[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H01L 31/020
H01L 33/00
G02B 6/42 G02B 5/18
G02B 6/24 G02B 6/16
G02F 1/295 G02F 1/225

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94191051.2

[45]授权公告日 2001 年 1 月 31 日

[11]授权公告号 CN 1061471C

[22]申请日 1994.1.31 [24]颁证日 2000.10.28
[21]申请号 94191051.2
[30]优先权
[32]1993.1.29 [33]EP [31]93300682.7
[86]国际申请 PCT/GB94/00180 1994.1.31
[87]国际公布 WO94/17448 英 1994.8.4
[85]进入国家阶段日期 1995.7.28
[73]专利权人 英国电讯公司
地址 英国英格兰伦敦
[72]发明人 R·卡什雅普
[56]参考文献
EP0308748A2 1989.3.29 H01L31/02
审查员 韩 锦

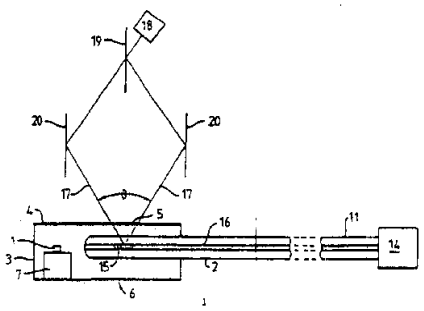
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 董 巍 王忠忠

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 光学器件封装和制造封装件的方法

[57]摘要

本发明提供了组装一种封装件的方法,该封装件包括光学器件(1,2),该 封装件带有窗口(5),该窗口使来自光源(18)的光频电磁辐射能够照射 到光学器件的感光部分(2)上。在一个实施例中,本发明能够制造封装的中 间产品(6),通过将一个光栅(15)写入到感光光纤(2)中,能够使该 中间产品成为具有一定特性的外腔式半导体激光器。采用窗口(5),使得激 光器的特性能够在封装之后得到确定,从而不需要保持具有所有可能需要的特 性的大量外腔型激光器库存,且光栅(15)的反射率只需要在已经建立了光 纤(2)和激光器二极管(1)之间的耦合程度后选择,从而增强了外腔型激 光器的性能。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 制造封装件的一种方法，该封装件包括带有窗口的容器和一个感光光学器件，其中该窗口对于光频电磁辐射是透明的，该方法包括以下步骤:

1）将光学器件安装在容器中，并随后依次

2）引导光频电磁辐射通过容器上的窗口并照射到光学器件的感光部分上，以及

3）使电磁辐射造成光学器件的感光部分的折射率的半永久性改变。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中在步骤 3）中对光学器件的性能的一个方面进行监测。

3. 根据权利要求 1 或 2 的方法，其中使光频电磁辐射在光学器件的感光部分上形成干涉图形。

4. 根据权利要求 3 的方法，其中光频电磁辐射的干涉光束之间的光程差远小于电磁辐射源的相干长度。

5. 根据权利要求 1 的方法，其中光频电磁辐射包括激光辐射。

6. 根据权利要求 1 的方法，其中光频电磁辐射使光栅形成在光学器件的感光部分中。

7. 根据权利要求 1 的方法，其中光频辐射使光学器件的感光部分的光程发生了改变。

8. 根据权利要求 1 的方法，其中步骤 2）被重复。

9. 根据权利要求 8 的方法，其中步骤 2）在开始时如权利要求 6 所述地进行，并随后如权利要求 7 所述地依次进行。

10. 根据权利要求 1 的方法，其中

感光光学器件包括第一和第二子组件，且所述安装步骤 1）包括

a）在容器中安装第一子组件，

b）使第二子组件与第一子组件对准，从而在使用中使光频电磁辐射从一个子组件耦合到另一个子组件，以及

c）将第二子组件安装在该容器中。

11. 根据权利要求 1 的方法，其中封装件包括一个带有窗口的容器、光辐射源和感光光纤，该窗口对于光频电磁辐射是透明的，该方法还包括以下步骤:

i）将半导体光辐射源安装在该容器中，

ii）使感光光纤在容器中对准，从而在使用中使来自半导体源的光辐射能够有效地耦合到光纤中，

iii）将光纤安装在容器中由步骤 ii）确定的位置，

iv）通过使光频电磁辐射通过容器上的窗口并照射到光纤上，而将光栅写入光纤芯。

12. 根据权利要求 1 的方法，该方法还包括以下步骤:

i）将带有平面型波导限定的平衡 Mach-Zehnder 结构的基底安装到一个容器中，该容器带有一个窗口，而该窗口对于光频电磁辐射是透明的，并随后依次

ii）引导调制光频电磁辐射通过容器上的窗口并照射到 Mach-Zehnder 结构的各个支路上，从而使光栅被写入到各个支路中，并随后

iii）引导未调制的光频电磁辐射通过容器上的窗口并照射到支路之一上，从而使该支路的光程发生改变，从而保持平衡的 Mach-Zehnder 结构。

13. 一种封装件，它包括一个带有窗口的容器和安装在所述容器中的感光光学器件一其中该窗口对于光频电磁辐射是透明的，从而使通过容器上的窗口的光频电磁辐射能够照射在所述光学器件的感光部

分上，其中光学器件的感光部分在受到光频电磁辐射的照射时其折射率能够发生半永久性改变。

14. 根据权利要求 13 的封装件，其中容器上的窗口在 240nm 的波长使入射电磁辐射的至少 50%透过。

15. 根据权利要求 13 的封装件，其中容器上的窗口在 240nm 的波长使入射电磁辐射的至少 90%透过。

16. 根据权利要求 13、14 或 15 的封装件，其中所述窗口的光学性质使得它能够防止通过它的光波前的畸变。

17. 根据权利要求 13 的封装件，其中光学器件包括干涉仪。

18. 根据权利要求 13 的封装件，其中光学器件包括两或多个安装在容器中的子组件，从而在使用中便于将光辐射从一个子组件耦合到另一个子组件，且其中至少一个子组件包括所述光学器件的感光部分。

19. 根据权利要求 18 的封装件，其中一个子组件包括一个光辐射源且另一个子组件包括一个光波导。

20. 根据权利要求 19 的封装件，其中光波导是感光光纤。

21. 根据权利要求 20 的封装件，其中光纤包括一个光栅，且光辐射源包括一个半导体激光器，且该激光器最靠近光纤的面得到处理以减小来自它的反射。

22. 根据权利要求 13 的封装件，其中光波导是感光平面型光波导。

23. 根据权利要求 22 的封装件，其中光学器件包括平面型波导光纤。

24. 根据权利要求 23 的封装件，其中滤光器是平衡 Mach-Zehnder 带通滤波器。

说　明　书

光学器件封装和制造封装件的方法

本发明涉及光学器件的封装，且更具体地说，是涉及感光光学器件的封装。

人们已经知道感光光学器件多年了，且已经知道感光光纤二十年了。例如，在1978年，Hill等人报告了将Bragg反射光栅写在光纤芯上。Hill K O、Fujii Y、Johnson D C& Kawasaki BS, "photosensitivity in optical fibre waveguides : Application to reflection filter fabrication", Appl Phys Lett, 32 (10), 647 - 649, 15 May 1978。

有很多种感光光学器件的应用，特别是在通信和检测领域中，如以下公开所述的:

Hill K O, Malo B, Vineberg K A, Bilodeau F, Johnson DC and Skinner I, "Efficient mode conversion in telecommunication fibre using externally written gratings", Electron Lett 26 (16), 1270, 1990.

Morey W W, Meltz G and Glenn W H, "Fiber optic Bragg grating sensors" SPIE 1169, Fiber and opticand Laser Sensors VII 1989.

Park H G and Park B Y , " Inter - modalcoupler using permanently photo - induced grating intwo - mode optical fibre", Electron Lett 25 (12), 797, 1989.

Ball G A, Morey W W and Waters J P, "Nd3 + fibre laser utilising

Bird D M, Armitage J R, Kashyap R, Fatah RM A, K H, "Narrow line semiconductor laser using fibre grating", Electron Lett 27 (13), 1115, 1991.

"Formation of Bragg gratings in optical fibers by a transverse holographic method", G Meltz, W W Morey, and W H Glenn." Optics Letters, Vol. 14, NO. 15, 1st August 1989, pages 823 - 825.

Davey R P, Smith K, Kashyap R, Armitage J R, "mode - locked Er fibre laser with wavelength selection by means of a Bragg grating reflector", Electron Lett 27 22), 2087, 1991.

这些器件中的很多种，在它们能够被用于实验室以外的应用—例如通信或检测应用—之前，需要某种形式的封装。封装的目的，可以是为了便于将电或光信号输入或输出器件，和/或使器件避免受到操作环境(例如水份、灰尘、温度涨落等等)的影响。

以前，感光光学器件的封装方式与封装非感光光学器件的传统方式是一样的。本发明是基于这样的事实，即通过以适当的方式来封装感光器件，从而使光辐射能够在封装之后到达器件的感光部分，可以获得显著的优点。

根据本发明的第一方面，提供了一种组装封装件的方法，该封装件包括一个容器和一个感光光学器件，该容器具有一个窗口，而该窗口对于光频电磁辐射基本上是透明的，该方法包括以下步骤:

1) 将光学器件安装在该容器之内，并随后

2) 使光频电磁辐射通过容器上的窗口并照射在光学器件的

感光部分上，以及

3）使电磁辐射造成光学器件的感光部分的折射率的半永久性改变。

根据本发明的第二个方面，提供了一种封装件，它包括一个容器和安装在所述容器中的感光光学器件，该容器具有一个对于光频电磁辐射基本上透明的窗口，从而使光频电磁辐射通过容器上的该窗口并照射在所述光学器件的感光部分上，其中光学器件的感光部分在受到光频电磁辐射的照射时可以产生折射率的半永久性改变。

折射率的半永久性改变，是这样一种改变，即它不仅是瞬态的，而是在光学器件的寿命的相当一部分里都是有效的。然而，光学器件的感光部分的折射率的半永久性改变，能够被逆转，并可能进一步产生不同的折射率半永久性改变。

在器件已经被安装在容器之后，还能够确定光学器件的感光功能，使得包含容器和光学器件的封装件的性能得到了优化。

因此，当光学器件的感光部分随后被暴露于通过容器上的窗口的光频辐射时，在容器中的安装产生的对光学器件的性能的不利影响，可以得到考虑和克服。当采用传统的组装方法和封装件—它们使得光学器件在封装之后不能受到光频辐射的照射—就不能获得这样的效果。如果采用传统的封装件和封装技术，则光学器件的性能必须是在与容器无关的情况下受到优化的，因而无法考虑随后将器件装在容器中的、可能是不可预测的效果。这可以使容器中的光学器件的性能处于最佳，但光学器件与容器的组合的性能，则不是最佳的。

本发明的另一个优点，涉及封装的感光器件的库存。如果器件是以传统方式进行封装的，制造者或用户必须为一个具体的类型存储至少一个器件，例如具有特定波长的光源，以用于每个可

感觉的需要。在某些情况下，不同器件类型的数目可以是很大的，例如对于用在细颗粒分波长多路调制光通信系统中的器件，可能需要几百种具有略微不同的波长的光源。另外，存储大量的传统封装光学器件，对于例如要求存储的波长之间的特定波长的光源的用户，是越来越大的一个需要，但这种需要是不能得到满足的，除非专门制造和封装所需的器件。因此，产生了对于具体器件类型的需要的响应慢的问题，且如果器件的制造和封装的产量不高，就需要制造和封装一个以上的器件，以保证其中至少一个是满足需要的。

在存储在具体的波长运行所需的光纤方面，也产生了类似的困难。

通过采用根据本发明的组装方法和封装件，这些问题在很大的程度上得到了解决。在确定器件功能的感光性能之前，可以存储若干基本类型的光学器件—它们按照本发明而被封装在一个容器中。当需要一种具体类型的器件时（例如具体波长的光源或滤光器），就可以选用存储的器件中的一个，且通过借助容器上的窗口来照射光学器件的感光部分，就可以使该器件精确地具有所需的特性。

当所要封装的光学器件包括两或多个组件（其中至少一个具有感光部分），且在使用中将在这些组件之间进行光辐射耦合时，本发明是特别有利的。在此情况下，如果采用没有窗口的现有技术容器，感光子—组件必须暴露于光辐射以使在将其安装在容器之前—因而就是在知道两个子组件之间的耦合程度之前 —确定其功能。当光学器件的整个性能严重依赖于两个子组件之间的耦

合程度和感光子组件所起的作用时，产生了具体的困难，例如当一个子组件是半导体光辐射源而另一个是其中将要写入反射光栅感光光纤时就是这样。

另外，当所要封装的光学器件包括干涉仪时，本发明是有利的。干涉仪包括至少一个光学腔，其光路对于干涉仪的性能来说是非常重要的。由于在封装过程中产生的机械和热应力，这段光路的光程在封装中会发生无意的改变。本发明，通过在光学器件得到封装之后，用通过容器上的窗口的光频电磁辐射来照射光学器件的感光部分，从而使该光程能够得到修整，从而克服了这一问题。另外，干涉仪的光特性，例如 Mach－Zehnder 滤光器的运行波长，只需要在干涉仪得到封装之后进行确定。

现在借助附图来描述本发明的实施例。在附图中：

图 1 显示了本发明的第一实施例的平面图，显示了在光栅写入之前的外腔式半导体激光器；

图 2 显示了用于监测至图 1 的激光器二极管的光纤的对准的装置；

图 3 显示了用于通过容器上的窗口而将光栅写入图 1 的实施例的光纤的装置和容器的侧视剖视图；

图 4 中的 a、b、c 和 d 显示了当形成光栅时外腔型激光器的 L/I 特性的变化，而 e 是在固定驱动电流下输出功率的变化；

图 5 是本发明的第二实施例的示意图，显示了安装在根据本发明的容器中的 Mach－Zehnder (MZ) 干涉仪，并还显示了该 MZ 干涉仪的臂的 UV 曝光装置，以及光栅和修整区的位置；

图 6 显示了来自图 5 的 MZ 干涉仪的端口 28 在各个修整阶

段的输出，其中 'a' 是在修整之前，'b' 是在 0.8 秒之后，'c' 是在支路 24 曝光 1.6秒之后，'d' 是在支路 25 曝光 0.04 秒之后，'e' 是在支路 24 曝光 2.4 秒之后；

图 7 显示了在修整过程之后来自图 5 的 MZ 干涉仪的四个端口的输出。

所要描述的本发明的第一实施例，是一个外腔式半导体激光器。该装置的制造涉及两个独立的过程，第一个是将半导体二极管和感光光纤装在根据本发明的容器中，而第二个是将反射光栅写入该感光光纤。第一个制造阶段产生基本的完全封装的器件，该器件能够将半导体二极管的宽广的光增益带宽上的光辐射输出到光纤的尾部中。该器件是中间产品，它完全不受环境的影响，且在需要时可以在不用特别关心的状态下存储许多年。

外腔型激光器的第二个制造阶段，是当接收到对具有具体波长的激光器的定货单时开始的，并包括以与所需波长对应的精确间距，通过将感光光纤暴露于通过容器上的窗口的红外线辐射，而将反射光栅写入感光光纤。该第二制造阶段的结果，是具有窄线宽输出的激光器，其中该线宽以反射光栅确定的波长为中心。

图 1 显示了安装在一个容器中的激光器二极管 1 和感光光纤 2，该容器具有一个本体 3 和一个盖 4，在盖 4 上设置有一个窗口 5，而该窗口 5 对于紫外辐射基本上是透明的。下面描述制造这种中间产品 6的方法。

以借助 MOVPE 的传统方式，产生 GaInAsP/InP 埋置结构的激光器二极管，且二极管 8 的一个面上涂覆有多个介电层，以减小其反射。

参见图 1，激光器二极管 1 随后被置于受热器 7 中，从而使其涂覆的面 8 在二极管使用时能够向光纤 2 发射辐射，且经过导线 9而形成与该二极管的电触头。

在光纤 2 被安装在容器 3 中之前，在该光纤的端部形成一个透镜10。

为了使光纤 2 与二极管 1 对准，光纤 2 的远端 11被耦合到一个光功率计 12(在图 2 中显示)，且二极管 1 经过导线 9 而得到供电，从而输出恒定电平的光辐射。然后用微定位装置 13来相对于二极管 1调节光纤 2，直到在功率计 12 上获得最大功率读数。此时，借助激光将光纤 2 焊接在容器 3 上，从而保证了二极管 1 与光纤 2 之间的稳定低损耗光耦合。

随后将盖 4 密封封闭在容器的本体 3 上，从而保证盖 4 上的窗口 5对准在光纤 2 的上方。

窗口 5 包括 UV 等级二氧化硅石英，它对于紫外辐射基本上是透明的。该窗口也可以由其他材料制成，只要该材料在将要写入光栅的波长是基本透明的。窗口 5 最好在可见波长也是透明的，以便能够在可见波长观察光栅的写入过程。窗口的材料可以是两侧平整的，并具有高的光学质量，从而不会使通过它的光波前产生畸变。窗口的材料应该具有良好的热稳定性，以避免由于对某些紫外辐射的吸收所产生的加热造成不均匀。

这完成了外腔式半导体激光器的第一制造阶段，且封装的中间产品 6 可以被存储起来，直到需要。

当需要具有预定的具体波长的激光器时，从库存中取出中间产品 6，并将具有适当间距的反射光栅 15 写入中间产品的光纤 2

中。图3 显示了用于写入光栅 15 的装置。光纤 2 远离中间产品 6 的端部 11，被耦合到一个光谱分析仪 14，从而能够在光栅 15 的形成过程中监测来自激光器的辐射输出的电平和频谱。为了写入光栅 15，利用从同一相干光源 18 产生的、具有适当夹角的两个紫外辐射束 17，在光纤芯 16 中建立起驻波干涉图形。光源 18 包括一个工作在 244nm的腔内倍频 Ar + 激光器，选用它是由于光纤 2 对该波长敏感。应该理解的是，根据具体所用的光纤对于写入波长的敏感性，也可以采用其他的写入波长。

两个紫外光束 17，是通过将光源 18 的输出引到一个分束器 19 上而产生的，而分束器 19 产生两个光束，这两个光束通过镜 20 而会聚在光纤 2 上。应该理解的是，所产生的光栅 15 的间距，且因此激光器的工作波长，将由两个光束 17 之间的夹角 θ 确定。光栅 15 的间距因而可以通过改变角 θ 而得到调节，由以下公式给出：

$$\Lambda = \frac{\lambda_1}{2\sin\frac{1}{2}\theta}$$

其中 λ_1 是光源 18 的波长。外腔型激光器的所需的预定工作波长 λB，可以通过按照以下公式选择间距 Λ 而获得：

$$\lambda_B = 2n_c\Lambda$$

其中 n_c 是光纤 2 所引导的模式的有效模式折射率，本领域的人员从光纤折射率特性的知识，可以很容易地计算出 n_c。

感光光纤 2 可以是根据 1992 年 3 月 9 日递交的 GB 9205090.5（申请号 PCT/GB93/00462，公开号 WO93/18420）的

方法，在非氧化环境中制造的锗掺杂二氧化硅光纤。或者，该光纤可以是根据1992 年 6月 24 日递交的GB 92305783. 0(公开号WO94/00784，申请号PCT/GB93/01321) 的共掺杂有 B2O3 的光纤。标准的通信光纤也可以具有足够的感光性，从而包括光纤 2。本领域的技术人员，将理解不同设计的光纤将具有不同的感光性，并将选择具有足够的感光性的光纤以实现反射光栅的所需反射率。

当采用来自大约为 20mW 的光源 18 和硼共掺杂纤维的 CW 功率输出时，需要几分钟的曝光时间。在该曝光期间的开始期间里，对光栅间距的微调 (通过改变角 θ)，保证了能够实现外腔型激光器的精确预定波长—如谱线分析仪 14 所监测的。一旦激光器的工作波长等于预定波长，就维持干涉场，而不对光栅 15 的间距进行进一步的调节。

光纤 2 的精确曝光时间，且因此光栅 15 的反射率，取决于外腔型激光器所需的特性。例如，如果对于给定的驱动电流要求高输出功率，则光栅 15 的反射率便被这样选择，即使得来自光栅的光学反馈克服了腔内损耗，例如光纤 2 与激光器二极管 1 之间的耦合损耗，同时又不致高到使外腔型激光器的输出功率减小的程度。这是以如下方式实现的。在光栅 15 的曝光时间里，激光器二极管 1的驱动电流反复地从零线性上升至激光器二极管的驱动电流的最大值，且监测外腔型激光器的输出与驱动电流的关系。图 4 显示了在光栅产生期间激光器的几个示意 L/I (光－电流) 特性。图 4a 显示了当光栅15 至激光器二极管 1 的反馈非常小时，在曝光时间开始处的 L/I 特性。随着光栅 15 的反射率在曝光时间期

间中的增大，它向激光器二极管1提供更大的反馈且L/I特性的梯度增大，如图4b和4c所示。当光栅15提供了足以克服腔内损耗的反馈时，外腔型激光器达到阈值并开始发射激光。这可以从图4d所示的特性中的一个拐点而明显地看出。一旦观测到L/I特性中的这个拐点，驱动电流就不再线性上升，而是固定在所希望的外腔型激光器工作电流Y，且激光器在此驱动电流的输出随后得到监测。随着光栅15的反射率的继续增大，该输出随着时间而增大至一个峰值，如图4e所示。在此峰值停止光栅的曝光，将使所产生的外腔型激光器对于选定的驱动电流来说具有最佳的输出功率。如果光栅的曝光持续至该点之外，则所产生的高反馈将使激光器的输出减小，如图4e所示。

应该注意的是，光纤2与光栅15之间的耦合损耗，以及光栅的反射率，都不需要得到计算、估计或测量，而在现有技术的方法中光栅是在光纤与激光器二极管1对准之前被写入的。

由于光栅15只是在被封装到容器3中之后才被写入的，因而没有光栅的工作波长会由于例如在激光器焊接和封装期间光纤所受到的应力而受到改变。另外，当耦合损耗被固定时，只能够通过在封装之后写入光栅，来实现光栅15的优化反射率—它能够克服激光器二极管1与光纤2之间的耦合损耗，同时又不致高到对激光器的输出产生限制。

应该理解，在光栅写入期间，可以实现优化输出功率以外的所希望特性，而这要求对不同的激光器性能特性进行监测。例如，可能要求在一个具体驱动电流下的特定输出功率，或者，可能要求具体的激光线宽或阈值。

下面描述本发明的第二实施例，它包括平面波导 Mach－Zehnder (MZ) 带通滤波器。

很多电信应用都要求采用带通滤波器，而不是带止滤波器。写入到上述感光波导中的反射光栅的带止特性，通过将一个相同的这种反射光栅引入平衡 MZ 干涉仪的两条支路中的每一条，可以被转换成带通特性。

该 MZ 带通滤波器，是通过两个阶段制成的。第一制造阶段产生一个平衡的 MZ 干涉仪，它被封装在根据本发明的容器中。该中间产品随后被存储起来，直到需要具有具体波长和带宽的带通滤波器。第二制造阶段包括将光栅写入 MZ 的两个支路中的每一条的第一步骤，和对该干涉仪进行修整以保证两条支路得到平衡的第二步骤。这两个步骤都是通过使紫外辐射通过封装上的窗口而进行的。

参见图 5，平衡 MZ干涉仪，是通过采用众所周知的火水解技术，在同一基底 23 上制成在 1555nm 处的两个相同的 50: 50 波导耦合器 21、22 而形成的。耦合器 21 的输出端口，被接合到耦合器 22的输入端口，以形成 MZ 干涉仪的两个支路 24 和 25，各个支路的长度都是大约 10mm。

为了实现平衡的 MZ 结构，这两个支路 24 和 25 的光程必须基本上相等。各个支路的光程，取决于形成该支路的波导的折射率和支路的实际长度。火焰水解产生的波导折射率涨落，及因此波导所引导的光频率的有效模式折射率，都很小—在有效模式折射率的百分之一的量级。这些涨落在实际中又在每个支路的长度上得到了平均，从而使支路长度的实际不同成为支路之间的光程

的不同的主要原因。采用光刻技术，支路 24 和 25 的实际长度可以被限定在几个微米以内，从而使支路之间的光程差小于几个波长，因而产生了平衡的 MZ 结构。

在用传统的火焰水解技术形成了这些波导之后，它们受到根据 PCT/GB93/00462 的最后氢化处理，以保证它们是感光的。

基底 23 随后被装在容器的本体 26 上，且使光纤 27 与 MZ 干涉仪的各个端口 28、29、30 和 31 相对准并将其激光焊接在本体 26 上。具有对紫外辐射透明的窗口 33 的盖 32，随后被激光焊接到容器的本体 26上，从而保证窗口 33 被对准在 MZ 干涉仪的支路 24、25 的上方。这完成了第一制造阶段，且所产生的中间产品被存储起来。

当需要处于具体波长并具有具体的带通带宽—例如 1.5558 μm和 1nm—的带通滤波器时，使一个中间产品暴露于紫外辐射，以给出具有所希望特性的 MZ 带通滤波器。第二制造阶段包括两个步骤。首先，将相同的光栅写入 MZ 干涉仪的各个支路 24 和 25，且其次该干涉仪得到修整以保证它仍然是平衡的并使滤光器的性能达到最大。

采用与本发明的上述实施例中所述的设备相同的设备，将光栅写入到干涉仪靠近耦合器 22 之一的各个支路 24、25 中，如图 5 所示。光栅的间距、长度和折射率调制深度，都以传统的方式进行选择，以给出所希望的带通特性，即中心波长、带宽和透射系数。

典型的曝光时间在几秒至几分钟之间。光栅长度在 3mm 左右。光栅是在用显微镜观测的同时，通过使波导与紫外激光条纹对准而写入的。当用紫外辐射照射锗芯时，观测到了典型的蓝光。

从前面的写入时间估计，各个光栅的反射率在90%以上。

一个熔合的渐细3dB光纤耦合器34，被连接在与MZ干涉仪的端口28耦合的光纤27上，以使工作在1550nm的峰值波长周围的宽带宽ELED(边缘发射LED)35进入MZ，同时从MZ通过端口28的背反射得到监测。

	总输出功率的%	
端口#	修整之前	修整之后
28 在1.5558μm处带通	54.3(64.7)	9.8(13.3)
29 在1.5558μm处环路带通	24.6(28.9)	58.8 (80.3)
30 带止最小	2.8	2.2
30 带通交叉	70.7	70.7
31 带通通过	4.8	2.6
31 带止最小	0.13	0.08

(注意：测量是参照在输入端口28处在光纤中的功率而进行的：没有考虑来自至端口28处的波导的光纤的耦合损耗。因而该传输特性好于所引的图形。在括号中的数字是相对于在操作端口30和31处的总功率。测量到了从端口28至端口30的1.35dB的光纤—光纤损耗。)

Mach－Zehnder的四个端口，在写入两个光栅之后立即得到测量。表1显示了在所有四端口处的测量数据—它们是在端口28处的光纤中的功率的一部分。为了比较所有四端口中的信号，各个端口都参照了在提供给端口28的光纤中测量的总功率。进入端口28的发射效率是已知的，因而可以推出包括传播损耗的总的插入损耗和发射效率。另外，从在输出端口30和31处的消光

测量，可以精确知道光栅的反射率。由于不知道输入波导中的准确功率，且发射没有被完全优化，最后的值包括传播和耦合损耗，并且比性能的实际显示差。从光栅的反射，呈现为在1.5558μm波长处在端口30的频谱中的“下落”（带止），该下落对应于95.5%的反射（13.5dB的衰减）。频谱中其余的波长在端口31透射，并作为带止周围的宽通带而出现，其透射率只有输入的总功率的4.8%。在端口28在1.5558μm，峰值反射信号（带通），在考虑了端口28处的耦合器的3dB的损耗的情况下，是输入端的总功率的54.3%。端口29（环路端口），显示出带通中的反射，其峰值透射率为输入端的功率的24.6%。

显然，来自干涉仪的反射信号，在MZ的输入耦合器21处是不平衡的，因为在端口29而不是端口28需要所希望的带通输出。为了对此进行补偿，通过使MZ的一个支路（例如支路24）重新暴露于紧跟在输入耦合器21之后的路径中的紫外辐射的一个单一未调制光束，而使MZ得到修整，以改变局部的折射率36，如图5所示。输入端口28得到监测，以使反射最小。这种暴露的结果，被显示在图6的序列（a）—（c）中。所示的频谱是用于增大在2mm区域上的曝光的。可以看到，在两秒以下的曝光中，端口28反射的光被减小了约5dB。在图6（d）中可以看到对另一个支路25进行0.04秒的UV曝光的结果。反射信号增大了2dB多，表明在耦合中由于前面的曝光而引起的改变已经被逆转。最后的图6（e）显示了对第一支路进行另一1/2秒的再曝光之后的频谱。

在这些MZ测量中，从2.4秒的紫外曝光中的耦合改变估计的折射率改变，为-4.4×10^{-4}。经过补偿的MZ带通滤波器随后

受到透射特性测试。图 7 中显示了来自四个端口的频谱。端口 28 中的信号的功率，已经从在端口 28 处的光纤中的 54.3%，减小到约 9.76%。在成环的通过端口 29 信号中的带通，已经从 4.8 减小到 2.8%。在此情况下，后一分配是不能改变的，由于光栅是靠近一个耦合器写入的且在光栅与该耦合器之间没有空间能够用于改变干涉仪的一个支路中的相位。由于该光栅的带止/带通带宽大约为 1nm，这与从曝光长度计算出的值符合得很好。

因此，可以看出，通过采用具有紫外透明窗口的封装，不仅能够借助简单的第二制造阶段来实现精确的所希望的带通滤波器特性，而且滤光器的性能可以得到优化。因此，以根据本发明封装的中间产品的少量库存，就可以满足对非常大的范围里的不同滤光器的需求。

可以理解的是，本发明的方法和封装件，在电信领域中能够得到广泛的应用，并且不仅能够被应用于单个光学器件的封装，而且还能够被应用于光—电集成电路的封装。复杂的光－电集成电路（例如实施在平面二氧化硅基底上的电路并包括激光器、耦合器、放大器和滤光器）可以得益于本发明的应用。根据本发明，这种集成电路的功能可以在封装之后得到确定，以制成例如多波长源或波长梳发生器。

在确定了光学器件的功能之后，不论是作为外腔型激光器、Mach－Zehnder 滤光器还是其他器件，都能够通过例如用遮光油漆或胶带遮盖容器上的窗口，来防止其他的电磁辐射到达光学器件的感光部分。

说 明 书 附 图

图 1

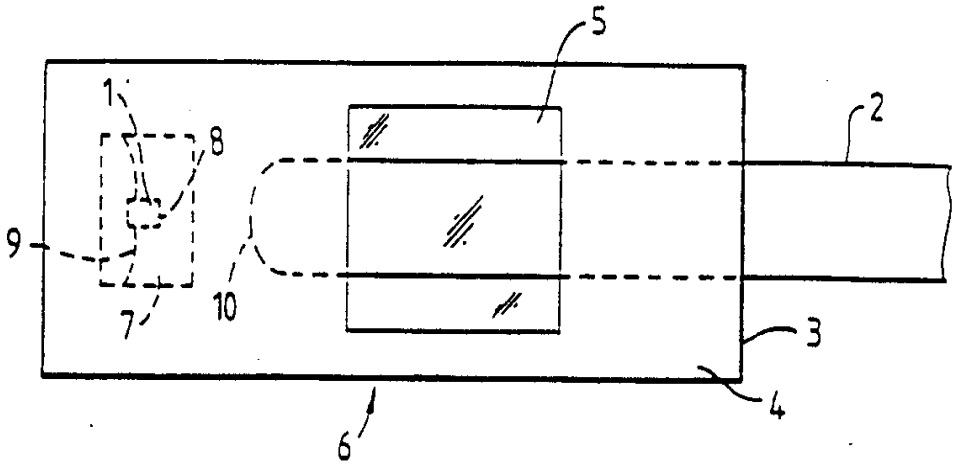


图 2

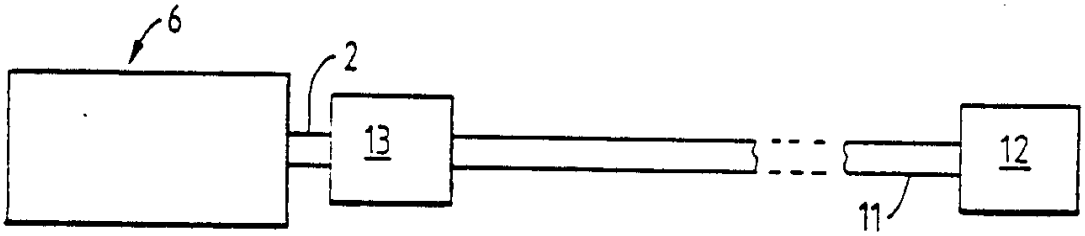


图 3

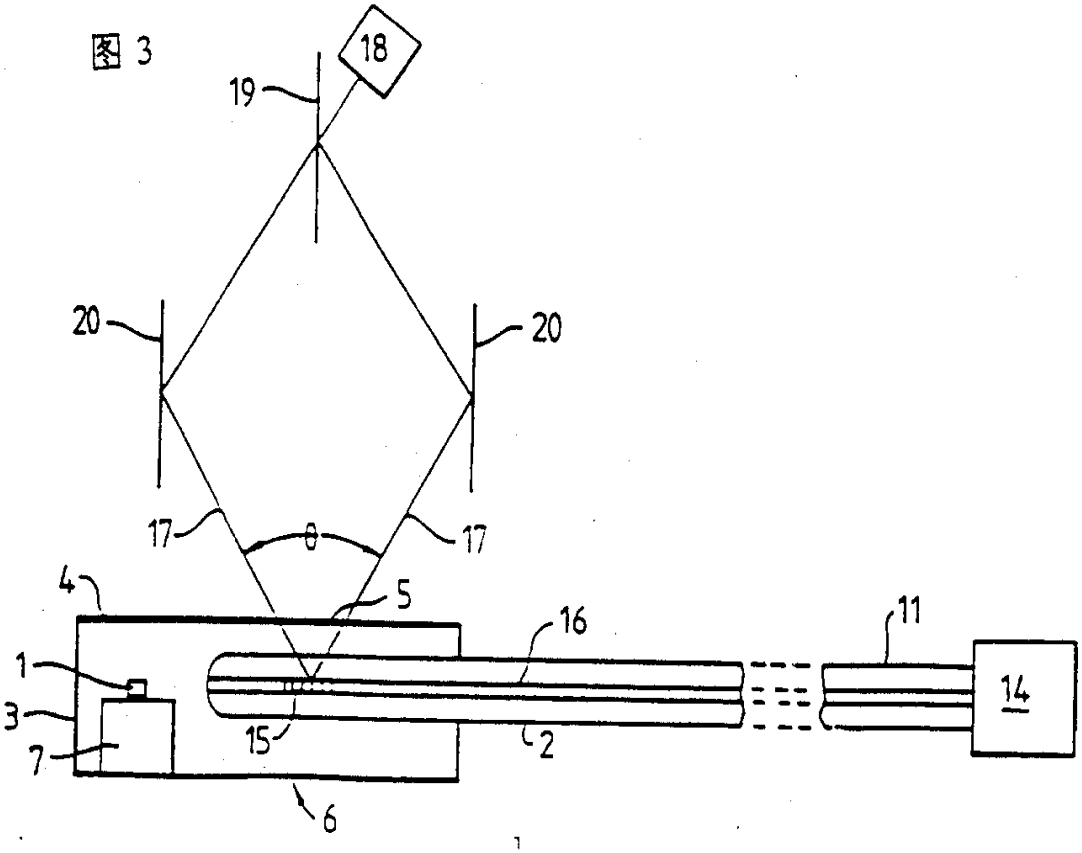
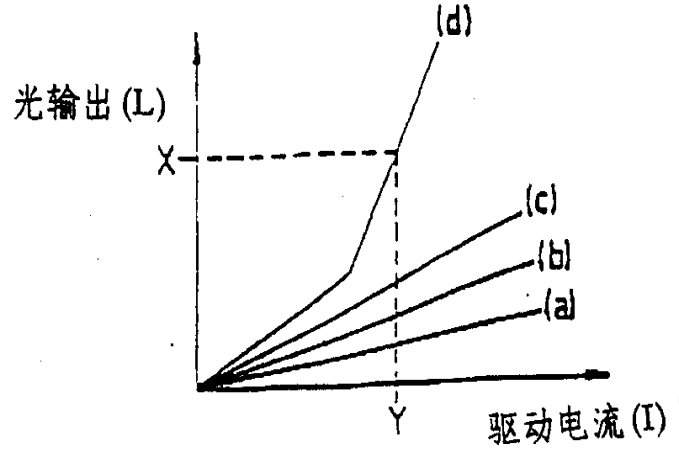


图 4


光输出 (L)
X
(d)
(c)
(b)
(a)
Y
驱动电流 (I)

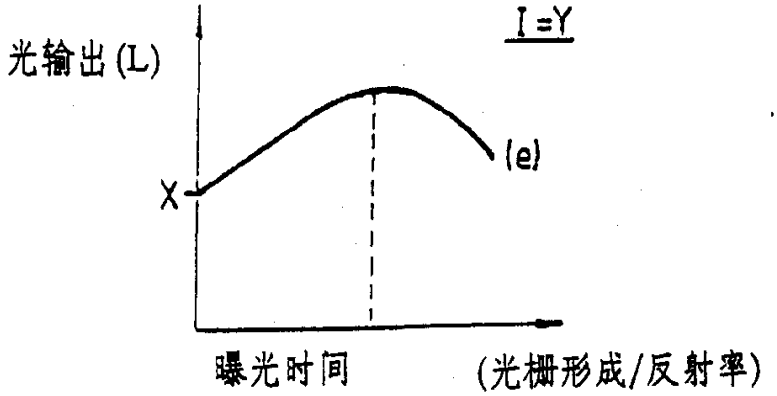

光输出 (L)
I = Y
X
(e)
曝光时间
(光栅形成/反射率)

图 5

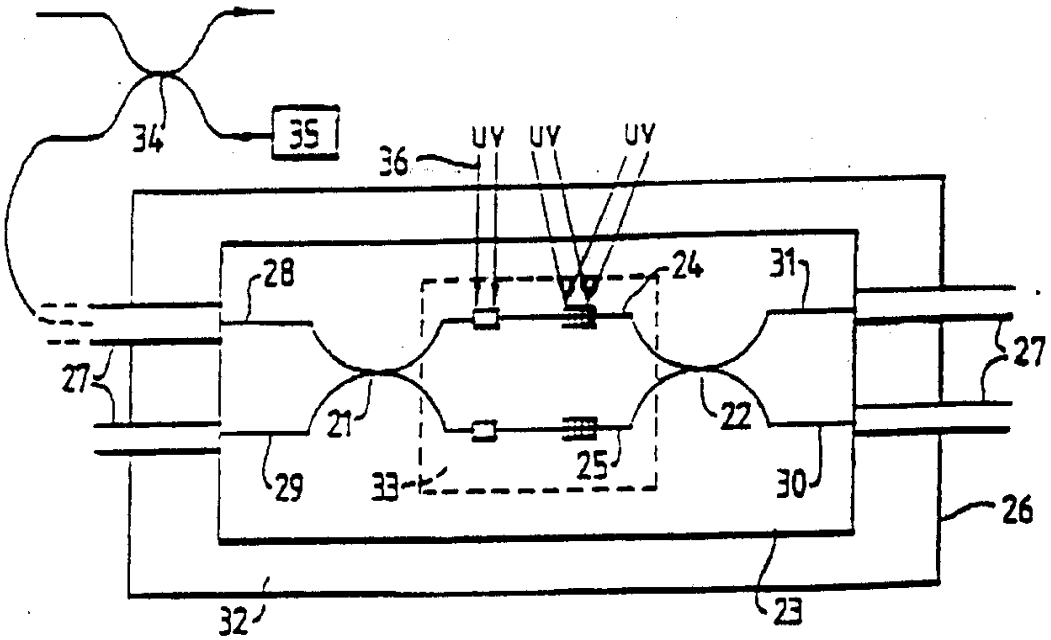

34
35
36
UV
UV
UV
28
24
31
27
27
21
22
29
33
25
30
26
32
23

图 6

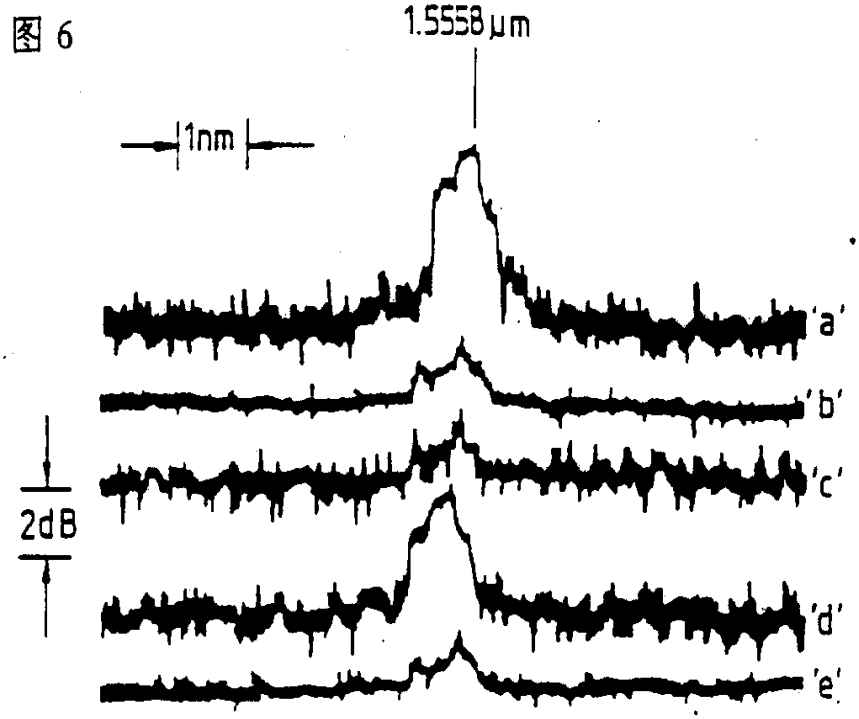
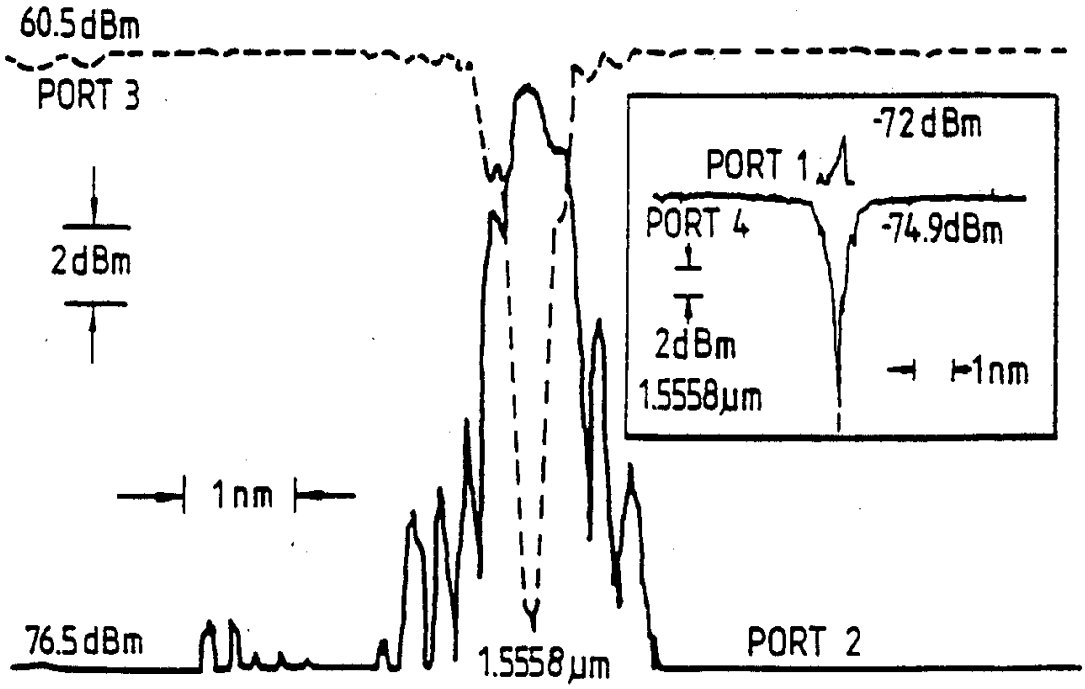

1.5558 µm
1nm
'a'
'b'
'c'
'd'
'e'
2dB

图 7


60.5dBm
PORT 3
2dBm
1nm
76.5dBm
1.5558µm
PORT 2
-72dBm
PORT 1
PORT 4
-74.9dBm
2dBm
1.5558µm
1nm