 混合并用于本实施例中。当玻璃珠 22 在可紫外固化剂 21 中的比例过高时,难以均匀地搅动玻璃珠 22,和将可紫外固化剂 21 与玻璃珠 22 一起涂覆到装配件 23 上。结果,在某些情况下难以将玻璃珠 22 分布在一层中。所以,可紫外固化剂 21 中的玻璃珠 22 的比例  
5 不应当超过 30vol.%。

如图 9A 所示,混有  $2.7\mu\text{m}$  球形玻璃珠 22 的紫外固化剂 21 涂覆在已装有波长可变 DBR 半导体激光器 20 的硅装配件 23 上。接着,在半导体激光器发射光束的同时,进行光耦合调整。如图 9B 所示,将光波导 QPM-SHG 器件 19 放置在已装有 DBR 半导体激光器 20 的硅装配件 23 上。SHG 器件被固定到  
10 真空吸附钳上,并进行移动调整。在本实施例中,高度方向的位置调整由玻璃珠 22 自动地完成。所以,可在光轴方向和宽度方向进行调整。半导体激光器与 SHG 器件相对端面之间的间隔设定为  $3\mu\text{m}$ 。在宽度方向进行调整,以便半导体激光器与 SHG 器件在宽度方向相对移动的同时,得到光波导发射端面所发出激光束的输出峰值。然后,用紫外光照射 30 秒钟,同时在 SHG 器件 19  
15 上施加载荷。由此固定 SHG 器件 19 (图 9C)。为了使玻璃珠 22 分布在一单层中,必须在 SHG 器件 19 上加载。但是,当在 500g 或更大载荷条件下进行安装时,某些情况下可能会损伤 SHG 器件 19。所以,加到 SHG 器件 19 上的载荷应当不大于 500g。

为了高精度地控制硅装配件 23 与 SHG 器件 19 之间的间隙,还应当注意  
20 加载的位置。根据第一实施例所述的理由,为了高精度地控制硅装配件 23 与 SHG 器件 19 之间的间隙,加载需要加在 SHG 器件 19 上且为玻璃珠 22 所在区域的中心附近位置。

而且基于第一实施例的理由,优选地,在 SHG 器件 19 上加载所用夹具与 SHG 器件 19 接触部分的面积小于 SHG 器件 19 的面积。

25 对于 50mW 的半导体激光输出,25mW 的激光束被耦合到光波导中。DBR 半导体激光器的波长可以与 SHG 器件的相位匹配波长相同,由此得到 3mW 的波长为 410nm 的蓝光。

如上所述,在制作本发明光波导器件集成模块的安装方法中,简化了光耦合调整,因而明显缩短了安装所需时间。因此,该方法具有显著实际效果。

30 在本实施例中,采用了粘度为 20cps 的紫外固化剂。将 SHG 器件固定

在真空吸附钳上，并进行移动调整。当真空吸附钳的吸力小于粘合剂粘性产生的拉力时，不能移动 SHG 器件。图 10 表示了当 SHG 器件与硅装配件之间涂有粘合剂，且 SHG 器件由真空吸附钳夹持而移动时所得到的结果。水平轴表示粘合剂的粘度，垂直轴为 SHG 器件移动 1mm 时的移动误差量。当粘度为 5 100cps 或更低时，移动误差量不大于  $1\mu\text{m}$ 。当粘度达到 1000cps 左右时，移动误差量大约为几百微米。因此实际上，对于本实施例中涂覆粘合剂之后所进行的 SHG 器件位置调整而言，100cps 或更低的粘度是优选的。但是，粘合剂的粘度取决于 SHG 器件和夹具的吸力（在本实施例中为真空吸附钳）。所以，可用的粘合剂粘度可以随着承受吸力及其受力面积的增加而增大，或者随着 SHG 10 器件在真空吸盘等等真空吸附钳替代物上的固定强度而增大。

一般地，在固化时粘合剂会收缩。所以，当光耦合调整之后进行粘合剂固化时，调整时的光耦合效率将不同于固定完成之后的效率。但是在本实施例中，在 SHG 器件与硅装配件之间存在着玻璃珠。因此，即使在固化时粘合剂发生收缩，也不会发生高度方向上的失准。因此，本实施例的结构配置具有很好实 15 际效果。

可以用紫外光线照射固化该可紫外固化制剂。所以，在光耦合调整完成之后，可以在短时间内用紫外光固定 SHG 器件。由此，可实现牢固的固定。在采用热固性等粘合剂的情况下，在加热过程中会出现光耦合调整所确定位置的移动。而且，对于产生蓝光的波长转换器件的基板，如掺镁的  $\text{LiNbO}_3$  基板， 20 由于直到 300nm 左右波长范围的光都是透明的，故紫外固化制剂是优选的粘合剂。

在本实施例中，使用了球形玻璃珠。但是在采用纤维状（圆柱）物体的情况下，也可以得到相同的效果。而且它们的直径可以得到较高精度地调整，所以纤维状物体是优选的。基于第一实施例所述的原因，圆柱体应当具有 10 $\mu\text{m}$  25 至 100 $\mu\text{m}$  的长度。

在本实施例中，采用玻璃珠进行高度调整。玻璃为不良热导体。对于 SHG 器件而言，由于是通过周期性偏振交变来满足相位匹配的，所以重要的是要有温度均匀性。半导体激光器产生的热传到硅装配件，并使 SHG 器件的温度不均匀。当在本实施例中引入了低导热性的玻璃珠时，SHG 器件的温度可以保持 30 均匀。因此，可以实现高效波长转换，并具有显著的效果。

在本实施例中，制作在掺镁  $\text{LiNbO}_3$  基板上的光波导准相位匹配二次谐波发生 (QPM-SHG) 器件，可以用作平面光波导器件。在这种蓝光光源中，所得到的蓝光功率正比于耦合的基波功率的平方。所以，光耦合效率的提高尤其重要。本实施例结构配置是一种实用的装置，它可得到高稳定的光耦合特性，

5 而且具有显著的效果。此外，由于存在着球形或圆柱体，硅装配与 SHG 器件不直接接触，半导体激光器发出的热的影响很小。所以，在 SHG 器件中 SHG 器件可保持温度均匀，并具有显著的实际效果。

在本实施例中，SHG 器件与装配在高度方向的间隔可通过介于其间的玻璃珠自动调整。因此，光耦合的调整是在光轴方向和宽度方向进行的。但是

10 当粘合剂粘度产生的拉力小时，SHG 器件不仅在平面内的方向上移动，而且可能会上下移动（高度方向）。所以在不采用玻璃珠时，粘合剂的粘度要合适，以便在光轴、宽度和高度方向进行高精度的光耦合调整。

#### 第四实施例

在本实施例中，要说明的是高精度控制半导体激光器活性层位置的方法。

15 在前述实施例中，旨在用球形或圆柱体提高光波导 QPM-SHG 器件高度方向的定位精度。在本实施例中，将球形或圆柱体放置在半导体激光器与装配之间，以便高精度地控制装配表面到半导体激光器中活性层位置（即活性层半厚度对应的位置）的距离。由此可实现高效光耦合。

图 11 表示了根据本发明制作的 SHG 蓝光光源。与前述实施例相同的波长

20 可变 DBR 半导体激光器 3 被用作本实施例的半导体激光器。在硅装配 4 上将要安装半导体激光器的部分，真空蒸镀形成 Ti/Pt/Au 金属化膜和 Pb/Sn 焊锡 10。焊锡材料的厚度为  $3\mu\text{m}$ 。

传统上，安装期间通过调整施加在 DBR 半导体激光器 3 上的压力大小来控制 DBR 半导体激光器在高度方向的位置。固定 DBR 半导体激光器之后，焊

25 锡 10 的厚度为  $2\mu\text{m}$ 。焊锡 10 厚度的实际精度为大约  $\pm 0.2\mu\text{m}$ 。

高精度地可靠控制 DBR 半导体激光器在高度方向上的位置的方法，包括使用与 QPM-SHG 器件高度方向的位置控制所用球形或圆柱体相同直径的球形或圆柱体的方法。在本实施例中，采用了玻璃珠。玻璃珠 33 的平均颗粒尺寸为  $2\mu\text{m}$ 。基于第一实施例所述的理由，球形应当具有  $10\mu\text{m}$  或更小的颗粒尺寸。

30

在 DBR 半导体激光器 3 与装配件 4 之间放置玻璃珠 33，然后熔融焊锡 10 同时在 DBR 半导体激光器 3 上施加载荷。于是，DBR 半导体激光器 3 被固定在装配件 4 上。用玻璃珠 33 作为阻挡物，由此可以高精度地控制焊锡 10 的厚度。为了高精度地控制 DBR 半导体 3 和硅装配件 4 之间的间隙，还应当注意 5 施加载荷的位置。基于上述第一实施例的理由，为了高精度地控制硅装配件 4 与 DBR 半导体激光器 3 之间的间隙，需要将载荷加在 DBR 半导体激光器 3 所在位置且为玻璃珠 33 放置区中心附近处。

而且基于第一实施例所述的理由，优选地，在 DBR 半导体激光器 3 上加 10 载所用的夹具，其与 DBR 半导体激光器 3 接触部分的面积小于 DBR 半导体激光器 3 的面积。

因此，装配件 4 到 DBR 半导体激光器 3 活性层 8 的距离也可以得到高精度地可靠地控制。玻璃珠平均颗粒尺寸的变化是 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 。所以，焊锡 10 的厚度得到高精度地控制，且由此焊锡 10 的厚度精度从 $\pm 0.2\mu\text{m}$ 提高到 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 。与 15 前述实施例相同，采用玻璃珠 11 还可以控制光波导 QPM-SHG 器件在高度方向上的位置。然后将 SHG 器件安装在装配件 4 上。

对于 50mW 的半导体激光输出，至少有 25mW 的激光束被耦合到光波导中。DBR 半导体激光器的波长可与 SHG 器件的相位匹配波长相同，由此得到 3mW 的 410nm 波长的蓝光。与传统情况相比，焊锡 10 的厚度得到了高精度地控制，由此更为可靠地实现了高效光耦合，并确实提高了产品产量。

20 当玻璃珠 33 与焊锡 10 预先混合时，也可以得到与上述相同的结果。当焊锡 10 中所含的玻璃珠 33 比率过高时，将难以将玻璃珠 33 分布均匀。在此情况下，玻璃珠 33 放置在装配件 16 上可能会呈聚集态，且因此在某些情况下难以将玻璃珠 33 分布在一单层内。所以，焊锡 10 中玻璃珠 33 的比率应当不超过 30vol.%。

25 在本实施例中，用焊锡作为粘合剂固定 DBR 半导体激光器 3。但是，也可以用导电胶。导电胶不含铅，因此对环境没有影响。

在本实施例中，使用了球形玻璃珠。但是在采用纤维状（圆柱）物体的情况下，也可以得到相同的效果。而且，它们的直径可以得到较高精度地调整，所以纤维状物体是优选的。基于第一实施例所述的理由，圆柱体应当具有 10 $\mu\text{m}$  30 至 100 $\mu\text{m}$  的长度。



在本实施例中，制作在掺镁  $\text{LiNbO}_3$  基板上的光波导准相位匹配二次谐波发生（QPM-SHG）器件，用作平面光波导器件。在这种蓝光光源中，所得到的蓝光功率正比于耦合的基波功率的平方。所以，光耦合效率的提高尤其重要。本实施例结构配置是一种实用的装置，它可得到高稳定的光耦合特性，而且具有显著的效果。

本发明可以以其他不背离其构思或基本特征的形式实施。本申请中公开的实施例应完全被视为是说明性的，而不是限制。本发明的范围由权利要求书表示，而不是前面的说明书，而且权利要求书等效的含义和范围之内各种变化都包括在本发明范围内。

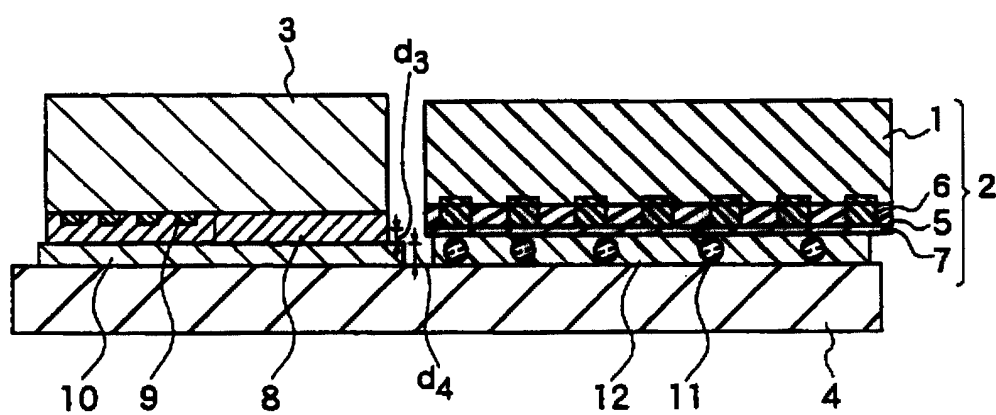


图 1

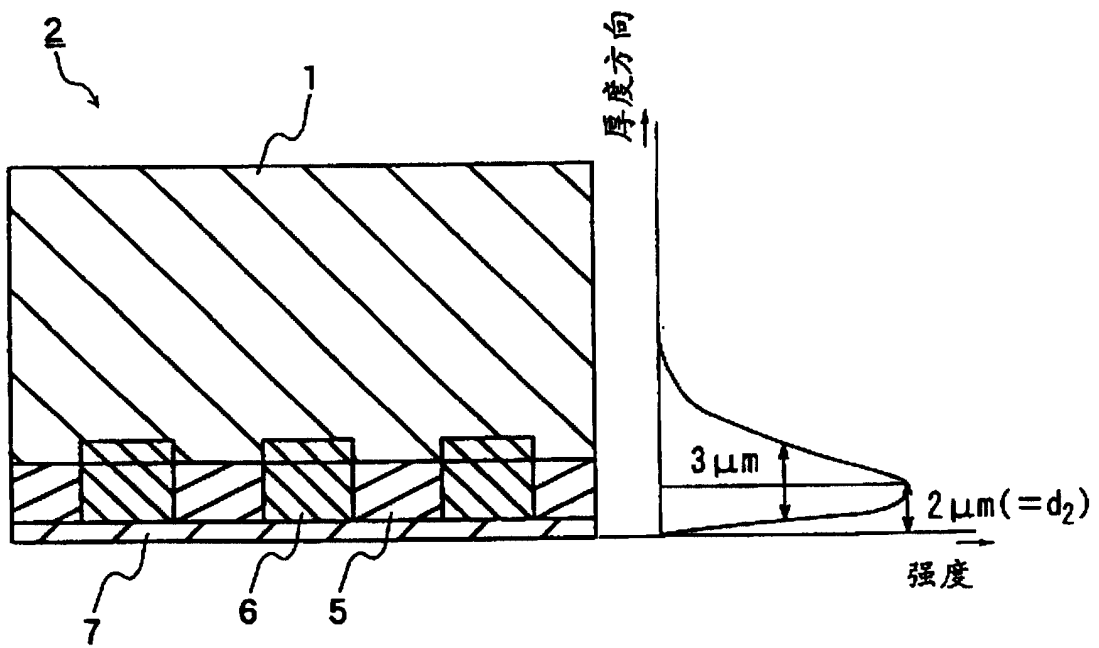


图 2

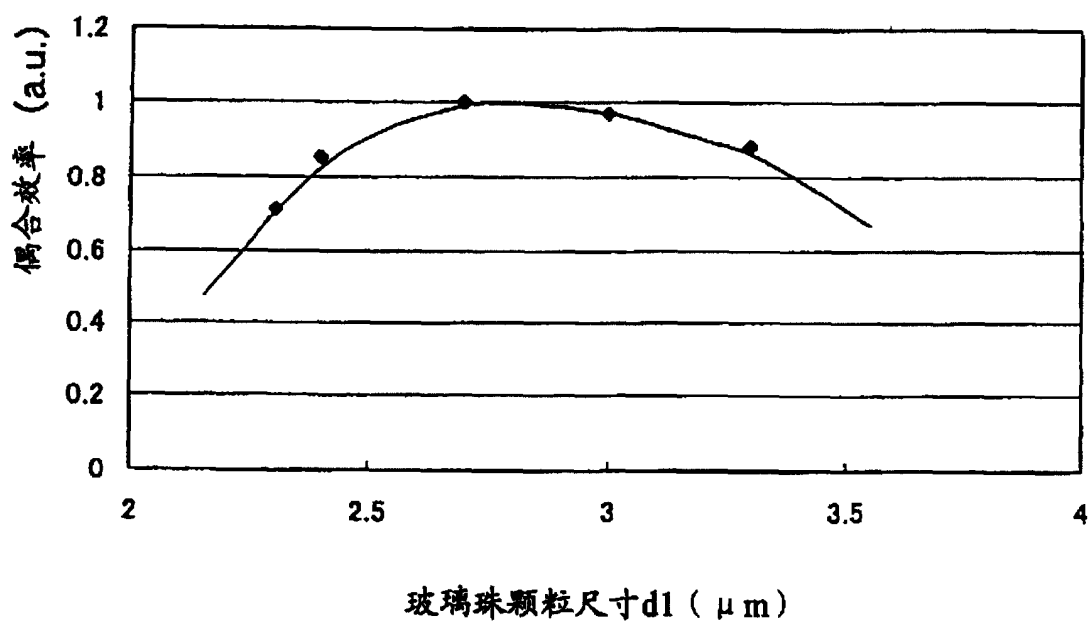


图 3

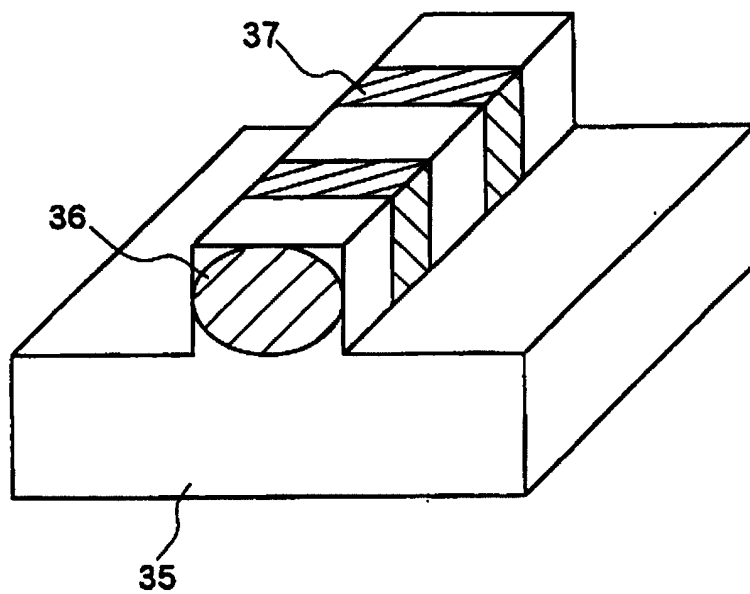
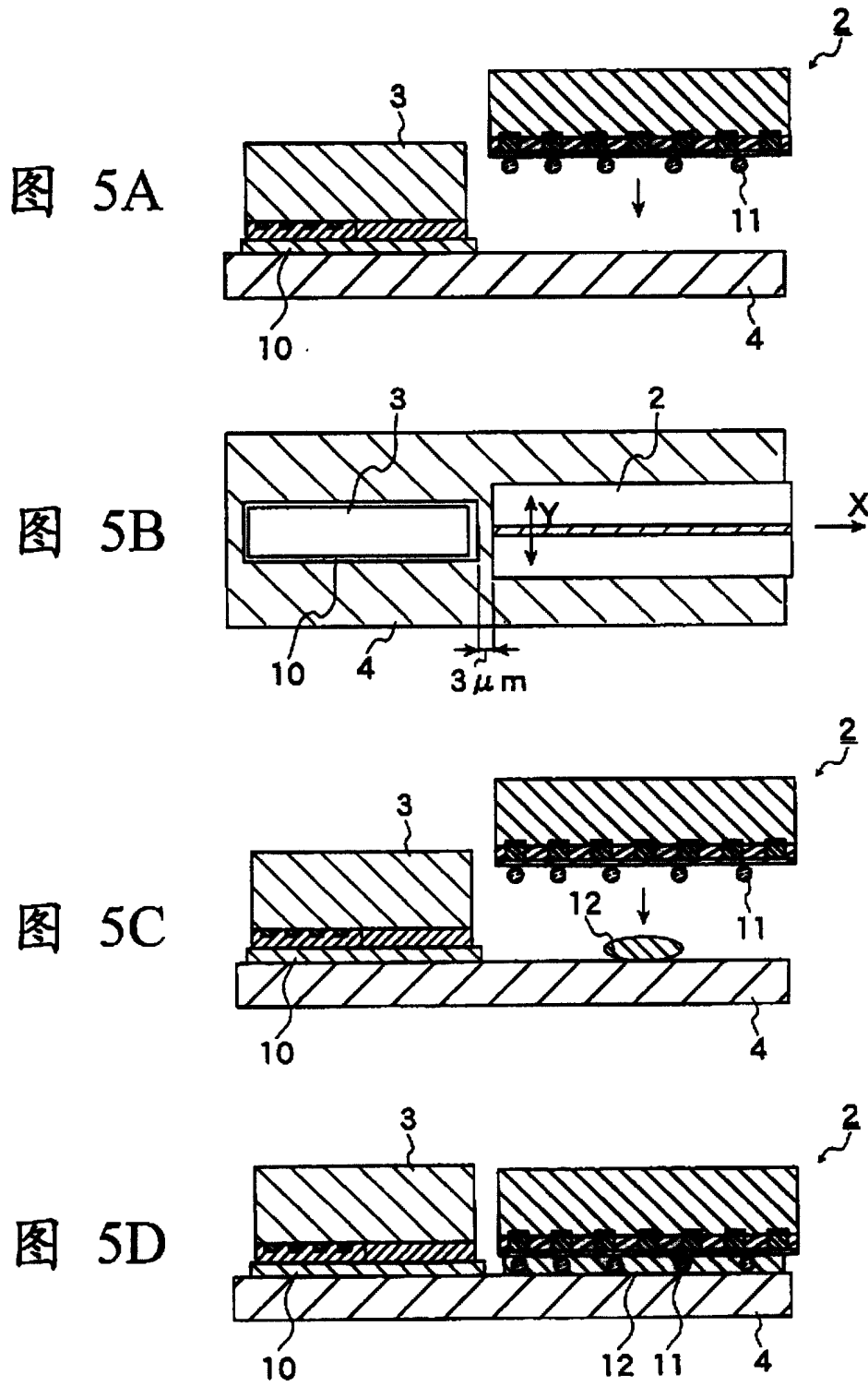


图 4



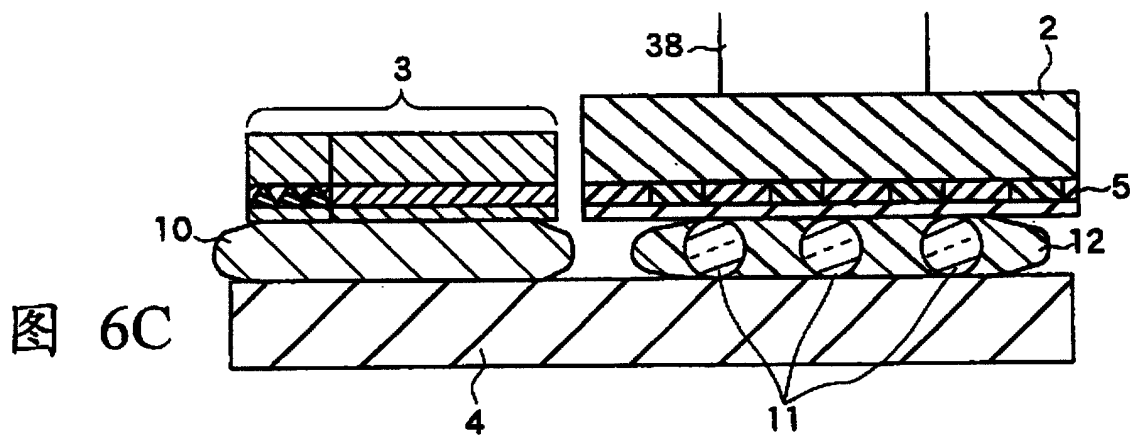
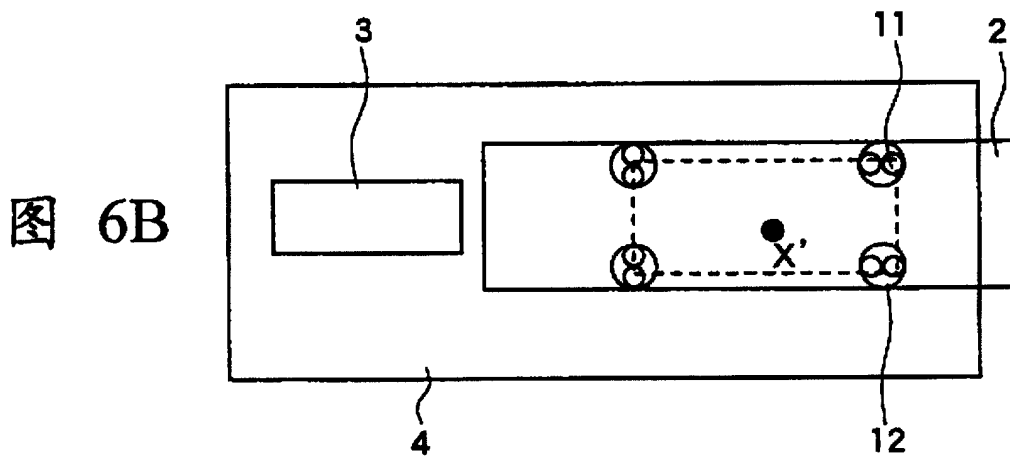
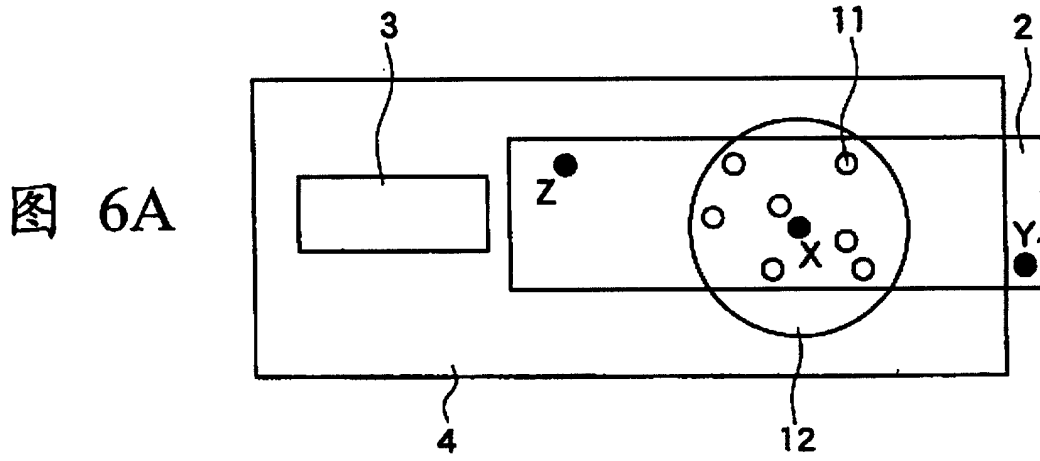


图 7A

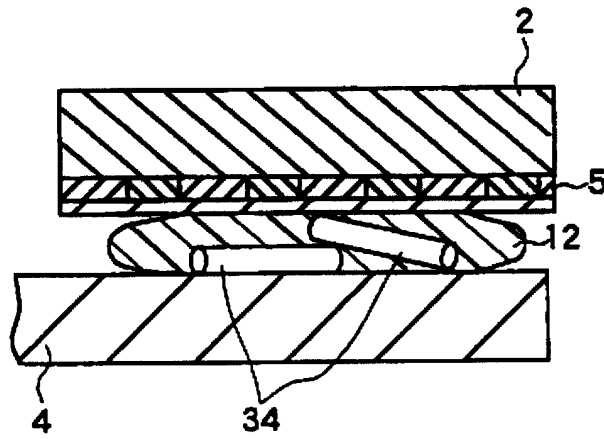
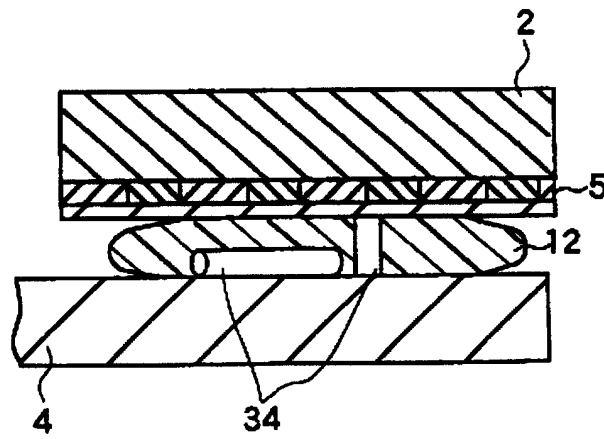
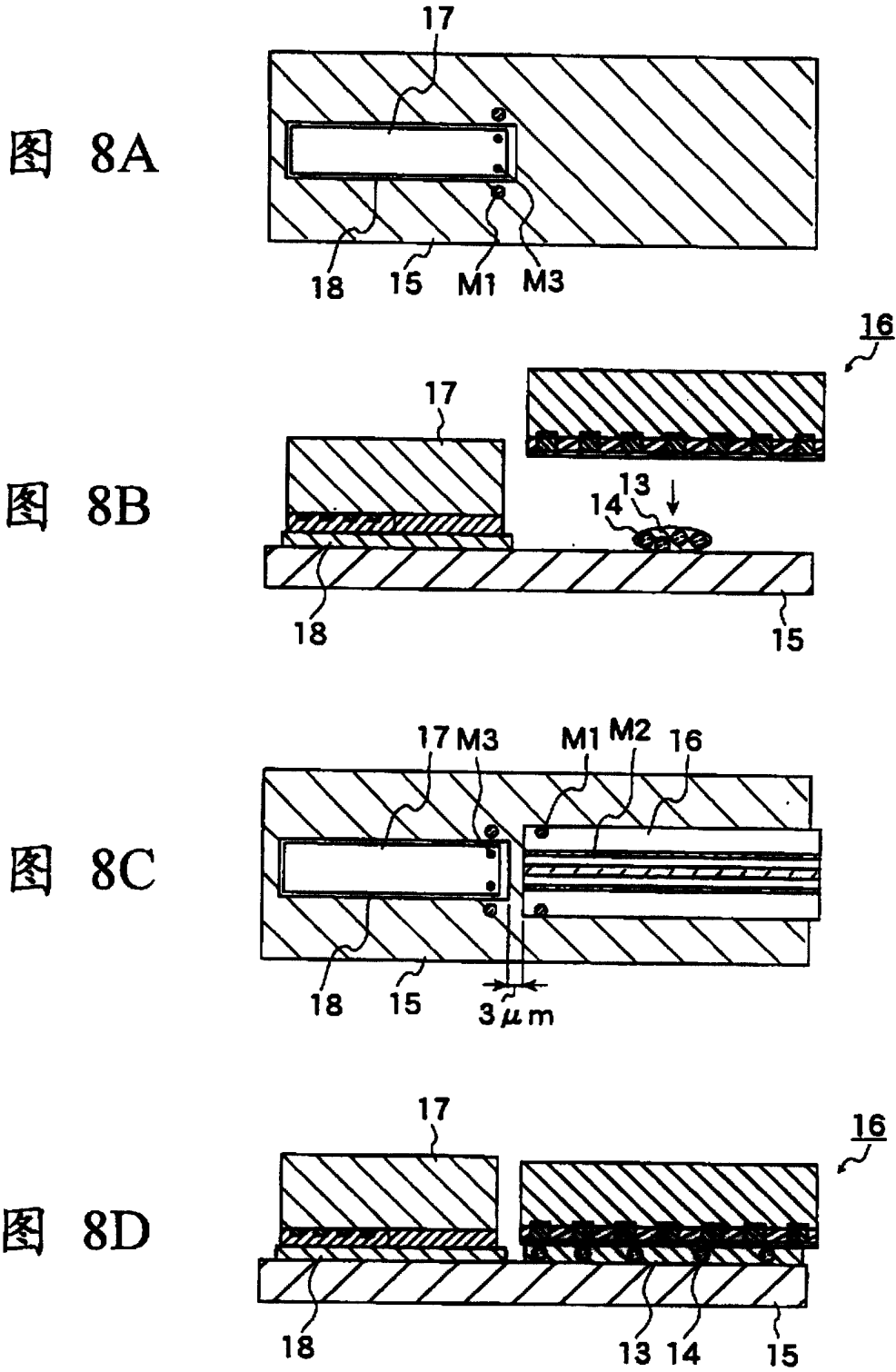
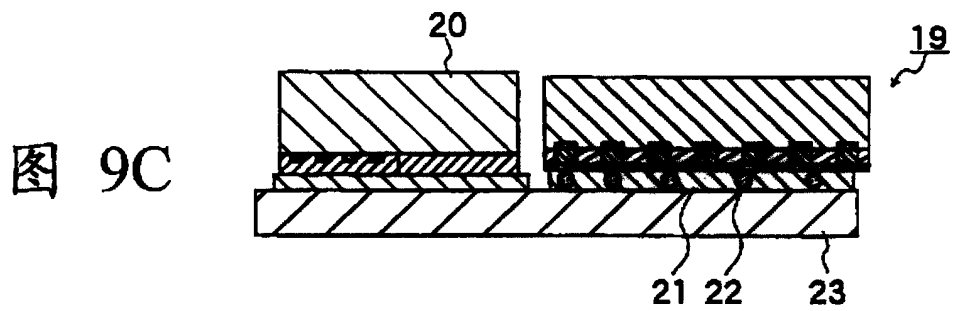
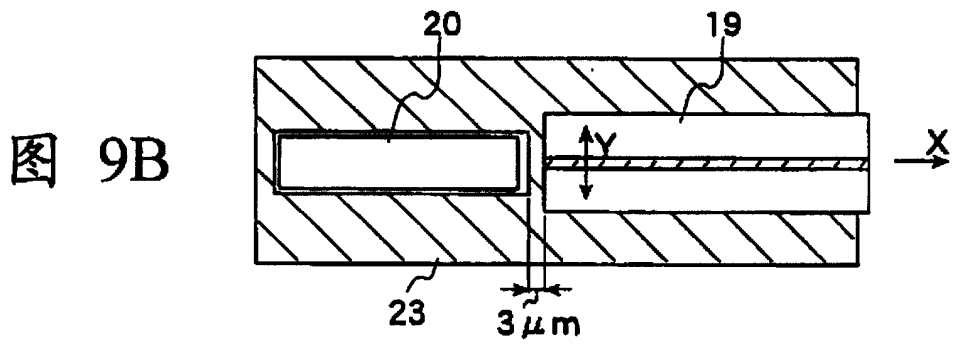
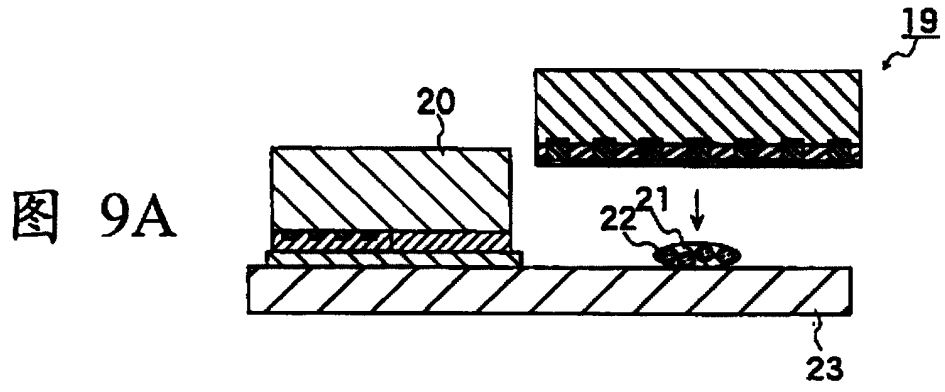


图 7B









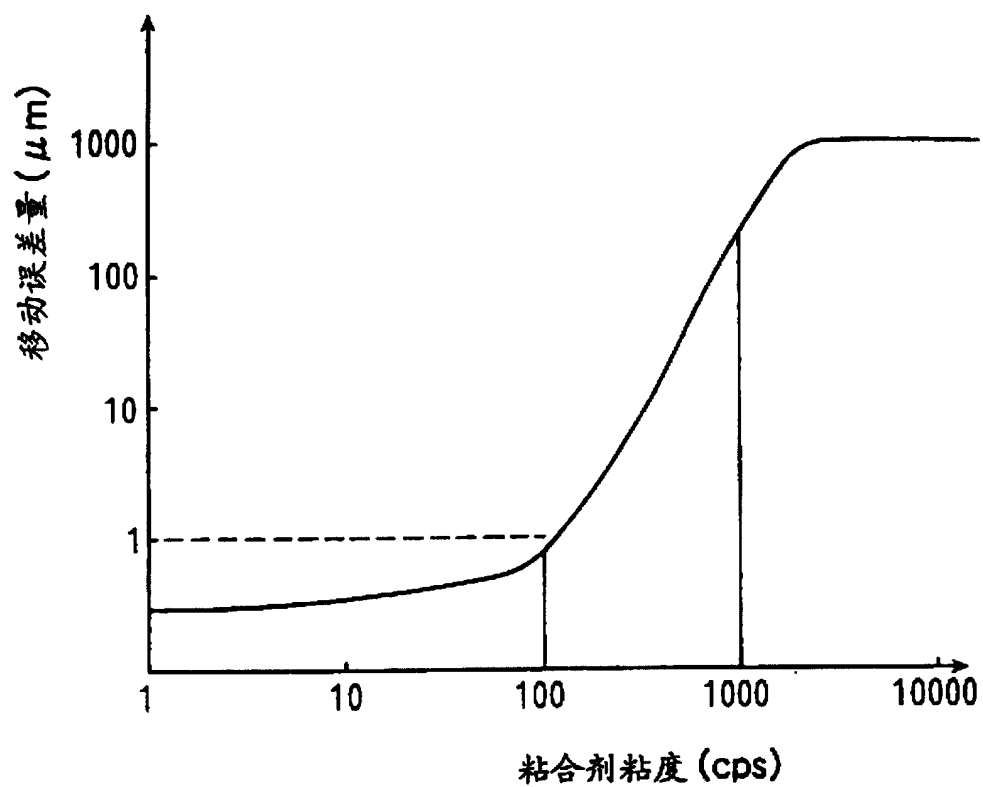


图 10

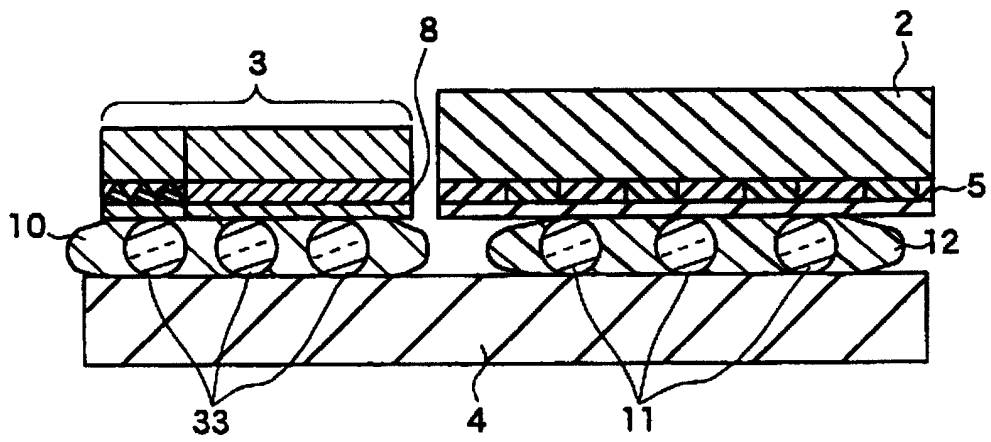
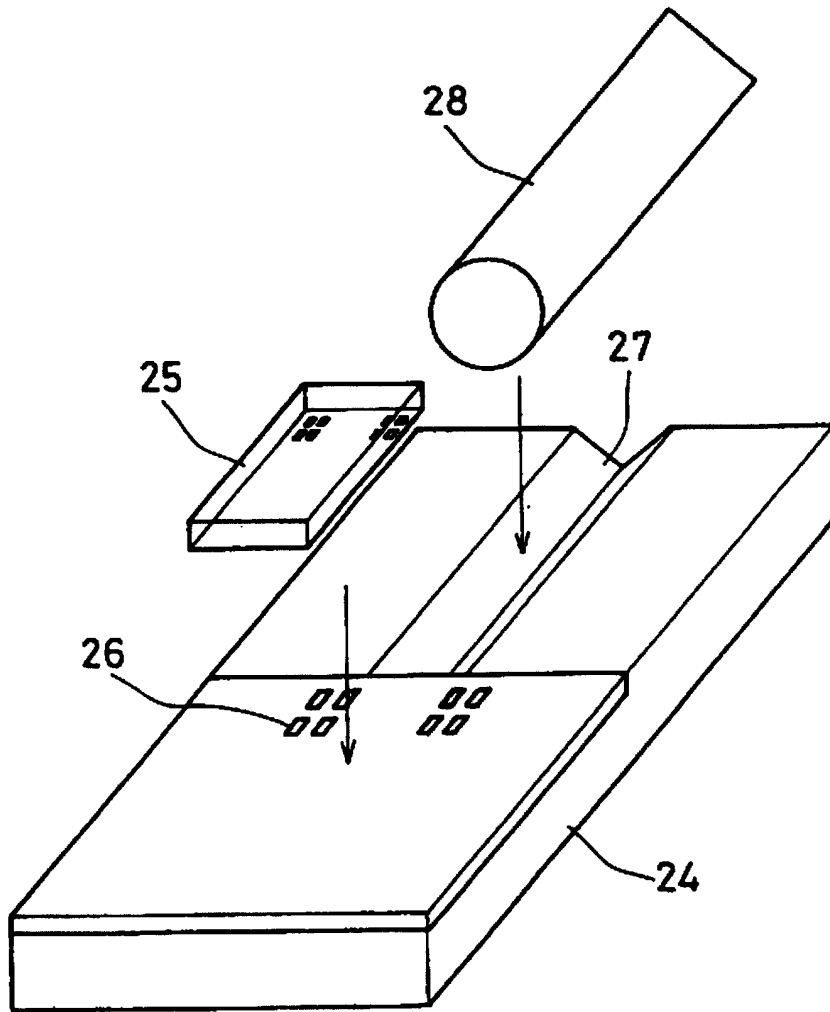
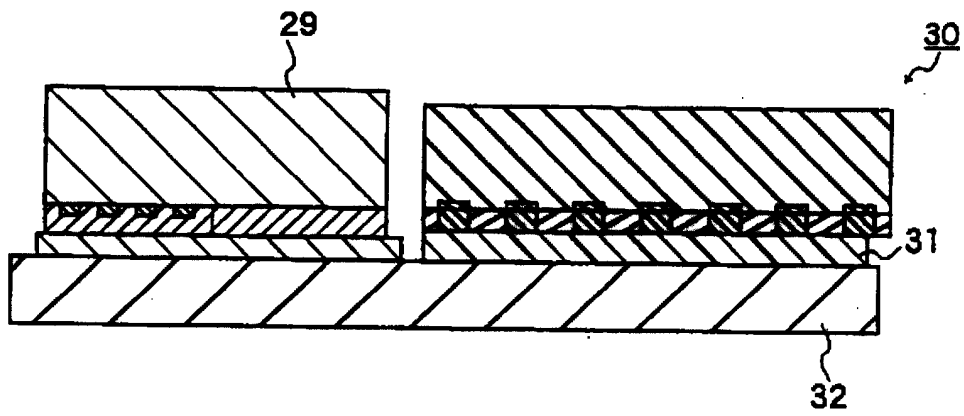


图 11



(现有技术)

图 12



(现有技术)

图 13