



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01124472.0

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1196002C

[22] 申请日 2001.7.31 [21] 申请号 01124472.0

[30] 优先权

[32] 2000. 7. 31 [33] JP [31] 231855/2000

[32] 2001. 5. 23 [33] JP [31] 154139/2001

[32] 2001. 5. 23 [33] JP [31] 154160/2001

[32] 2001. 6. 1 [33] JP [31] 167050/2001

[71] 专利权人 日本电气硝子株式会社

地址 日本滋贺县

[72] 发明人 竹内宏和 船引伸夫 和田正纪

饭田雅直 中岛外博 堀部升二郎

审查员 扈 燕

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

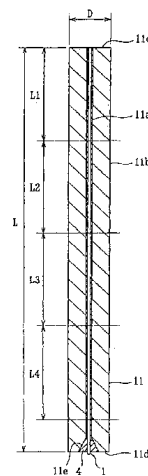
代理人 陈 健

权利要求书 5 页 说明书 22 页 附图 10 页

[54] 发明名称 带光纤的光装置零件的预备材料, 光纤短截棒及制造方法

[57] 摘要

带有光纤的光装置零件的预备材料, 由长毛细管和光纤构成, 该长毛细管由玻璃或结晶化玻璃构成, 上述光纤用粘接剂固定在长毛细管的内孔中。预备材料的全长是光装置零件的数倍以上。通过切断该预备材料制作多根短的带有光纤的毛细管。然后, 通过研磨加工各带有光纤的毛细管的两端面, 获得光装置零件。



1. 带有光纤的光装置零件的预备材料，其特征在于，包括：
由玻璃或结晶化玻璃构成的毛细管，所述毛细管具有将光纤插入进行固定的内孔，而且长度为所述光装置零件长度的多倍；
插入上述毛细管全长的内孔中并由粘接剂粘接固定的光纤；
上述预备材料通过被切断而产生多根与光连接器连接的构成光装置零件的带光纤的毛细管。
2. 如权利要求1所述的带有光纤的光装置零件的预备材料，其特征在于，被切断之前的毛细管的全长是20mm以上。
3. 如权利要求1所述的带有光纤的光装置零件的预备材料，其特征在于，上述毛细管由具有小于 $7 \times 10^{-6}/K$ 的线膨胀系数的玻璃或结晶化玻璃构成。
4. 如权利要求1所述的带有光纤的光装置零件的预备材料，其特征在于，上述毛细管由厚度为1mm、50%以上透过波长350nm~500nm的光的玻璃或结晶化玻璃构成，上述光纤由粘接剂固定安装在上述毛细管的内孔中，上述粘接剂是紫外线硬化型粘接剂。
5. 如权利要求1所述的带有光纤的光装置零件的预备材料，其特征在于，上述毛细管具有如下的质量百分比的组成： SiO_2 62~68.5%、 Al_2O_3 17~24%、 Li_2O 1.8~2.5%、 MgO 0~2%、 TiO_2 1.5~4.5%、 ZrO_2 0.5~3%、 TiO_2+ZrO_2 3~6%、 K_2O 2.5~7%、 ZnO 2~6%、 BaO 0~3%、 CaO 0~2%、 B_2O_3 0~4%、 Na_2O 0~2%、 P_2O_5 0~0.7%、 As_2O_3 0~1.5%、 Sb_2O_3 0~1.5%，由作为主结晶以30~70体积%析出 β -锂辉石固溶体或 β -石英固溶体的结晶化玻璃构成。
6. 如权利要求1所述的带有光纤的光装置零件的预备材料，其特征在于，上述毛细管由厚度为1mm、30%以上透过波长700nm~2500nm的光的玻璃或结晶化玻璃构成。
7. 如权利要求1所述的带有光纤的光装置零件的预备材料，其特征在于，上述毛细管由延伸成形法制作。

8. 如权利要求 1 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料, 其特征在于, 上述毛细管在上述内孔的端部上具有导引上述光纤的喇叭口部。

9. 如权利要求 1 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料, 其特征在于, 上述毛细管使其表面上产生压缩应力层而强化机械强度。

10. 如权利要求 1 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料, 其特征在于, 上述毛细管的外侧形状是多棱柱。

11. 如权利要求 1 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料, 其特征在于, 上述毛细管的外侧形状是圆柱状, 设有沿其长度方向的扁平面部或槽部。

12. 如权利要求 1 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料, 其特征在于, 上述光装置零件是光固定衰减器固定用零件, 上述光纤具有规定的光衰减率。

13. 带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法, 该预备材料通过被切断而产生多根构成与光连接器连接的光装置零件的带光纤的毛细管, 其特征在于, 该方法包括如下的工序:

通过成形软化状态的玻璃或结晶化玻璃制作毛细管;

在上述毛细管的端部设置用于将光纤导引到其内孔的圆锥状的喇叭口部;

将粘接剂充填到上述毛细管的内孔中, 将除去了包覆的光纤从上述喇叭口部插入了上述内孔后, 使粘接剂硬化, 而将上述光纤固定在上述毛细管中。

14. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法, 其特征在于, 由速冷法在上述毛细管的表面上形成压缩应力层。

15. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法, 其特征在于, 由离子交换在上述毛细管的表面上形成压缩应力层。

16. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制

造方法，其特征在于，通过以所述内孔为中心用表面上具有磨粒的前端角度为 $45 \sim 120^\circ$ 的旋转的工具切削上述毛细管的端面，形成上述圆锥状的喇叭口部。

17. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，其特征在于，通过一边保护上述毛细管的外面一边将上述毛细管的端部浸渍在玻璃浸蚀性溶液中，形成上述圆锥形状的喇叭口部。

18. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，其特征在于，在开口套管中对接上述毛细管的端部和一端具有圆锥状的喇叭口部的毛细管的另一端，通过整合上述毛细管的内孔和上述具有喇叭口部的毛细管的内孔而在上述毛细管的端部附设喇叭口部。

19. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，其特征在于，在向上述毛细管的内孔中充填粘接剂时，在不含有气泡地形成至少充满上述喇叭口部的粘接剂堆积部。

20. 如权利要求 19 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，其特征在于，用透明材料保持上述粘接剂堆积部，一边观察上述光纤一边将上述光纤插入上述毛细管的内孔中。

21. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，其特征在于，对去除了包覆的上述光纤的表面进行清洗。

22. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，其特征在于，上述毛细管由厚度为 1mm、50%以上透过波长 $350\text{nm} \sim 500\text{nm}$ 的光的玻璃或结晶化玻璃构成，将光硬化型的粘接剂充填到上述毛细管的内孔中，在将去除了包覆的光纤从上述喇叭口部插入了后，通过曝光使上述粘接剂硬化而将上述光纤固定安装在上述毛细管中。

23. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，其特征在于，向上述毛细管的内孔中充填热硬化型的粘接剂，在将去除了包覆的光纤从上述喇叭口部插入了后，通过加热使上述粘

接剂硬化而将上述光纤固定安装在上述毛细管中。

24. 如权利要求 13 所述的带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法, 其特征在于, 上述毛细管由厚度为 1mm、30%以上透过波长 700nm ~ 2500nm 的光的结晶化玻璃构成, 通过对由粘接剂将光纤固定在内孔中的上述毛细管照射波长 700nm ~ 2500nm 的光, 通过观测其透过光或透过像来检查上述光纤的粘接缺陷。

25. 光纤短截棒的制造方法, 将上述光纤短截棒与光连接器连接, 所述光纤短截棒的制造方法包括以下的工序:

将软化状态的玻璃或结晶化的玻璃成形为毛细管, 所述毛细管具有插入并固定光纤的内孔, 且长度为光装置零件的长度的多倍;

在上述毛细管的内孔的全长插入光纤, 制作由粘接剂粘接固定的带光纤的毛细管;

将上述带有光纤的毛细管切断为具有规定长度的多根第一带光纤的毛细管;

研磨上述第一带光纤的毛细管的端面。

26. 如权利要求 25 所述的光纤短截棒的制造方法, 其特征在于, 对上述第一带光纤的毛细管的端面进行用于物理性接触的研磨。

27. 如权利要求 26 所述的光纤短截棒的制造方法, 其特征在于, 对上述第一带光纤的毛细管的一端面进行用于物理性接触的研磨, 另一端面研磨成相对与中心轴垂直的面成倾斜面。

28. 如权利要求 26 所述的光纤短截棒的制造方法, 其特征在于, 上述制造方法还包含如下的工序:

在对上述第一带光纤的毛细管的两端面进行用于物理性接触的研磨后, 相对与中心轴垂直的面成倾斜面地切断上述第一带光纤的毛细管, 制作具有规定长度的第二和第三带有光纤的毛细管的工序;

研磨上述第二和第三的带有光纤的毛细管的倾斜面的工序。

29. 如权利要求 25 所述的光纤短截棒的制造方法, 其特征在于, 上述毛细管的线膨胀系数小于 $7 \times 10^{-7}/K$ 。

30. 如权利要求 25 所述的光纤短截棒的制造方法, 其特征在于,

由速冷法或离子交换法在上述毛细管的表面上形成压缩应力层。

31. 如权利要求 25 所述的光纤短截棒的制造方法，其特征在于，上述毛细管由厚度为 1mm、50%以上透过波长 350nm~500nm 的光的玻璃或结晶化玻璃构成，上述粘接剂是紫外线硬化型粘接剂，通过曝光使上述粘接剂硬化。

32. 如权利要求 25 所述的光纤短截棒的制造方法，其特征在于，上述毛细管由厚度为 1mm、30%以上透过波长 700nm~2500nm 的光的结晶化玻璃构成，通过对由粘接剂将光纤固定在内孔中的上述毛细管照射波长 700nm~2500nm 的光，通过观测其透过光或透过像来检查上述光纤的粘接缺陷。

带光纤的光装置零件的预备材料、 光纤短截棒及制造方法

所属技术领域

本发明涉及用于光装置制造的带有光纤的光装置零件的预备材料。

现有技术

近年来，由于光通讯网的急速发展，大量地需要高性能且廉价的光装置。特别是，内藏光纤的插头型光装置和插座型的光装置使用着将光纤插入精密的毛细管中并用粘接剂固定的圆柱状的光装置零件。

在现有技术中，作为内藏光纤的光装置、例如使用于光固定衰减器的零件，如图8所示，具有固定的光信号衰减率的光纤1被插入陶瓷制毛细管2的内孔2a中并由粘接剂4固定，两端面2b、2c被加工为凸球面的光装置零件5已为人所知。另外，作为使用于发出或者接收光信号的光装置的零件有公知的如图9所示的光装置零件6等，该光装置零件6将光纤1用粘接剂4固定在毛细管3的内孔3a中，一端3b被加工为凸球面，在被倾斜地研磨的另一端3c侧连接着半导体激光等的发光元件。

图8、图9所示那样的固定了光纤1的圆柱状的光装置零件5具有与光连接器的插头同等尺寸精度，组装在插座7和开口套管等的具有精密对位功能的构件的光固定衰减器的壳体8内。其壳体8内的被凸球面加工的光装置零件5的端面上对接着用虚线表示的那样的同样被凸球面加工的光连接器9的插头端面，进行抑制连接端面的反射光的PC（物理接触的简称）连接，可以进行光信号的高速传递。

但是，图8、图9所示那样的光装置零件5、6的组装，在将粘接剂4注入到比光纤1稍大的内径的内孔2a中后，需要一边插入光纤1一边将粘接剂4不产生气泡等地均匀地充填到光纤1的间隙中的这样

艰难的作业。因此，需要熟练的操作者，由于组装能力与人数成正比，因此有成本高的问题。

另外，在光装置零件 5、6 使用陶瓷制的毛细管并将石英类的光纤 1 固定在其内孔中了的情况下，光纤 1 的线膨胀系数是 $5 \times 10^{-7}/K$ ，与此相对，陶瓷制的毛细管线膨胀系数是 $1.1 \times 10^{-5}/K$ ，约大 2 位数，由于温度变化，位于端面 2b、2c、3b、3c 上的光纤 1 的端面上产生突出·凹陷的现象。伴随着该现象，在光纤 1 和与此连接的其它的光学零件中传递的光信号的强度和相位发生变化，有光信号的连接质量低的问题。

另外，在光装置零件 5、6 使用陶瓷制的毛细管时，在为了与光连接器 PC 连接地进行使用而研磨端面时，由于陶瓷制的毛细管的研磨速度比由石英玻璃构成的光纤 1 的研磨速度慢，因此，需要使用昂贵的金钢石薄片或含有特殊的磨粒等的操作需要高度技术储蓄的料浆。

另外，陶瓷制的毛细管几乎不透过 1000nm 以上的光，因此，不能利用处于 1000nm 以上的红外线区域激光光线等进行插入固定着光纤的光装置零件 5、6 的缺陷检查。

另外，陶瓷制的毛细管几乎不让使光硬化型粘接剂进行一般硬化的波长 350nm ~ 500nm 的光透过。因此，有不能使用对紫外线 ~ 兰光的可视光线具有感度的光硬化型粘接剂的问题。

另外，在光装置 5 中，与光连接器连接的侧插入到光连接器用的插座中，但是，在该插座中组装入氧化锆制的开口套管时，在插入了通常的玻璃制的光装置 5 时，有弄伤光装置 5 的玻璃表面而使其强度降低的危险。

另外，需要将预先除去了包覆的光纤插入毛细管中，但是，在不使用光纤剥皮器使其断线的情况下难以几乎完全地除去长长地延伸的包覆。

另外，在将粘接剂充填入毛细管内孔中并插入光纤后，在使粘接剂硬化时，有粘接剂上产生收缩应力，在长的毛细管上特别是其端部，光纤的折射率分布变化的问题。

在将粘接剂充填入毛细管内孔中并插入光纤后，在使粘接剂硬化时，有粘接剂收缩而产生气泡的问题。

例如，如图 10 所示，为了将从激光二极管 1 发出、由透镜 2 聚光的光信号取入光连接器插头 3 中的光纤 4 中，或为了将从光连接器插头的光纤 4 发射的光信号聚光在图中未示的光电二极管上，使用了该图所示那样的构造的组件。在这样的组件中，为了取入由透镜 2 聚光的光信号或为了发射光信号，使用在内孔 5a 中保持光纤 6 的光纤短截棒 5。

该光纤短截棒（光ファイバスタブ）5 的激光二极管 1（或光电二极管）侧的端面 5b 为了不使反射光进入激光二极管 1 而成为噪声而以端面 5b 相对光信号入射轴线成数度的角度地被研磨加工。另外，相反侧的端面 5c，为了可与光连接器插头 3 连接，而在周缘部设置 C（Cubic）倒角（45°倒角）5d，并进行以光纤 6 为中心的 PC（Physical Contact，用于物理性接触的凸面）研磨。

如图 11 所示，这些光纤短截棒 5 的端面 5b、5c 的加工，在将光纤 6 用粘接剂 8 固定在构成光纤短截棒 5 的套管 7 的内孔 7a 内后用专用的研磨装置来进行。

但是，套管 7 为图 11（A）那样的形状，由于没有导引光纤 6 容易地使其插入内孔 7a 的喇叭口部，在用套管 7 组装光纤短截棒 5 时，在将粘接剂 8 注入与光纤 6 稍大的内径的内孔 7a 中后，一边用显微镜观察一边慎重地插入光纤 6，需要不产生气泡等地将粘接剂 8 充填到内孔 7a 和光纤 6 的间隙中的艰难的作业。因此，需要熟练的操作者，由于组装能力与人数成正比，因此有成本高的问题。

另外，套管 7 的内孔 7a 内在延伸成形母材时高精度地形成没有污染的新的面，但是，由于其后的切断加工和 C 倒角 7c 的加工，内孔 7a 内由切削液或研磨材料、玻璃粉弄脏，因此，必须检查内孔 7a 的内径。该检查是由检规进行的贯通检查，但是，在该时，由于没有喇叭口，插入检规很费劲。

另外，在图 11（B）那样的形状的套管 9 的情况下，由于需要完

全切削掉制作的喇叭口部 9a, 因此, 由研磨进行的除去量大, 需要长时间的研磨。另外, 为了缩短喇叭口部的除去时间, 缩小喇叭口部 9a 的开口直径时, 也与套管 7 的情况相同, 存在着光纤 6 和栓规插入困难的问题。

另外, 在图 11 的套管 7、9 中, 在用粘接剂 8 固定光纤 6 时, 由于在实施 PC 研磨加工的侧的端面 7b、9b 上形成着粘接剂堆积 8a(由于形成粘接剂堆积 8a 的地方容易进行 PC 研磨, 因此, 主动地形成粘接剂堆积 8a), 但是, 在套管 7、9 的外径为 $\phi 1.25\text{mm}$ 时, 端面 7b、9b 的面积小, 粘接剂 8 会突出到 C 倒角 7c、9c 的部分, 在 PC 研磨后, 由于需要用切刀那样的工具剥掉固定在 C 倒角 7c、9c 上的粘接剂 8, 因此有增加加工工时、降低加工效率的问题。

另外, 在套管 7、9 使用陶瓷制的毛细管、在内孔中固定光纤 6 时, 由石英玻璃构成的光纤 1 的线膨胀系数是 $5 \times 10^{-7}/\text{K}$, 与此相对, 陶瓷制的毛细管线膨胀系数是 $1.1 \times 10^{-5}/\text{K}$, 约大 2 位数, 由于温度变化, 位于端面 7b、9b 上的光纤 6 的端面上产生突出·凹陷的现象。伴随着该现象, 与光纤 1 连接的其它的光学零件中传递的光信号的强度和相位发生变化, 有光信号的连接质量降低的问题。

另外, 在套管 7、9 使用陶瓷制的毛细管、在内孔中固定光纤 6 时, 陶瓷制的毛细管几乎不让使光硬化型粘接剂进行一般硬化的波长 $350\text{nm} \sim 500\text{nm}$ 的光透过。因此, 有不能使用对紫外线~兰光的可视光线具有感度的光硬化型粘接剂的问题。

另外, 在套管 7、9 使用陶瓷制的毛细管、在内孔中固定光纤 6 时, 陶瓷制的毛细管几乎不透过 1000nm 以上的光, 因此, 不能利用处于 1000nm 以上的红外线区域的激光光线等进行插入固定着光纤 6 的带有光纤的毛细管内的缺陷检查。

发明目的

本发明的目的是提供一种预备材料, 该预备材料可以高效地制作可靠性高的带有光纤的光装置零件, 并且该预备材料可以使用可以用

延伸成形方法廉价地制造的长毛细管稳定正确地保持光纤，该毛细管具有充分的机械强度及耐磨耗性、与光纤接近的热膨胀系数、与光纤接近的耐磨特性、且具有红外线透过性。

本发明的其它目的是提供一种预备材料的制造方法，该预备材料可以高效地制作可靠性高的带有光纤的光装置零件，该预备材料可以稳定正确地保持光纤。

本发明的又一目的是提供一种可靠性高且可高效地制作的光纤短截棒，该光纤短截棒可稳定、正确地保持光纤。

技术方案

为了达到上述目的，本发明提供一种带有光纤的光装置零件的预备材料，该预备材料，具有：由玻璃或结晶化玻璃构成的毛细管，所述毛细管具有将光纤插入进行固定的内孔，而且长度为所述光装置零件长度的多倍；插入上述毛细管全长的内孔中并由粘接剂粘接固定的光纤；上述预备材料通过被切断而产生多根与光连接器连接的构成光装置零件的带光纤的毛细管。

根据本发明的预备材料，可以高效地制作可容易地与光连接器对接连接的光装置零件。

在此，长的毛细管由玻璃或结晶化玻璃构成，包括例如具有与光连接器用的圆柱状的套管同等的尺寸精度的内孔及外周面。光纤沿该长的毛细管的内孔的大致全长粘接固定。该带有光纤的长的毛细管具有从短的带有光纤的毛细管制作的大致圆柱状的光装置零件的数倍以上的全长。短的带有光纤的毛细管可以是多根单一长度的毛细管，也可以是多根数种长度的毛细管。

在上述构成中，所谓包括具有与光连接器用的圆柱状套管同等的尺寸精度的内孔及外周面，是指可以将具有相同横截面尺寸的构件彼此在直线度优良的筒的内部进行对接，并且还指不包括具有双锥形等的特殊形状的光连接器，该双锥形光连接器由圆锥状的表面嵌合对位。另外，光纤只要沿长的毛细管的内孔的几乎全长粘接固定即可，

既有光纤端部处于比长毛细管的端面稍内侧的情况，也有光纤的端部从长毛细管的端面向外侧稍微突出着的情况。由于毛细管的端部在以后要进行加工，在前者的情况下，由后加工除去不存在光纤的毛细管的端部，在后者的情况下，由后加工除去从毛细管的端面突出的光纤，因此，没有问题。

另外，预备材料的全长若是 20mm 以上时，可以获得多根从全长小于 10mm 的带有光纤的毛细管制作的光装置零件。若预备材料的全长是 500mm 以下，最好是可以将粘接剂容易且均匀地充填在毛细管的内孔中且可用已有的加热炉均匀地进行热处理。

另外，当长的毛细管是由具有小于 $7 \times 10^{-6}/K$ 的线膨胀系数的玻璃或结晶化玻璃构成时，伴随着气温等的温度变化在保持的石英类的光纤和其它的光学零件中传递的光信号的强度和相位、偏振状态不会发生变化，可以保持光信号的高品位连接。

另外，当长的毛细管是由厚度 1mm、50%以上透过波长 350nm ~ 500nm 的光的玻璃或结晶化玻璃构成，并且粘接剂是紫外线硬化型时，在短时间内可以固定光纤，可以减小装配成本。另外，当毛细管的波长 350nm ~ 500nm 的光透过率小于 50%时，由于粘接剂的硬化需要长时间，因此，相对热硬化型粘接剂来说几乎没有优点。

另外，长的毛细管，具有如下的质量百分比的组成： SiO_2 55 ~ 72%、 Al_2O_3 16 ~ 30%、 Li_2O 1.5 ~ 2.8%、 MgO 0 ~ 2.5%、 TiO_2 1.3 ~ 5.0%、 ZrO_2 0 ~ 4%、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ 2.0 ~ 9%、 K_2O 2.1 ~ 10%、 ZnO 0 ~ 10%、 BaO 0 ~ 6%、 CaO 0 ~ 4%、 B_2O_3 0 ~ 7%、 Na_2O 0 ~ 4%、 P_2O_5 0 ~ 0.9%、 As_2O_3 0 ~ 3%、 Sb_2O_3 0 ~ 3%，最好是由作为主结晶以 30 ~ 70 (体积) % 析出 β -锂辉石固溶体或 β -石英固溶体的结晶化玻璃构成。

上述结晶化玻璃的 SiO_2 是玻璃的主要构成成分且是结晶成分，其含有量是 55 ~ 72%，最好是 62 ~ 68.5%。当 SiO_2 比 55% 少时，不能获得均匀构造的结晶化玻璃，当比 72% 多时，结晶化玻璃的软化点高并且玻璃熔化时的熔化性变差，成为不均匀的状况，容易局部地失透 (devitrification)，延伸成形性显著降低。

Al_2O_3 也是结晶构成成分,其含有量是16~30%,最好是17~24%,当 Al_2O_3 比16%少时,结晶粗大化。因此,延伸成形时的延伸性能降低,而且,也是结晶突出到表面上而产生失透物的主要原因。另外,当比比30%多时,在延伸成形时容易产生失透。

Li_2O 是结晶构成成分的必须的成分,其含有量1.5~2.8%,最好是1.8~2.5%。当 Li_2O 比1.5%少时,难以获得均匀的结晶化的玻璃,当比2.8%多时,结晶性过强。因此,由于析出结晶量过多,玻璃相的比例不充分,难以软化,在延伸成形的过程中容易进行结晶化,失透性也变强。

K_2O 是用于控制结晶性的必须的成分,是对玻璃相的比例和软化点产生重要影响的物质,其含有量2.1~10%,最好是2.5~7%。当 K_2O 比2.1%少时,结晶性过强,玻璃相的比例不充分,在延伸成形时容易进行结晶化。并且,结晶化玻璃的软化点变高。另外,当超过10%时,难以成为结晶化玻璃。

TiO_2 是在结晶化时作为核形成剂产生作用的成分,其含有量是1.3~5.0%,最好是1.5~4.5%。当 TiO_2 比1.3%少时,结晶粗大化,延伸成形困难,当比5%多时,大量地析出异种类结晶,不能得到所希望的特性。

ZrO_2 是与 TiO_2 同样地作为核形成剂产生作用的成分,其含有量是0~4%,最好是0.5~3%。当 ZrO_2 比4%多时,玻璃的熔化变困难,并且玻璃的失透性变强。

ZrO_2 与 TiO_2 的合量是2~9%,最好是3~6%。当两者的合量比2%少时,难以获得致密的结晶,当超过9%时,玻璃容易不均匀。

ZnO 是使结晶化玻璃的软化点降低的成分,其含有量是0~10%,最好是2~6%。当 ZnO 比1%少时,结晶化玻璃的软化点容易变高,当比10%多时,结晶相的稳定性降低。

MgO 是使结晶化玻璃的软化点降低且构成结晶的成分,其含有量是0~2.5%,最好是0~2%。当 MgO 比2.5%多时,结晶性过强并且热膨胀系数过大。

CaO 是使结晶化玻璃的软化点降低的成分, 其含有量是 0~4%, 最好是 0~2%。当 CaO 比 4% 多时, 大量地析出异种结晶。

BaO 也是使结晶化玻璃的软化点降低的成分, 其含有量是 0~6%, 最好是 0~3%, 当 BaO 比 6% 多时, 大量地析出异种结晶。

B_2O_3 也是使结晶化玻璃的软化点降低的成分, 其含有量是 0~7%, 最好是 0~4%, 当 B_2O_3 比 7% 多时, 大量地析出异种结晶。

Na_2O 是促进玻璃熔化的成分, 其含有量是 0~4%, 最好是 0~2%, 当 Na_2O 比 4% 多时, 大量地析出异种结晶。

P_2O_5 具有使结晶变细的作用, 其含有量是 0~0.9%, 最好是 0~0.7%, 当 P_2O_5 比 0.9% 多时, 失透性变强。

As_2O_3 和 Sb_2O_3 是澄清剂, 分别最多含有 3%, 最好是最多含有 1.5%。

另外, 在上述以外, 在含量不超出 5% 的范围内也可以添加 SnO_2 、 PbO 、 Bi_2O_3 等。

具有上述组成的结晶化玻璃是作为主结晶析出 β -锂辉石固溶体或 β -石英固溶体而成的低膨胀结晶化玻璃。析出结晶也不限于上述两种, 若不损害所希望的特性, 也可以析出锌尖晶石等的异种结晶。

在将由这样的组成构成的结晶化玻璃使用于长的毛细管时, 由于可以用延伸成形技术连续地制造毛细管, 因此可以由延伸成形高精度且大量地获得构成预备材料的长的毛细管。

另外, 由这样的结晶化玻璃构成的长的毛细管, 由于析出到表面的结晶的效果, 即使在作为光连接器使用时也具有充分的耐磨性, 即使反复地对带有氧化锆开口套管的插座进行插拔, 材料特性和光学特性不产生任何变化。即使以光装置零件 5 那样的形态使用时也是同样的。

另外, 由该结晶化玻璃构成的长毛细管, 与氧化锆等的陶瓷相比, 其研磨速度与光纤接近, 不需要采用使用昂贵的金刚石研磨薄片和特殊的浆料的研磨方法, 因此, 研磨成本降低。

另外, 该结晶化玻璃由于在其厚度是 1mm 时 30% 以上透过波长

700nm~2500nm 的光，可以利用红外线照相机和红外线激光等检查插入了光纤的带有光纤的预备材料的缺陷。特别是 1300nm 以上的光可透过 60%。在通常的光通信中使用的激光的波长主要是 1310nm 和 1550nm。

另外，若在长毛细管的内孔的端部形成着导引光纤的喇叭口部，可以沿长的毛细管的内孔的大致全长容易地与粘接剂一起插入长的光纤。而且，可以进行稳定的光纤的粘接固定。

另外，由玻璃或结晶化玻璃构成的长的毛细管，通过使其表面产生压缩应力层而强化其机械强度时，即使由于机械加工多少有伤等，在被施加激烈的热冲击时或在装配时被施加了外力时也不会产生破损，也不会产生残缺，可以容易地进行装配。另外，可以提高使用预备材料制作的光装置零件的对带有氧化锆开口套管的插座的反复插拔性。在由于离子交换处理在毛细管的表面上产生压缩应力层时作为使用的毛细管，如果是含有 Li、Na 等的碱性元素的离子的玻璃或结晶化玻璃，则可以使用，作为玻璃可以使用韧性比较高的硼硅酸玻璃和锂—氧化铝—硅酸盐类的结晶化玻璃等。另外，由适度地含有碱离子的玻璃或结晶化玻璃构成的毛细管，由于可以使用玻璃的拉延技术由拉伸成形制造，因此可以降低制造成本。

如果毛细管形状是多棱柱，通过以其一边作为基准进行斜研磨，可以容易地确认在装配时被斜研磨的方向，因此，装配变容易。多棱柱形状的成形即可以将延伸成形的预成形坯加工为多棱形状，在保持其形状的状态下进行成形，也可以在延伸成形后加工圆柱状的毛细管。

即使将毛细管外轮廓的圆周的一部分沿长度方向磨成为平面，或在圆周的一部分上沿长度方向进行槽加工的情况下，也具有与上述多棱形状相同的效果。另外，可以由延伸成形、后加工的任何一种进行制作。

另外，带有光纤的预备材料，若光装置零件是光固定衰减器用构件，光纤具有规定的光衰减率时的预备材料时，可以比现有技术更高

效地制作光固定衰减器。

本发明的预备材料，可以正确且稳定地将光纤定位在与光连接器可对接的位置上，可以容易地进行操作，可以具有高效地进行使用了光纤的可靠性高的光装置零件的制作，在实用上具有优良的效果。

另外，本发明的预备材料，由于由具有上述组成的结晶化玻璃构成，并可用延伸成形技术连续地制造毛细管，因此，可以廉价地制造构成与光连接器连接的光装置的短的带光纤的毛细管，该带光纤的毛细管具有充分的机械强度及耐磨耗性、与光纤接近的热膨胀系数、与光纤接近的研磨特性、红外线透过性。

另外，本发明的预备材料，在使用厚度为1mm、30%以上透过波长700nm~2500nm的光的结晶化玻璃时，可以利用红外线照相机和红外线激光等检查插入光纤后的缺陷。

另外，为了达到上述目的，本发明提供一种带有光纤的光装置零件的预备材料的制造方法，该方法包括以下工序：通过成形软化状态的玻璃或结晶化玻璃制作长毛细管，在长毛细管的端部设有用于将光纤导引到其内孔中的大致圆锥状的喇叭口部，将粘接剂充填到毛细管的内孔中，将除去包覆的长的光纤从喇叭口部插入内孔中后，使粘接剂硬化而将光纤固定安装在长毛细管中。由该本发明的制造方法制造的预备材料，通过被切断可以产生多根构成与光连接器连接的光装置零件的短的带有光纤的毛细管。根据本发明，可以高效率地制作预备材料，该预备材料可以获得可以与光连接器容易地对接地连接的光固定衰减器用构件的带有光纤的光装置零件。

在本发明中，在通过成形软化状态的玻璃或结晶化玻璃制作长毛细管时，也可以通过延伸成形由精密加工的玻璃或结晶化玻璃构成的管状的母材来制作长毛细管，也可以通过精密成形熔化的玻璃或结晶化玻璃制作长毛细管。

在本发明中，长毛细管包括例如具有与光连接器用的圆柱状套管同等尺寸精密的内孔及外周面。可以将几乎具有相同断面尺寸的零件相互在直线度优良的筒的内部对接连接。其连接对象不包括与以圆锥

面嵌合进行对位的具有双锥形等的特殊形状的光连接件的连接。该长毛细管具有可以获得多根短的带有光纤的毛细管，该短的带有光纤的毛细管用于制作大致圆柱状的光装置零件，这时，短的带有光纤的毛细管可以是多根单一长度的毛细管，也可以是多根数种长度的毛细管。

另外，固定安装在长毛细管中的长的光纤只要沿长毛细管的内孔的大致全长粘接固定即可，不需要将光纤固定到在后加工除去的长的毛细管的前端部，即使光纤从端面若干突出也没关系。

另外，预备材料的全长若是 20mm 以上时，可以获得多根由全长小于 10mm 的带有光纤的毛细管制作的光装置零件。若预备材料的全长是 500mm 以下，最好是可以将粘接剂容易且均匀地充填在毛细管的内孔中且可用已有的加热炉均匀地进行热处理。

另外，当在长毛细管的外表面上形成压缩应力层来强化其机械强度时，即使由于机械加工多少有伤等，在被施加激烈的热冲击时或在操作时被施加了外力时也不会产生破损，也不会产生残缺，可以容易地进行操作。

另外，当由速冷法（淬火）形成压缩应力层时，强化提高的程度不高，但是，可以几乎不散乱地稳定地提高其强度。

当由离子交换处理在毛细管的表面上形成压缩应力层时，强化提高的程度高，作为进行离子交换处理的长毛细管，只要是含有 Li、Na 等的碱性元素的离子的玻璃或结晶化玻璃，则可以使用，作为玻璃可以使用韧性比较高的硼硅酸玻璃和锂—氧化铝—硅酸盐类的结晶化玻璃等。

另外，在形成大致圆锥状的喇叭口部时，通过用烧接了磨粒的前端角度为 $45 \sim 120^\circ$ 的旋转的工具以内孔为中心切削长毛细管的端面，可以由机械加工高效率地形成喇叭口部。

另外，在形成大致圆锥状的喇叭口部时，通过保护长毛细管的外面，将该长毛细管的端部浸渍到玻璃浸蚀性溶液中，可以高效地形成在长毛细管的充填粘接剂的内孔中没有台阶的连续的喇叭口部，可以

圆滑地进行光纤的插入。

另外，在向长毛细管的内孔中充填粘接剂时，也可以形成实质上不含气泡地至少充满了喇叭口部的粘接剂积存部。该粘接剂积存部，在插入光纤时，光纤在从长毛细管的喇叭口部到达内孔之前，可以被粘接剂充分的沾染，将在内孔中不卷入气泡那样的充分量的粘接剂的层形成在长毛细管的喇叭口部侧端面上。例如，通过直接在形成在长毛细管的端面上的喇叭口部上堆积粘接剂，可以降低向内孔的气泡的卷入。另外，当用透明材料保持粘接剂积存部、一边观察光纤一边将光纤插入长毛细管内孔中时，可以确实地降低气泡和异物的卷入。

另外，也可以清洗除去了包覆的长光纤的表面。这时，通过进行再将除去了包覆的长光纤的表面暴露在 500℃左右的环境中，而将附着的有机物烧飞的热清洗、浸渍在酸性清洗液中的酸清洗及碱清洗等，几乎完全地去除光纤表面的包覆残渣，使与粘接剂的浸湿性提高，可以减少异物和气泡的卷入。

通过在开口套管中对接长毛细管的端部和一端具有大致圆锥状的喇叭口部的毛细管的另一端，使长毛细管内孔和具有喇叭口部的毛细管的内孔整合，可以在长毛细管的端部附设喇叭口部，根据该构成，可以在不对长毛细管实施加工的情况下附设喇叭口部，而且，可以反复使用一端具有大致圆锥状的喇叭口部的毛细管和开口套管。

另外，长毛细管由厚度为 1mm、50%以上透过波长 350nm~500nm 的光的玻璃或结晶化玻璃构成，在长毛细管的内孔中充填光硬化型的粘接剂，将除去了包覆的长的光纤从喇叭口部插入了后，通过曝光使粘接剂硬化而将光纤固定安装在长毛细管中。根据该构成，可以在短时间内完成光纤的固定，可以降低装配成本。

另外，在将热硬化型粘接剂充填到长毛细管内孔中，从喇叭口部插入了除去包的长光纤后，通过加热使粘接剂硬化可以将光纤固定安装在长毛细管中。根据该构造，可以由环氧类等具有长年作用的热硬化型粘接剂制作带有光纤的预备材料。这时，例如，在使用在 100℃

下保持 1 小时以上硬化的粘接剂，以 20~70℃保持 5 小时以上和用 100℃以上使粘接剂硬化，在降温时用 70~20℃保持 1 小时以上，可以降低粘接剂硬化时所产生的收缩应力、气泡的产生。

另外，长毛细管由厚度为 1mm、30%以上透过波长 700~2500nm 的光的结晶化玻璃构成，通过对由粘接剂将光纤固定安装在内孔中的长毛细管照射波长 700~2500nm 的光，观察其透过光或透过像，可以检查光纤的粘接缺陷。根据该构成可以用非接触容易地检查预备材料。

另外，为了到达上述目的，本发明提供一种光纤短截棒的制造方法，将上述光纤短截棒与光连接器连接，所述光纤短截棒的制造方法包括以下的工序：将软化状态的玻璃或结晶化的玻璃成形为毛细管，所述毛细管具有插入并固定光纤的内孔，且长度为光装置零件的长度的多倍；在上述毛细管的内孔的全长插入光纤，制作由粘接剂粘接固定的带光纤的毛细管；将上述带有光纤的毛细管切断为具有规定长度的多根第一带光纤的毛细管；研磨上述第一带光纤的毛细管的端面。本发明的光纤短截棒与光连接器连接。根据本发明，由于长毛细管的内孔内不被污染地保持为成形时的清洁的表面状态，因此，不需要栓规检查毛细管内孔的工序，极大地减少了向毛细管中的粘接剂及光纤的插入作业，也没有削除鼓出的粘接剂的工序，可以比原来大幅度地减少光纤短截棒的组装工时。

在本发明中，在将软化状态的玻璃或结晶化玻璃成形为长毛细管时，也可以延伸成形由精密加工过的玻璃或结晶化玻璃构成的管状母材，来制作长毛细管，也可以通过精密地成形熔化了了的玻璃或结晶化玻璃制作长毛细管。该长毛细管具有可以获得多根短的带有光纤的毛细管，该短的带有光纤的毛细管用于制作大致圆柱状的光装置零件，这时，短的带有光纤的毛细管可以是多根单一长度的毛细管，也可以是多根数种长度的毛细管。

另外，长毛细管全长若是 20mm 以上时，可以获得多根从全长小于 10mm 的带有光纤的毛细管制作的光装置零件。若预备材料的全长

是 500mm 以下，最好是可以将粘接剂容易且均匀地充填在毛细管的内孔中且可用已有的加热炉均匀地进行热处理。

本发明的光纤短截棒包括例如具有与光连接器用的圆柱状套管同等尺寸精密的内孔及外周面。可以将几乎具有相同断面尺寸的零件在直线度优良的筒的内部相互对接连接。连接对象不包含与以圆锥面嵌合进行对位的具有双锥形等的特殊形状的光连接件的连接。

作为固定安装在长毛细管中的长光纤，可以使用使用于高速光通信的石英类光纤等，只要将其沿长毛细管的内孔的大致全长粘接固定即可，不需要将光纤固定到在后加工除去的长的毛细管的前端部，即使光纤从端面若干突出也没关系。

另外，可以 PC 研磨第一带有光纤的毛细管的端面，由此，通过光纤短截棒进行与光连接器插头 PC 连接，可以防止光信号反射，并且可以比现有技术更高效率的进行制作。

另外，可以 PC 研磨第一带有光纤的毛细管的一端面，将另一端面研磨成相对与中心轴垂直的面成 $0 \sim 30^\circ$ 的角度的倾斜面，由此，光纤短截棒可以防止对激光二极管和光电二极管的光信号的反射，并且可以进行与光连接器插头 PC 连接，而且，可以比现有技术更高效率地制作光纤短截棒。

另外，可以在 PC 研磨了第一带有光纤的毛细管的两端面后，将第一带有光纤的毛细管以相对与中心轴垂直的面成 $0 \sim 30^\circ$ 的角度的倾斜面切断来制作具有规定长度的第二和第三带有光纤的毛细管，研磨第二和第三带有光纤的毛细管的倾斜面。由此，可以不浪费地有效地使用长毛细管，可以短时间完成带有光纤的毛细管的另一端面的研磨。

另外，通过使用具有小于 $7 \times 10^{-7}/K$ 的线膨胀系数的长毛细管，光纤短截棒伴随着气温等的变化在所保持的石英类光纤和其它光学零件中传递的光信号的强度和相位不会产生变化，可以保持光信号的高品位连接，并且可以比现有技术更高效地制作光纤短截棒。

另外，通过由速冷法或离子交换法在长毛细管的表面上形成压缩

应力层而强化其机械强度，即使由于机械加工而具有若干的伤痕等，在施加激烈的热冲击或在操作时施加了外力时，也不会产生破损，也不会产生缺损，可以容易地进行操作。

在由速冷法（淬火）在长毛细管的表面上形成压缩应力层时，虽然强化提高的程度不高，但可以几乎均匀地稳定地使强度提高。

在由离子交换在长毛细管的表面上形成压缩应力层时，强化提高的程度高，作为进行离子交换处理的长毛细管，只要是含有 Li、Na 等的碱性元素的离子的玻璃或结晶化玻璃，则可以使用，作为玻璃可以使用韧性比较高的硼硅酸玻璃和锂—氧化铝—硅酸盐类的结晶化玻璃等。

另外，在使用由厚度为 1mm、50%以上透过波长 350nm~500nm 的光的玻璃或结晶化玻璃构成的长毛细管时，在长毛细管的内孔中充填光硬化型的粘接剂后，将除去了包覆的长的光纤从喇叭口部插入了后，通过曝光使粘接剂硬化而将光纤固定安装在长毛细管中，由此可以在短时间内完成光纤的插装，可以大幅度缩短光纤短截棒的组装时间。

在使用由厚度为 1mm、30%以上透过波长 700~2500nm 的光的长毛细管，通过对插装固定在内孔中的长毛细管照射波长 700~2500nm 的光，观察其透过光或透过像，可以检查光纤的粘接缺陷，可以用非接触容易地检查带有光纤的长毛细管。

根据以上的本发明，可以大幅度地降低用于制作光纤短截棒的工时，该光纤短截棒可以容易地与光连接器对接连接。

附图的简单说明

图 1 是实施例所涉及的预备材料的剖面图。

图 2 是用图 1 的预备材料制作光装置零件时的说明图，图 2 (A) 是从预备材料切断为规定长度的带有光纤的毛细管剖面图，图 2 (B) 是端面被倒角了的带有光纤的毛细管的剖面图，图 2 (C) 是光装置零件的剖面图。

图 3 是预备材料的制造方法的说明图，图 3(A) 是玻璃或结晶化玻璃延伸成形的说明图，图 3(B) 是离子交换处理的说明图，图 3(C) 表示离子交换前的状态的图，图 3(D) 是表示离子交换后的状态的图。

图 4 是在长毛细管的端部设有用于插入光纤的喇叭口部的说明图，图 4(A) 是通过用烧接了金刚石磨粒的工具切削加工而在长毛细管的端部形成大致圆锥状的喇叭口部的说明图，图 4(B) 是从开口套管的另一端分别压入对接一端具有大致圆锥状的喇叭口部的毛细管，将喇叭口部附设在长毛细管端部的说明图，图 4(C) 是由浸蚀法在长毛细管的端部形成大致圆锥状的喇叭口部的说明图。

图 5 是在长毛细管中固定光纤的说明图，图 5(A) 是向长毛细管中充填粘接剂的说明图，图 5(B) 将光纤插入图 5(A) 的长毛细管中的说明图，图 5(C) 是固化粘接剂的说明图，图 5(D) 是照射光束检查毛细管与光纤的粘接剂状态或缺陷的说明图。

图 6 是在长毛细管的喇叭口部充满粘接剂并插入光纤的说明图，图 6(A) 是在喇叭口部上堆积粘接剂并将光纤插入长毛细管中的说明图，图 6(B) 是用透明材料保持粘接剂将光纤插入毛细管中的说明图。

图 7 是用带有光纤的长毛细管制作光纤短截棒时的说明图，图 7(A) 是从带有光纤的长毛细管切断为规定长度的带有光纤的毛细管的说明图，图 7(B) 是将端面倒角加工了的带有光纤的毛细管的说明图，图 7(C) 是带有光纤的构件的说明图，图 7(D) 是斜切断带有光纤的构件的说明图，图 7(E) 是光纤短截棒的说明图。

图 8 是用于光固定衰减器的光装置零件的说明图，图 8(A) 是光装置零件的说明图，图 8(B) 是组装入了光装置零件的光固定衰减器的端面图，图 8(C) 是图 8(B) 的 Y-Y 剖面图。

图 9 是其它的光装置零件的说明图。

图 10 是用于光组件的光纤短截棒的说明图。

图 11 是现有技术的光纤短截棒的制造方法的说明图。

具体实施方式

实施例

以下参照附图说明本发明的实施例。

图 1 是表示实施例所涉及的带有光纤的光装置零件的预备材料。在由玻璃或结晶化玻璃构成的长的毛细管 11 的内孔 11a 中穿着光纤 1，用粘接剂 4 进行固定。光纤 1 通过在芯部中掺杂金属元素而每单元长度具有规定的光衰减率。

该实施例的预备材料，具有与公称直径 D 为 1.25mm 的大致圆柱状的 MU (Miniature Unit) 型或 LC (Lucent) 型 (日本电信电话样式的或美国朗讯科技公司样式的圆柱形) 光连接器用套管同等的尺寸精度的内孔 11a 和外周面 11b，由具有是全长 L1、L2、L3、L4 等的光装置零件的数倍以上的例如全长 L250mm 的毛细管 11 和插入其毛细管 11 的内孔 11a 中并由环氧类的粘接剂 4 粘接固定的光纤 1 构成。

毛细管 11 是由如下地获得的，即一边将具有例如表 1 所示的组成的结晶化玻璃制的预成形坯料加热为软化点以上的温度，一边进行延伸成形，连续地成形长的毛细管，根据需要切断其毛细管。

再对毛细管 11 实施离子交换处理，在其表面上形成压缩应力层，毛细管 11 的外径是 $1.249\text{mm} \pm 0.5\mu\text{m}$ 的尺寸并具有高的圆度，内孔 11a 对应于石英类光纤的直径 $125\mu\text{m}$ 是 $126\mu\text{m} + 1/-0\mu\text{m}$ ，而且同心度是 $1\mu\text{m}$ 以内，在端面 11c 中正确地定位保持光纤 1 的露出面。在毛细管 11 的端面 11d 上形成着导引光纤 1 并使其容易插入的大致圆锥形状的喇叭口部 11e。

毛细管 11 也可以是由含有 5% (质量) 的 Na_2O 、膨胀系数是 $5 \times 10^{-6}/\text{K}$ 、威氏硬度是 $680\text{kg}/\text{mm}^2$ 、厚度是 1mm、80% 以上透过波长 $350\text{nm} \sim 500\text{nm}$ 的光的硼硅酸玻璃构成，通过实施离子交换处理在表面上形成了压缩应力层的毛细管。

作为上述的预备材料，例如在制作光固定衰减器时，如图 2 所示，通过切断全长 250mm 的预备材料，制作例如透过光纤 1 的波长为 $1.31\mu\text{m}$ 的光信号衰减 10dB 的全长 L1 为约 20mm 的 12 根带有光纤的毛细管 12，然后，在对各带有光纤的毛细管 12 的两端面 12a、12b 实

施了规定形状的倒角 12c 后, 通过将两端面 12a、12b 研磨加工为凸球面而获得光装置零件 13。获得的光装置零件 13 组装入开口套管或插座等的具有精密对位功能的构件的壳体内而成为光固定衰减器。

以下, 说明上述预备材料制造方法的一例子。

图 3 是说明玻璃或结晶化玻璃的延伸成形及离子交换处理的说明图, 在制作长毛细管 11 时, 首先, 由图 3 (A) 所示, 制作中间具有孔 18 的玻璃或结晶化玻璃、例如具有表 1 中的任何一个组成的结晶化玻璃的备用成形体 15, 接着, 将备用成形体 15 安装在延伸成形装置 19 中, 由电炉 16 加热, 用未图示的驱动辊拉从炉中出来的延伸成形体, 一边控制为规定的断面尺寸·形状, 一边延伸形成为具有内孔玻璃毛细管 10。在延伸形成后, 将玻璃毛细管 10 由切刀 17 切断为长度约 250mm。

在由速冷法 (淬火) 在长毛细管 11 的表面上形成压缩应力层时, 通过对从炉中出来的具有规定的断面尺寸·形状的玻璃毛细管 10 吹冷风或冷介质进行速冷, 在玻璃表面上产生压缩应力层。

或者, 在由热离子交换进行强化时, 如图 3 (B) 所示, 将约 250mm 时的玻璃毛细管 10 约 10 小时浸渍在离子交换槽 22 内的保持为约 400℃的 KNO_3 的熔化盐 23 中。然后, 由清洗除去 KNO_3 , 可以获得机械强度 3 点弯曲的抗折强度与未处理的相比增加 2 倍以上的毛细管。在该离子交换处理中, 通过在比慢冷却温度低的温度中用离子半径大的碱离子 (K^+) 置换玻璃中的碱离子 (Na^+) 而使图 3 (C) 的状态的玻璃成为图 3 (D) 的状态, 由此, 在玻璃表面上产生强的压缩应力层而使实用强度增大, 这样可以获得, ①可以获得风冷强化的 2 倍以上的强度, ②不受形状和壁厚的限制, ③因为不产生变形可以获得高的尺寸精度, ④即使试料保持困难的小片也可以进行, ⑤不会像保护膜那样地被剥离等的特征。

接着如图 4 (A) 所示地, 使烧接了金刚石磨粒的前端角度为约 90° 的工具 20 高速旋转, 通过从端面上以内孔 11a 为中心地进行切料加工, 而在端面上形成大致圆锥状的喇叭口部 11e, 制作图 1 所示那样的长

毛细管 11。

或者，如图 4 (B) 所示，从开口套管的两端将玻璃毛细管 10 的端部及将一端具有大致圆锥状的喇叭口部 11e 的毛细管 21 的另一端分别压入并在开口套管 24 中对接，通过将毛细管 21 的内孔 21a 与长毛细管 11 的内孔 11a 对合，可以在长毛细管 11 的端部附设喇叭口部 11e。

如图 4 (C) 所示，也可以用树脂制的耐酸性皮膜 25 保护未图示的玻璃毛细管 10 的外面，通过将端部浸渍到浸蚀槽 26 中的玻璃浸蚀性溶液 27 中，在长毛细管 11 的端部上形成大致圆锥状的喇叭口部 11e。

如图 5 (A) 所示，首先，利用毛细管现象或真空吸引装置或加压注入装置预先将粘接剂 4 充填在上述制作的长毛细管 11 的内孔 11a 中后，如图 5 (B) 所示地，从喇叭口部 11e 插入剥去了包覆的光纤 1。这时，一边插入光纤 1 一边将粘接剂 4 不产生气泡等地均匀地充填到内孔 11a 和光纤 1 的间隙中。然后，使粘接剂 4 硬化而将光纤 1 固定在长毛细管 11 中。

如图 6 (A) 所示，通过在毛细管 11 的喇叭口部 11e 上堆积多量的粘接剂 4 而形成粘接剂堆积部 4a、或如图 6 (B) 所示地在毛细管 11 上加装透明材料 31 来保持粘接剂堆积部 4a，由此，可以在插入光纤 1 时降低在毛细管内孔 11 和光纤 1 中产生的气泡等。

在固定光纤 1 时，当长毛细管 11 是由厚度为 1mm、80%以上透过波长 350nm ~ 500nm 的光的硼硅酸玻璃构成时，如图 5 (C) 所示，由于可以使用对紫外线到兰色可视光线之间的规定的光具有感度的光硬化型粘接剂 4，因此，通过照射例如约 350nm 的紫外光 U 可以以数十秒的短时间使光纤 1 固定。

另外，在粘接剂 4 是热硬化性时，如图 5 (C) 所示，放入程序控制为规定温度的加热烘箱 30 中使长毛细管 11 内的粘接剂 4 硬化。这时，在是例如 100℃ 中保持 1 小时以上硬化的粘接剂时，用 20 ~ 70℃ 保持 5 小时以上并在 100℃ 以上使粘接剂硬化，在降温后时用 70 ~ 20℃ 保持 1 小时以上，由此，可以减少粘接剂硬化时所产生收缩应力、气泡的产生。

在光纤 1 固定后，如图 5 (D) 所示，对于由厚度 1mm、30%以上透过波长 700~2500nm 的光的结晶化玻璃构成的长毛细管 11 来说，通过从图未示光源照射波长 700~2500nm 的光 R，并透过长毛细管 11，通过用眼或用传感器等观察透过光或透过像，可以检查长毛细管 11 和光纤 1 的粘接剂 4 的状态和缺陷。

在上述实施例中，带有光纤的预备材料的毛细管是直管，但也可以预先在外周上以可制作光装置零件的规定长度的节距设置环状的 V 型槽，也可以使用在其状态下通过形成压缩应力层进行强化的预备材料。另外，带有光纤预备材料的直径也可以是 1.25mm 以外的 2.5mm 等的直径。

在是具有表 1 组成的结晶化玻璃制的毛细管 11 时，与陶瓷制的相比，其耐磨性与光纤 1 接近，可以使用氧化铝、氧化铬、氧化铁等的廉价的研磨膜研磨其端面。不需要昂贵的金刚石研磨薄片或操作难的浆料。在切断了固定着光纤 1 的毛细管 11 后，在粗研磨两端面时使用氧化铝研磨薄片，在形成球面研磨时使用氧化铬研磨薄片，在精研磨时使用氧化铁研磨薄片，可以获得低反射的研磨端面。

另外，该结晶化玻璃制的毛细管 11 由析出在其表面上的结晶的效果，即使在作为光连接器使用时也具有充分的耐磨耗性，即使对带有氧化锆开口套管的插座反复进行 500 次插拔，其材料特性和光学特性也不产生任何变化。即使在光装置 5 的那样的形态下使用时也是同样的。顺便说一下，在玻璃制的情况下，由 10 次左右的插拔就会被损伤，材料的强度、光学特性也随之变差。

另外，在将长毛细管 11 的外侧形状构成为四棱形、六棱形等的多棱柱形状时，通过将其一边为基准斜研磨，在装配时可以容易地辨认斜研磨了的方向，装配变容易，多棱柱形状的成形也可以将延伸成形的预成形材料预先加工为多棱形状，在保持其形状的状态下进行成形，也可以将延伸成形后的圆柱状的毛细管加工为多棱柱。

另外，如果是长毛细管的外侧形状是圆柱状，设有沿其长度的方向的扁平部或槽部的带有光纤的预备材料，则在将毛细管 11 的外周的

一部分在长度方向上磨为扁平面、或在外周的一部分上进行槽加工时，则具有与上述多棱形状相同的效果。另外，即使通过延伸成形、后加工的任何一种也可以制作。

图 7 是表示从以上说明的预备材料（带有光纤的长毛细管 11）制作光纤套管的样态。首先切断全长约为 250mm 的预备材料，制作全长 L1 为 12.5mm（规定长度：6mm×2+切断余量：0.4mm+研磨余量 0.1mm）的 20 根带有光纤的毛细管 12'。然后，对各带有光纤的毛细管 12' 的两端面 12a'、12b' 进行 45° 的 C（Cubic）倒角 12c'，R 加工 C 倒角 12c' 和侧面构成的拐角部分。接着，通过将两端面 12a'、12b' PC 研磨加工为凸球面而制作带有光纤的构件 13'。

如图 7（D）所示，相对中心轴垂直的面带有 8° 的角度地切断带有光纤的构件 13' 的中央部分。接着，将切断的 8° 的斜部分研磨为镜面而形成倾斜面 14a，制作光纤短截棒 14。

或者对全长为 6mm 的带有光纤的毛细管 12' 的端面 12a' 进行 45° 的倒角 12c'，R（Round）加工（倒圆加工）C 倒角 12c' 和侧面构成的拐角部分，将端面 12a' PC 研磨加工为凸球面，一直研磨到端面 12b' 带有 8° 的角度，最后，研磨到镜面地精加工倾斜面 14a 来制作光纤套管 14。

这样制作的光纤套管 14，组装入具有开口套管或插座等的具有精密对位功能的构件的壳体内而形成光装置。

表 1

		样品编号				
		1	2	3	4	5
成分 (重量%)	SiO ₂	57.8	66.3	67.4	64.3	65.9
	Al ₂ O ₃	24.6	18.2	16.6	18.0	18.2
	Li ₂ O	2.7	2.3	2.3	2.5	2.0
	K ₂ O	7.0	3.4	3.5	5.0	3.4
	TiO ₂	2.8	1.8	3.0	3.0	1.5
	ZrO ₂	3.2	1.8	1.8	2.0	1.8
	ZnO	1.0	3.1	2.0	3.1	3.6
	MgO	-	1.0	1.0	1.0	1.5
	CaO	-	-	-	0.4	0.6
	BaO	-	-	-	0.5	1.4
	B ₂ O ₃	-	-	2.0	-	-
	Na ₂ O	0.4	-	-	-	-
	P ₂ O ₅	-	-	0.4	-	-
	As ₂ O ₃	0.5	-	-	0.2	0.1
Bi ₂ O ₃	-	2.1	-	-	-	
结晶条件 (℃)						
成核温度		780	780	790	780	780
晶体生长温度		1000	1000	980	1050	1000
主晶体		β-硅石 固溶体	β-锂辉石 固溶体	β-锂辉石 固溶体	β-锂辉石 固溶体	β-锂辉石 固溶体

图 1

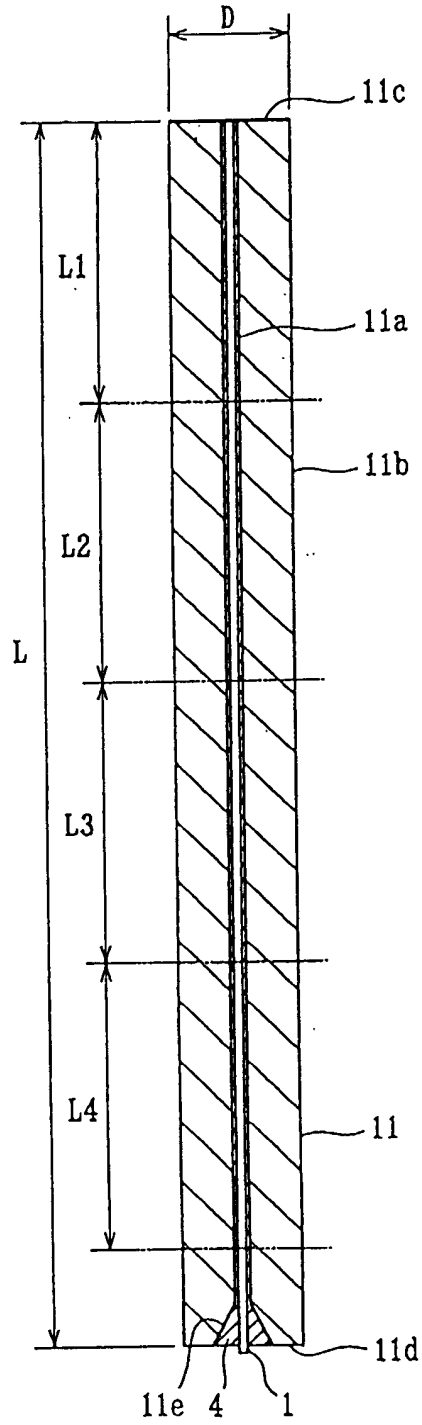


图 2(A)

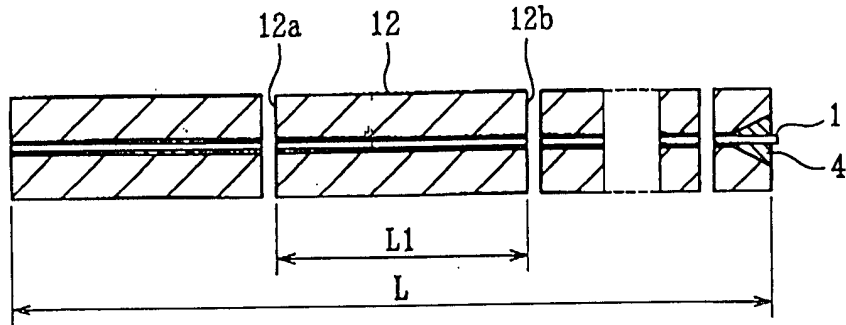


图 2(B)

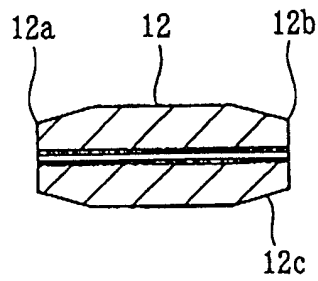


图 2(C)

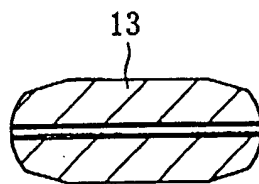


图 3 (A)

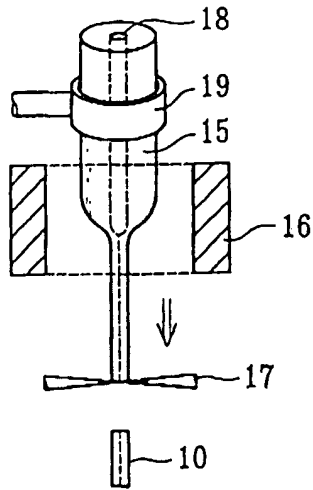


图 3 (B)

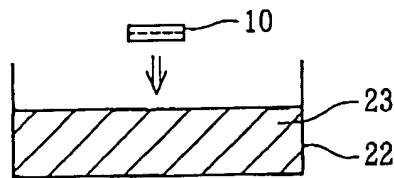


图 3 (C)

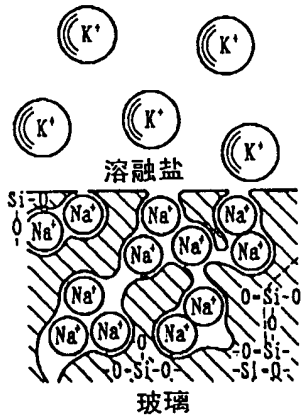


图 3 (D)

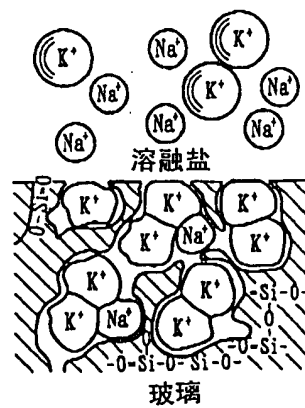


图 4(A)

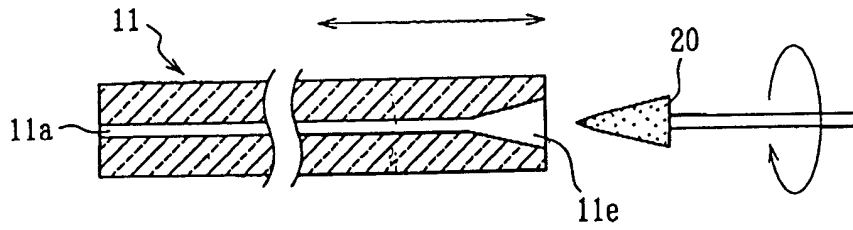


图 4(B)

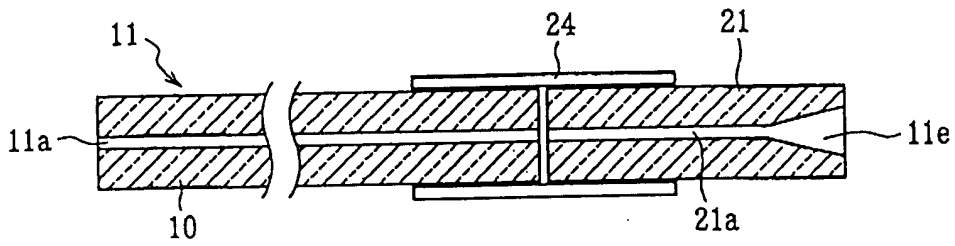


图 4(C)

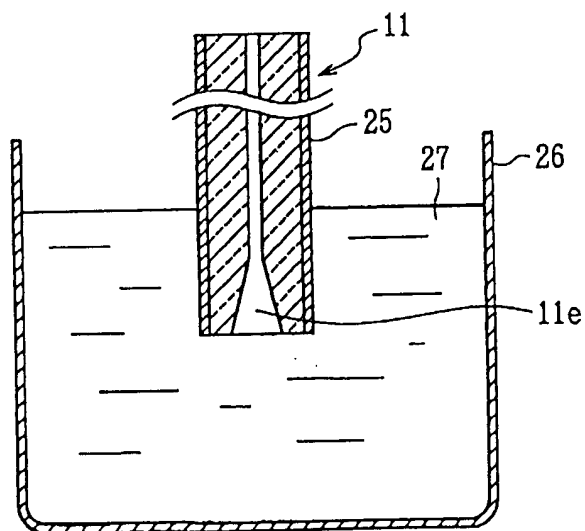


图 5 (A)

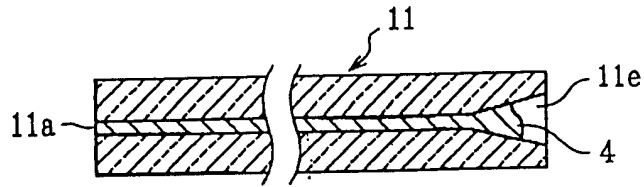


图 5 (B)

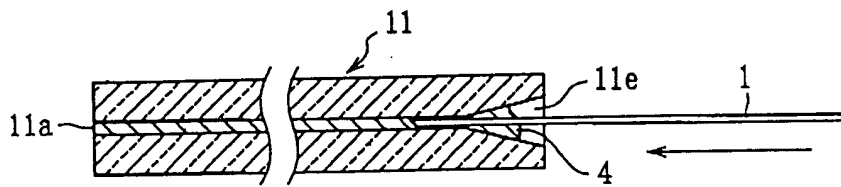


图 5 (C)

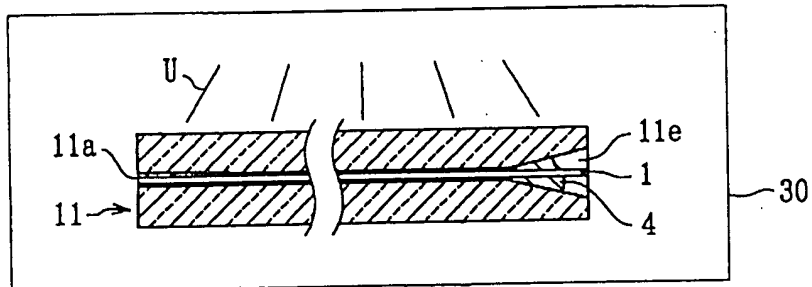


图 5 (D)

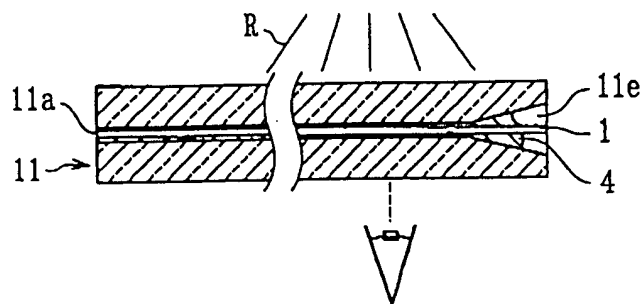


图 6 (A)

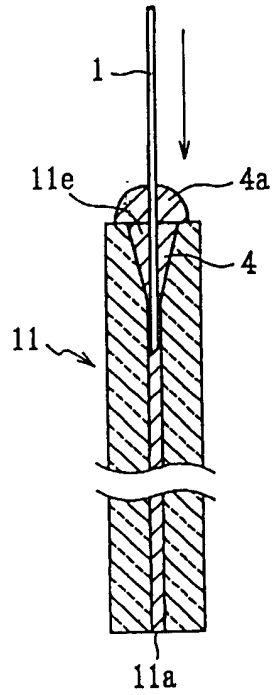


图 6 (B)

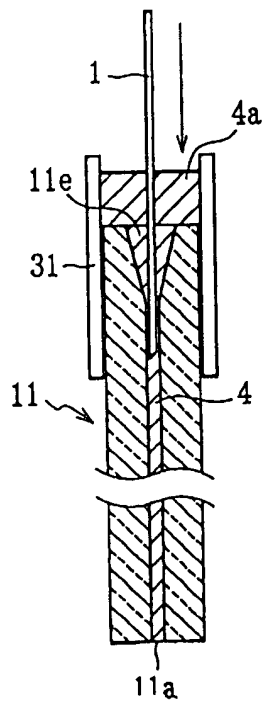


图 7(A)

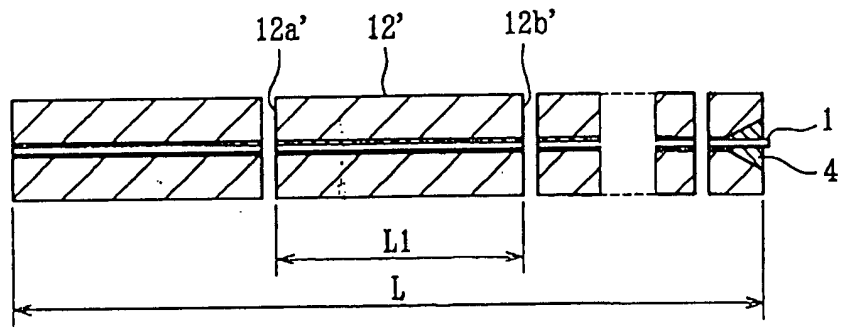


图 7(B)

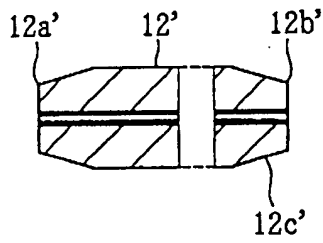


图 7(C)

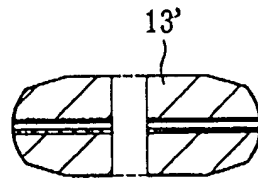


图 7(D)

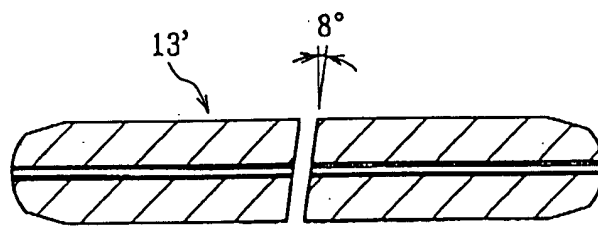


图 7(E)

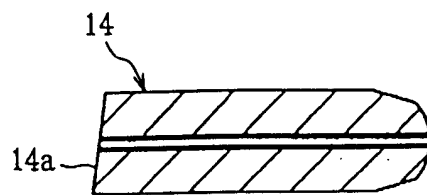


图 8(A)

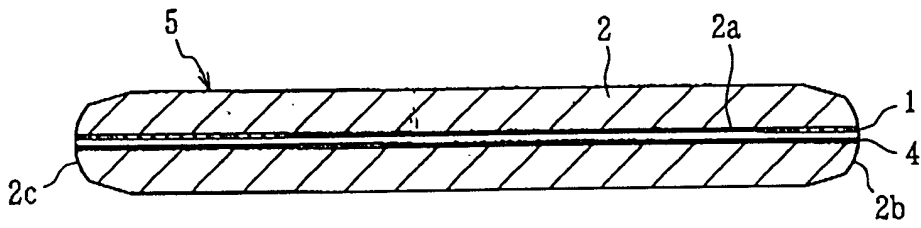


图 8(B)

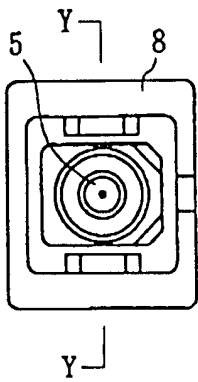


图 8(C)

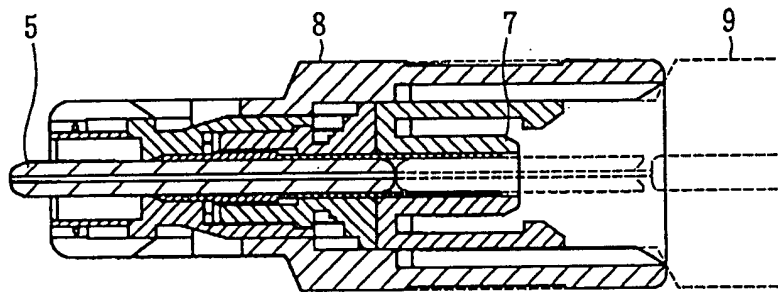


图 9

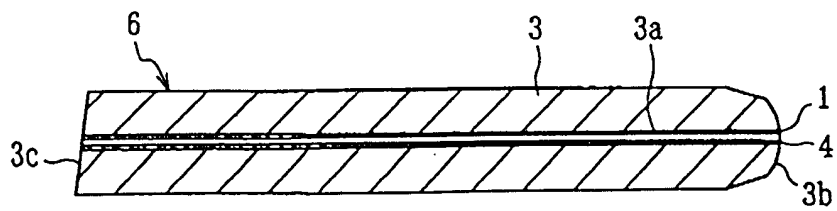


图 10

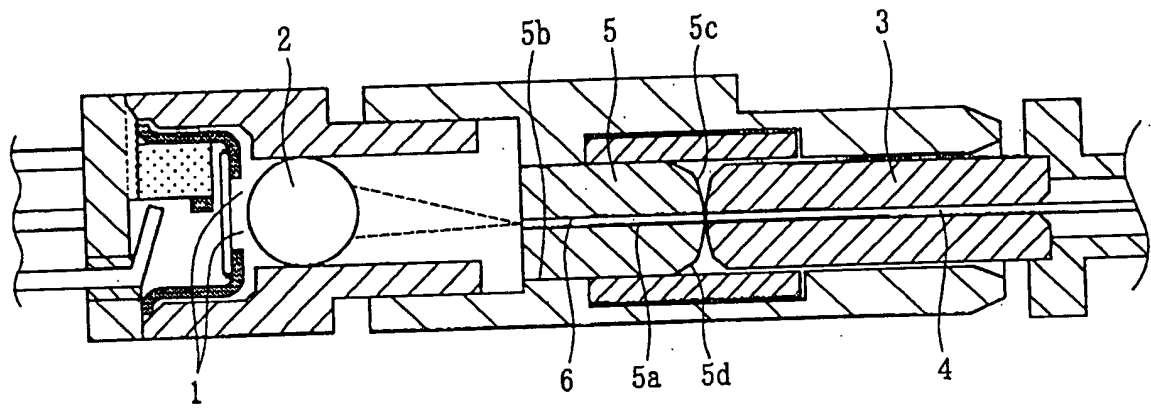


图 11(A)

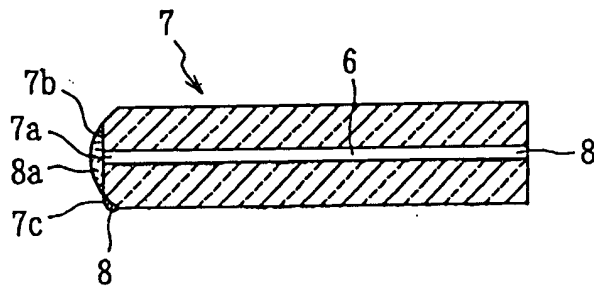


图 11(B)

