



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 89100294.4

[51] Int.Cl⁴

G02B 6/26

[43] 公开日 1989年9月13日

[22] 申请日 89.1.14

[30] 优先权

[32] 88.1.15 [33] US [31] 144002

[71] 申请人 纳慕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 布鲁斯·李·布思

约瑟夫·埃米迪奥·马尔凯贾诺

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 许新根 何关元

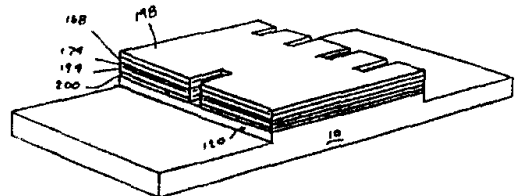
G02B 6/38

说明书页数: 13 附图页数: 7

[54] 发明名称 光纤连接器组件及其制造方法

[57] 摘要

用于集成光学系统中的用以互连光纤的组件及其制造方法。该光纤连接器组件包括有一个基座, 该基座具有一支撑着一具有埋设的波导的波导器件的台阶。台阶的各端部支承用以接收光纤的纤芯和包层的元件, 使各纤芯的光轴与波导的光轴对准成一直线。



权 利 要 求 书

1.一种用以在光纤系统中连接具有纤芯、包层和外套的光纤的光纤连接器组件，其特征在于，该组件包括：

一基座，它具有两个端，各端毗邻有一个表面，各表面用以与一个光纤的外套相接触，两表面之间有一个突起的台阶；和

用以接收光纤纤芯和光纤包层的元件，该元件位于台阶的靠近基座两表面的两个端部。

2.如权利要求1所述的光纤连接器组件，其特征在于，该组件还包括：

一光波导器件，它位于台阶上两端部之间，该器件具有一个埋设的波导，波导的光轴是这样的，使得在各纤芯和各包层处在台阶两端部上的接收元件中时，纤芯的光轴基本上与所埋设的波导的光轴对准成一直线。

3.如权利要求2所述的光纤连接器组件，其特征在于，该器件还包括：

一光致硬化薄膜，它包括具有若干端面的波导；

四个光致硬化缓冲层，其中两层覆在所述薄膜的一侧面上，另两层覆在薄膜的另一侧面上，各层和薄膜封闭了除波导各端面以外的波导。

4.如权利要求1所述的光纤连接器组件，其特征在于，基座是由一包括丙烯酸酯、苯乙烯和n-苯基顺丁烯二酰亚胺的三聚物制成，它在受热达大约150℃时其尺寸基本上保持稳定。

5.如权利要求1所述的光纤连接器组件，其特征在于，接收元件是包含光致聚合或光致交联的单体基团的光致硬化层。

6.如权利要求1所述的光纤连接器组件，其特征在于，接收元件是在台阶两端部上的薄层，各薄层具有用以接收光纤纤芯和包层的沟槽。

7.如权利要求1所述的光纤连接器组件，其特征在于，接收元件是在台阶两端部的薄层，其中一个薄层具有一用以接收一根光纤的纤芯和包层的沟槽，另一薄层具有四个用以接收四根光纤的纤芯和包层的沟槽。

8.如权利要求2所述的光纤连接器组件，其特征在于，该埋设的波导具有五个适宜于供光输入输出用的端面，各波导端面连接到其它波导端面，其中一个波导端面毗邻台阶两端部的其中一个端部，其它四个波导端面毗邻台阶两端部中的另一个端部，从而使注入该一个波导端面的光在波导中分成几束光，并通过其它四个波导端面射出，而注入其它四个波导端面中各个端面的光通过所述的一个波导端面射出。

9.如权利要求2所述的光纤连接器组件，其特征在于，该组件还包括：

一个盖，它有两个端、毗邻两端中每一端各有一盖表面，各盖表面用以与其中一根光纤的外套接触；在各盖表面之间有一盖台阶，该盖台阶与所述波导器件接触。

10.如权利要求2所述的光纤连接器组件，其特征在于，该组件还包括：

第一和第二光纤，各光纤具有外套、包层和纤芯；

第一光纤与基座的其中一个表面接触，且为靠近该一个基座表面的接收元件所接收；且

第二光纤与基座的另一表面接触，且为靠近基座的另一表面的接收元件所接收。

11.如权利要求10所述的光纤连接器组件，其特征在于，该组件还包括：将光纤固定到基座上用的元件。

12.如权利要求11所述的光纤连接器组件，其特征在于，所述固定元件包括紫外线可固化的环氧树脂。

13.如权利要求10所述的光纤连接器组件，其特征在于，该组件还

包括：将各光纤芯连接到波导的各端面的光通道。

14. 如权利要求10所述的光纤连接器组件，其特征在于，该组件还包括：

用以密封基座、接收元件、波导器件和光纤的密封元件。

15. 如权利要求2所述的光纤连接器组件，其特征在于，所述波导厚约5.3微米，宽约5微米，只是一个端面向外张开形成圆锥形以便于输入耦合。

16. 如权利要求2所述的光纤连接器组件，其特征在于，该光波导器件与接收元件成一个整体。

17. 一种制造用于光纤系统中的光纤连接器组件的方法，其特征在于，该方法包括下列步骤：

将能形成模板凹凸图案的一辐射敏感层覆到基座的台阶上；

将一掩膜套准到上述敏感层上，该掩膜有一些透光用的透明部分和一些遮光用的不透明部分；

通过掩膜的各透明部分使所述敏感层曝光；和

除掉该敏感层的未曝光部位和对应于波导的部位，在台阶的两端部处留下剩余的曝过光的部位，各曝过光部位具有一沟槽。

18. 如权利要求17的方法，其特征在于，该方法还包括以下步骤：

将光纤的纤芯和包层放置在各沟槽中，并将各光纤的外套安置在毗邻基座两端的各表面上。

19. 如权利要求18的方法，其特征在于，该方法还包括以下步骤：

将具有一埋设的光波导的光波导器件安置在各光纤之间的台阶上，使波导和纤芯的光轴对准成一直线。

20. 如权利要求19的方法，其特征在于，该方法还包括以下步骤：

将各光纤外套固定到基座上。

21. 如权利要求19的方法，其特征在于，在将光纤的纤芯和包层放

置的步骤之后，还包括下列步骤：

在光纤与波导之间加入光致硬化介质，和

通过各光纤使所述介质曝光，以便在各纤芯与波导之间形成光通道。

22. 如权利要求19的方法，其特征在于，该方法还包括以下步骤：

将具有两个端、毗邻两盖端各有一个盖表面和一盖台阶的一个盖安置在外套和波导器件上，使得各盖表面接触各外表，且盖台阶接触该波导器件。

23. 如权利要求19的方法，其特征在于，该方法还包括以下步骤：

密封基座、剩下的曝过光的各部位、所述波导器件和各光纤。

24. 如权利要求19的方法，其特征在于，在对准步骤之前形成光波导器件的步骤中使用掩膜，光波导器件的形成包括下列步骤：

通过掩膜的各透明部分，使基本上干燥的具有第一和第二薄膜表面的光致硬化薄膜的一部位在一支架可拆卸地附着在第一薄膜表面的情况下曝光，使该薄膜中的至少一种单体聚合，从而改变该部位的折射率，以形成光波导；

除去掩膜；

将第一基本上干燥的光致硬化缓冲层的第一表面覆到第二薄膜表面上，与此同时有一支架可拆卸地附着在第一缓冲层的第二表面上；

从第一薄膜表面除去支架；

将第二基本上干燥的光致硬化缓冲层的第一表面覆到第一薄膜表面上，与此同时有一支架可拆卸地附着在第一缓冲层的第二表面上；

从第一缓冲层除去支架，并将第三基本上干燥的光致硬化缓冲层覆到第一缓冲层上；

从第二缓冲层除去支架，并将第四基本上干燥的光致硬化缓冲层覆到第二缓冲层上；

使各缓冲层和薄膜硬化，形成硬质母体，基本上将各缓冲层和薄膜

的折射率固定下来；和

将母体切割成预定的尺寸，并设置通向波导的光通道。

25. 如权利要求17或24的方法，其特征在于，掩膜的透明部分基本上对应于波导所要求的形状和辐射敏感层剩下的曝过光的部位所要求的形状。

26. 一种制造用于光纤系统中的光纤连接器组件的方法，其特征在于，该方法包括下列步骤：

将第一掩膜复在在一基座上面的第一缓冲层上面的一具有光波导的薄膜上面，该掩膜具有基本上对应于要在该薄膜中形成的用以接收光纤包层和纤芯的沟槽所需要的形状的透明部分；

用烧蚀辐射通过该掩膜的基本上对应于沟槽的透明部分照射该薄膜，这样基本上除去在掩膜透明部分底下的薄膜和缓冲层部分，并在该薄膜和缓冲层中形成沟槽；

除去第一掩膜；

将一第二掩膜复在第二缓冲层上面，该第二掩膜具有基本上对应于沟槽所需要形状的透明部分；

用烧蚀辐射通过所述透明部分照射第二缓冲层，这样基本上除去在第二掩膜透明部分底下的第二缓冲层部分，并在第二缓冲层中形成沟槽；

除去第二掩膜；以及

将第二缓冲层复在薄膜上面。

27. 如权利要求26所述的方法，其特征在于它还包括以下步骤：

在将第二掩膜复在第二缓冲层上面的第二复叠步骤之前，将第二缓冲层复到一盖上。

28. 如权利要求26所述的方法，其特征在于：

第三复叠步骤发生第二复叠步骤之前。

29. 如权利要求26所述的方法，其特征在于：第一掩膜是第二掩膜。

30. 如权利要求26所述的方法，其特征在于：第二掩膜的透明部分比第一掩膜的透明部分大。

31. 如权利要求26所述的方法，其特征在于它还包括以下步骤：

将光纤的纤芯和包层放在沟槽中，并将该光纤的外套安置在毗邻基座二端的基座表面上。

32. 如权利要求26所述的方法，其特征在于：

所述第一掩膜还具有基本上对应于光波导形状的透明部分，并且在第一个照射步骤之前还包括以下步骤：

通过掩膜的透明部分使该薄膜曝光，使薄膜中至少一种单体聚合，并改变曝过光的薄膜的折射率以形成光波导；以及

阻止光透过第一掩膜的对应于该波导的透明部分；

这样在第一照射步骤之后形成与波导对准成一直线的沟槽。

33. 一种制造用于光纤系统中的光纤连接器组件的方法，其特征在于它包括下列步骤：

将第一掩膜复在在具有光波导的一光致硬化薄膜上面的第一光致硬化缓冲层上面，该光致硬化薄膜是在基座上面的第二光致硬化缓冲层上面，该掩膜适于阻挡光化辐射不通过对应于要在薄膜和各层中形成的用以接收光纤包层和纤芯的沟槽的部位，且适于让光化辐射透过对应于包含波导的所要求的波导器件和限定所述沟槽的元件的部位；

用光化辐射通过该掩膜照射该薄膜和各层；

除去该掩膜，以及

除去该薄膜和各层的未被照射的部位；

这样形成具有与限定用以接收光纤的包层和纤芯的沟槽的元件成一整体的光波导器件的一光纤连接器组件。

34. 如权利要求33所述的方法，其特征在于还包括以下步骤：

将光纤的纤芯和包层放在沟槽中，并将光纤的外套安置在毗邻基座

二端的基座表面上。

35. 如权利要求17所述的方法，其特征在于：所述辐射敏感层是一包含光致可聚合或光致可交联单体基团的光致硬化层。

36. 如权利要求26所述的方法，其特征在于：所述烧蚀辐射是由一准分子激光器提供的。

37. 如权利要求26所述的方法，其特征在于：所述烧蚀辐射是由离子束提供的。

38. 如权利要求15所述的光纤连接器组件，其特征在于：所述波导的一个端面在约1.5 毫米长度上向外扩张至一小于约15微米的扩展宽度，然后在约100 微米长度上保持该扩展宽度。

39. 如权利要求21所述的方法，其特征在于所述介质是一液体。

40. 如权利要求21所述的方法，其特征在于该介质基本上是干燥的。

光纤连接器组件及其制造方法

本发明涉及一种在光纤系统中连接光纤用的光纤连接器组件及其制造方法，特别涉及一种在光纤之间采用光波导器件的组件。

在光通信系统中，信息通常是借助于激光器或发光二极管之类的光源产生的光频载波在光纤中传输的。目前对这种光通信系统的兴趣愈来愈增加，这是因为光通信系统比其它通信系统具有若干优点，例如通信信道大大增加，除昂贵的铜电缆外还可采用其它材料来传输信息。

随着光路研制工作的继续发展，对将光波从一根光纤耦合、分路、转接和调制到另一根光纤的光波导器件的需求提到日程上来了。这些器件的实例见美国专利3,689,264、4,609,252和4,637,681。

将光纤彼此连接或连接到光波导器件历来是个问题。其中一个方法是将光纤熔接在一起，使来自一光纤的光能通到所连接的光纤。但这种熔接方法在熔接范围和成品结构的确切几何形状和重复性的控制方面有困难。

美国专利4,666,236公开了通过一个光波导器件彼此互连的光纤。但它不容许采用由其它方法制造出来的光波导器件。

鉴于上述原因，本发明的长处和一个目的是提供一种能采用现有技术周知的光波导器件，特别是那些在与本申请同日申请的美国专利申请（编号PE-0065）中所述的光波导器件的光纤连接器组件。

此外，一般地，本发明的长处和一个目的是提供一种在各种不同的变化环境条件下，易于将纤芯和器件波导进行直线对准并保持对准状态的、能耗低、耐冲击的光纤连接器组件。

根据本发明，提供了一种不限于使用一种类型光波导器件的供连接光纤用的光纤连接器组件。更具体地说，本光纤连接器组件包括：

一基座，它具有两端，各端毗邻有一个表面，各表面用以与一个光纤的外套接触，两表面之间有一个突起的台阶，

用以接收光纤和纤芯包层用的元件，该元件位于台阶的靠近所述基座两表面的两个端部，

制造本发明的光纤连接器组件的一种方法包括下列步骤：

在基座的台阶上覆上一层能形成模板凹凸图案的辐射敏感薄层，

在该薄层上对准敷设上一个掩模，掩模有一些透光的透明部分和遮光的不透明部分，

使该薄层被通过掩模的透明部分的光曝光，

除掉薄层未曝光的各部位和薄层对应于波导的部位，在台阶两端部上留下剩下的曝光的部位，各曝光部位有一个沟槽。

制造本发明的光纤连接器组件的另一种方法包括下列步骤：

在基座上面第一缓冲层上面的一具有光波导的薄膜上复上第一掩模，该掩模具有基本上对应于要在该薄膜中形成的、用以接收光纤包层和纤芯的沟槽所希望有的形状的透明部分，

用烧蚀辐射通过掩模的基本上对应于所述沟槽的透明部分照射该薄膜，这样基本上除掉在掩模透明部分下面的所述薄膜和缓冲层，并在薄膜和缓冲层中形成沟槽，

除去该第一掩模，

在第二缓冲层上套准敷设上第二掩模，该第二掩模具有基本上对应于该沟槽所希望有的形状的透明部分，

用烧蚀辐射通过其透明部分照射该第二缓冲层，这样在第二掩模透明部分下面的第二缓冲层被基本上除去，并在该第二缓冲层中形成沟槽，

除去该第二掩模，以及

将第二缓冲层复在所述薄膜上。

制造本发明的光纤连接器组件的还有一种方法包括下列步骤：

在具有一光波导的光致硬化薄膜上面的第一光致硬化缓冲层上复上第一掩模，该光致硬化薄膜在基座上面的第二光致硬化缓冲层的上面，该掩模适于遮住光化辐射不通过对应于要在该薄膜和诸层中形成的用以接收光纤包层和纤芯的沟槽的部位，而使光化辐射通过对应于包括波导的所要求的波导器件和限定所述沟槽的元件的部位，

用光化辐射通过该掩模照射该薄膜和诸层，

除去该掩模，以及

除去该薄膜和诸层的未被照射的部位，

这样形成一个光纤连接器组件，它有与限定用以接收光纤的包层和纤芯的沟槽的元件成一整体的光波导器件。

结合为本发明一部分的各附图阅读下面对本发明的详细说明，即可更全面地了解本发明的内容。

附图中：

图1 是具有一台阶的基座透视图。

图2 例示了加工成所需要的尺寸的基座，使得光纤外套与基座的一表面接触，光纤包层与台阶接触。

图3 是基座的透视图，基座台阶上有一辐射敏感层。

图4 是图3 元件的透视图，其中的元件通过掩模被曝光。

图5 示出了经图4 例示的曝光所得出的一个元件，其中掩模、薄层的未曝光部位和薄层的对应于 波导的部位都已除去了。

图6 例示了将从图5 得出的元件、一光波导器件、一些光纤和一个盖组合起来的情况。

图7 是一个基本上干燥的光致硬化薄膜可拆卸地附着在一支架上时的透视图，薄膜系通过掩模被曝光。

图8 示出了一波导器件，该器件包括两层上缓冲层、一具有一波导的薄膜和两层下缓冲层。

图9 是一值得推荐的掩模的顶视图，可以看到其透明部分和不透明部分。

图10是图6 组合件的组装后一部分的放大视图，可以看到在光纤纤芯与波导之间的光通道。

图11示出了在基座台阶上的一个掩模、一薄膜和两缓冲层，薄膜和各缓冲层受到准分子激光器的光的照射。

图12是一个光纤连接器件组件，该组件包括一基座、两下缓冲层、一薄膜和两上缓冲层，薄膜和各层具有沟槽，供接收光纤包层和纤芯之用。

图13示出了图12的光纤连接器组件，该组件带有一个盖，且密封在封装材料中。

在下面的整个详细说明中，各图中的同一元件采用同一编号。

参看图1,图中画出了基座10，基座10具有两端12和14、毗邻各端12和14的上表面16和18，以及在上表面16和18之间的凸出的台阶20。台阶有两个端部22和24，二个端部中的各个端部靠近基座表面16和18中的一个表面。

基座10可以用任何具有下列特性的聚合材料制成，该聚合材料应具有足够高的玻璃转变温度 T_g ，以便在本发明方法中所采用的高达约150℃的温度循环中提供尺寸大小的稳定性。一般来说，对该基座材料来说，约150℃或更高的合适的温度 T_g 是较理想的，在说明本发明时所用的这种材料包括丙烯酸酯、苯乙烯和n-苯基顺丁烯二酰亚胺的三聚物。基座10可用任何常规的方法制成或成形，只要其台阶20的顶部形成为基本上平的，以供接受顺次的各层。这类方法包括模塑、冲压成形、挤压、机械加工、光电成形或各种方法的结合。在特定的例子中，基座可以用其

它各种材料制成，例如玻璃、金属、陶瓷及类似的材料。

图2 示出了台阶20的高度系选取得使得在光纤26的外套28搁在上表面16上时，光纤26的包层30靠在台阶20上而不致使包层30显著弯曲。光纤外套直径为900 微米、包层直径为125 微米时，台阶的高度可以是387.5 微米。

图3、4 和5 示出了在本发明的光纤连接器组件中接收光纤纤芯和包层用的元件的制造方法。

图3 例示了将辐射敏感薄层32覆到基座10的台阶20上的步骤。

再参看图4。在薄层32上套准上掩模34。掩模34可以由具有适于透光的透明部分36的玻璃片制成。掩模34还具有涂铬的以阻止光化光透过它的不透明部分38。透明部分36基本上对应于待在薄层32中形成的波导58所希望有的或预定的形状，且对应于接收光纤用的元件所需要的形状。虽然在说明本发明时可用这种掩模，但也同样可以使用其它适应性的强的光电工具，例如在美国专利No. 4,645,731中所公开的。这类适应性强的光电工具可以是卤化银型、重氮基型或其它类似的类型。

图4 还示出了通过掩模34的各透明部分36使薄层32曝光的步骤。

在该曝光步骤之后，除去薄层32未曝光的各部位。薄层32的对应于波导58的曝光部位也除去。这些部位系用适当的显影溶液清洗薄层32加以除去的。显影溶液可以是诸如用于未反应材料的溶液，例如111 三氯乙烷、稀释的含水碳酸钠或类似的溶液。薄层32的任何未曝光的部位都要清洗掉。对应于波导58曝过光的部位由于宽度小（例如5 微米）因而被清洗或刷掉。这一下就只留下以后用作接收光纤包层和纤芯的元件40的固化或硬化的曝过的光部位所希望的图形。接收元件40是在台阶20的两端部22和24上的一薄层。各薄层至少有一个沟槽42供接收光纤的纤芯和包层之用。图5 画出了在其中一薄层中的一个沟槽42和在另一薄层中的四个沟槽42。

薄层32可以采用任何辐射敏感性材料，只要它在处理步骤的过程中能够形成牢固地保持粘附在台阶20顶部上面的模版凹凸图案或抗蚀图案。典型的较有用的材料是光致硬化的，且是作为一预制固体层加到台阶顶部，它在曝光于光化辐射时改变其流变或溶度特性，例如在美国专利3,469,982和3,526,504中所介绍的那样。这里结合这二美国专利作为参考。其它也有用的光致硬化材料是诸如在美国专利No.3,770,438、No.4,289,841和No.4,316,951中所公开的体系。这里结合这三个美国专利作为参考，其中的形成模板图案的方法包括了一个剥离(peel-apart)步骤。

用作薄层32的值得推荐的材料是厚膜光致可聚合焊料掩模(solder mask)材料，在被处理时它会产生热性能上稳定的粘附着的图案。厚膜意味着其厚度为在大约2密耳(50微米)至5密耳(125微米)或更厚之间。典型的这种焊料掩模构成是如在美国专利No.4,278,752和No.4,621,043中所介绍的那些类型(这里结合这二美国专利作为参考)。这类厚膜光致可聚合构成包括(a)至少一种预制的高分子聚合材料,(b)能起附加聚合作用的烯键非饱和单体,(c)可由光化辐射对其起作用的光激化体系。其中(b)项中的单体还包括一含有二个或更多末端烯键非饱和基团的单体组分。尤其最佳的厚膜光致可聚合材料，是那些其中已被处理的薄层32的曝光度、粘附和热性能，是与用于形成光波导器件56的材料的相应同类性能相匹配的构成。

为了说明本发明，厚光致可聚合薄膜或薄层制备成具有三层结构，顺次由一聚对苯二甲酸乙酯临时支架片、一均匀厚度(如50或70微米)的光致可聚合薄膜或薄层和一聚乙烯保护盖片组成。该光致可聚合薄膜或薄层可以是如或类似于在美国专利No.4,278,752中所介绍的那些组成。

在无现成的125微米的厚膜时，为了获得层32所需的125微米厚度，可如在美国专利No.4,127,436中所介绍那样用真空层叠法，顺次地将一

50微米的厚膜和—75微米的厚膜叠合在台阶20的顶部。在此程序中，首先将50微米或75微米厚的薄膜的盖片除去，并将光致可聚合薄膜复到台阶顶部，且从那里除去临时支架。将该盖片从第二留下的薄膜除去，并将第二光致可聚合薄膜复到初始薄膜的未被复盖的表面上，从而在台阶20的顶部制成一复合的125微米厚的光致可聚合层32，并带有一暂时支架可拆卸地附着在该复合层上。然后如图4中所示在除去临时支架膜之前或后，以常规的方法（例如用—Optibeam ORC 曝光设备，以500至600毫焦耳的入射照射），用光化辐射通过掩模34使复合光致可聚合层32曝光。在从曝过光的光致可聚合层32除去掩模34和/或临时支架膜后，在喷射将层32的未曝光部分溶化的1,1,1-三氯乙烷后便形成层32。通过这种方法，可形成具有梯形横截面的沟槽，该梯形横截面沟槽在顶部有狭窄的进口，可与插入梯形沟槽的光纤形成三点接触。这样，所形成的接收元件可以是包含光致聚合或光致交联的单体基团的光致硬化层。

图6示出了在装配中的本发明的一个光纤连接器件组件的一实施例。

光纤46的纤芯和包层44系插入或安置在接收元件40的各沟槽42中。光纤46的外套48处在基座表面16和18上。纤芯和包层44系安置得使得它们的末稍端50几乎与接收元件40的内壁52齐平。光纤46例如可用夹子，或用在外套48与台阶20之间或与基座表面16和18之间的藉紫外线可固化的环氧树脂54固定到基座10上。

光波导器件56安置在接收元件40的内壁52之间的台阶20上。器件56包括至少一埋设着的光波导58供通过其透光之用。器件56系这样安置，使得光纤纤芯的光轴基本上与器件56中波导58的光轴对准成一直线。器件56例如用光和/或热固化环氧树脂固定到基座10上。

上述组件上也可设置盖60。盖60的形状大致上可和基座10相同，但使用时与基座10相比是倒过来的。因此盖60可以有两个端62和64以及毗邻各端62和64的盖表面66和68，且在各盖表面66和68之间有一个盖台阶

70。盖台阶70与器件56接触，盖表面66和68与光纤外套48接触。象环氧树脂之类的固定元件可将光纤固定在盖60上。

本技术领域任何周知的光波导器件都可用于本发明的光纤连接器组件中。但较为理想的器件系如与本申请同一天申请的编号为PE-0065的美国专利申请中所描述的那样进行制造，这里结合该专利以供参考。现在参看图7和8说明该较理想的器件56及其制造过程。

参看图7。这是元件72的示意图。元件72包括一可拆卸地附着在支架76上的基本上是干燥的光致硬化薄膜74。薄膜74有第一表面78和第二表面80。支架同样也有第一表面82和第二表面84。支架76的第一表面82可拆卸地附着在薄膜74的第一表面78上。

薄膜的第二表面80上设有掩模34'。用挤压辊往掩模上有控制地施压以除去掩模34'与薄膜74之间的空气。掩模34'最好与前面所述的用在薄层32上的掩模一样。

通过掩模34'的各透明部分令薄膜74的一个部位曝光，使薄膜中的至少一种单体聚合并改变该部位的折射率以形成一光波导58'。然后将掩模34'除去。

参看图8。将第一基本上干燥的光致硬化缓冲层88的第一表面覆盖到第二薄膜表面80上，与此同时有一个支架可拆卸地附着在第一缓冲层88的第二表面90上。

将支架76从第一薄膜表面78上除去。

将第二个基本上干燥的光致硬化缓冲层94的第一表面92覆盖到第一薄膜表面78上，与此同时有一个支架可拆卸地附着在第二缓冲层94的第二表面96上。

将支架从第一缓冲层88的第二表面90上除去。然后将第三个基本上干燥的光致硬化缓冲层98覆盖到它上面。

同样，将支架从第二缓冲层94的第二表面96上除去。然后将第四个

基本上干燥的光致硬化缓冲层100 覆盖到它上面。

用光进行照射和或加热使器件硬化，从而使缓冲层和薄膜的折射率大致上固定下来。

除去缓冲层98和100 的外表面102 和104 上的任何支架。这时就可
通过将器件加热，使其在热性能上稳定下来。

必要时例如用钻石刀将器件或母体切割成具有光滑边缘，以形成到达波导58' 的光通道，于是得出如图8 所画出的器件56' 。

薄膜74的厚度可以大约为5.3 微米，各缓冲层的厚度可以大约为30 微米，以形成大约125 微米厚的母体，以与诸如用于单方式操作的光纤尺寸相匹配。

当采用同一个掩模34形成波导58和接收部件40时，掩模34的对应于所要求的波导和对应于薄层32的希望加以曝光的部位的部分都必须是透明的，而掩模34的所有其它部分对光化辐射来说则必须是不透光的。

图9 例示了与掩模34相同的较为理想的掩模34''，只是至少波导各端面106 之一的尺寸不同。为了方便光输入或输出的耦合并提高光纤46和波导58'' 的位置容差，波导58'' 形成部分的端面106 可以在大约1.5 毫米的长度a 上向外张开成大约15微米或15微米不到扩展宽度c，然后以大约100 微米的长度b 保持其宽展了的宽度，单方式操作时，获得的波导58'' 的其余部分的宽度W 必须约为5 微米。因此帮助形成波导58'' 的该其余部分的掩模34'' 的透明部分必须大约为5 微米宽。

图4、7 和9 各个都画出了用于形成1 至4 个分光器或分离器波导的掩模。通过这些掩模形成的波导具有五个适宜于输入和输出光用的端面。各波导端面连接到其它波导端面。其中一个波导端面毗邻台阶20两个端部中的一个端部。其它四个波导端面毗邻台阶20的两个端部中的另一个端部。如图所示，注入该一波导端面的光在波导中被分成几道光束并通过其它四个波导端面出来，而注入各个其它四个波导端面的光则通

过该一个波导端面出来。

掩模对应于待形成的各沟槽的不透明部分通常呈矩形，其宽度约为125微米。

参看图10。在将盖60安置到组件上之前，可以在纤芯（例如光纤46的纤芯110）与波导58之间加入一光致硬化介质，可以是液体或者是基本上干燥的固体108。加入液体108的一个方法是在将光纤放进沟槽中之前将光纤浸入该液体的浴槽中。一旦加入介质，通过光纤46从器件56两侧（最好是同时）将加入的液体或基本上干燥的固体曝光，这一下就在各纤芯110和波导58之间形成能导光的、有较高折射率的光通道、桥路或连路112。光通道形成之后，组件可以用光照射或加热使介质108进一步硬化。这样在母体组件中埋置了光通路，然后可将组件在大约50℃至200℃的温度范围内加热，历时数分钟至数小时，使组件在热性能上稳定。若组件的各部件采用加热时在尺寸上不稳定（例如它们在辐射敏感性层32的平面中收缩或膨胀）的材料，光致可聚合层32还是仍可用作接收部件40，但可能需要一个单独的掩模以便给各槽42定位并补偿材料尺寸的变化。

图11和12例示了制造本发明的光纤连接器组件中的用以接收光纤纤芯和包层的元件的另一种方法。

在该方法中，在基座10的台阶20上覆上两基本上干燥的光致硬化缓冲层200和194，在其上再复上一基本上干燥的光致硬化薄膜174。

这可以这样进行：在一支架可拆卸地附着在缓冲层200的第二表面上时，将缓冲层200的第一表面覆到台阶20上，然后将支架除去再将缓冲层194的第一表面覆到缓冲层200的第二表面上，与此同时有一支架可拆卸地附着在缓冲层194的第二表面上。然后将缓冲层194和200用光照射或加热使它们硬化。从缓冲层194除去支架，并将薄膜174覆到其应有的位置上。除去薄膜174上的所有支架。然后将掩模134放到薄

膜174 上。掩模134 具有大致上对应于光波导158 和槽142 的所希望有的形状的透明部分。掩模134 的其余部分不透明。通过掩模的各透明部分使薄膜174 曝光，这样使薄膜174 中的至少一种单体聚合，从而改变曝过光的薄膜的折射率，以形成光波导158 。

或者，也可将掩模134 覆到薄膜174 上，薄膜174 则可拆卸地附着在支架上。然后通过掩模的各透明部分使薄膜174 曝光。两缓冲层194 和200 或者是覆到台阶20上，或者是用以取代薄膜174 上的支架。若为前者，则接着就将支架从薄膜174 上除去，并将薄膜覆到缓冲层194 上，若为后者，则接着就将缓冲层200 覆到台阶20上。各缓冲层和薄膜是在制造过程中的某个阶段用光照射或加热进行硬化的，但在形成波导之前不能将薄膜硬化。

然后将掩模134 的波导部分遮住以防光透过其中。

然后由任何光源（例如准分子激光器）提供的烧蚀辐射，一般为250 毫微米波长的高能紫外光、一种离子或电子束之类的辐射照射到掩模134 的沟槽部分上，以消蚀掩模134 的透明沟槽部分底下的薄膜174 和缓冲层194 和200，产生从诸薄膜层的曝过光部分消去的短暂易消失的成分。实际上，曝过光的各薄膜和薄层基本上被消蚀或除去，这样就形成了由接收元件所限定的精确地与波导158 对准的槽142 。

除去掩模158 。再把另两个缓冲层188 和198 覆到薄膜174 上并使其硬化。将掩模158 安置在缓冲层198 上、使其透明的沟槽部分对准在已除去或消蚀掉的沟槽上面。为便于对准，在掩模158，薄膜174 和薄层194 和200 上可采用可靠的掩模。

用稍微不同的掩模从缓冲层188 和198 除去沟槽部分是较为有利的。在缓冲层188 和198 上采用其透明沟槽部分比在薄膜174 和缓冲层194 和200 上所使用的掩模的透明沟槽部分稍宽的掩模，将便于将缓冲层188 和198 中的沟槽部分完全定位在精确地形成于薄膜174 和缓冲层

194 和200 中的沟槽部分上面。

然后用烧蚀辐射202 通过掩模158 的透明沟槽部分照射缓冲层188 和198,以基本上除去掩模158 透明沟槽部分底下的缓冲层188 和198,形成由各接收元件所限定的沟槽。在本组件中,接收元件与光波导器件形成一个整体。

按参看图6 所述的方法安置光纤46和盖60。各光通路可如前述那样形成得使其在光学上将各光纤纤芯与波导连接起来。

作为一种变换,可将缓冲层188 和198 复在盖160 上。然后将掩模158 或一具有稍宽的透明沟槽部分的掩模复到离盖160 最远的缓冲层188 或198 的空表面上。然后如上所述,将缓冲层188 和198 的沟槽部分基本上消蚀掉,将缓冲层188 和198 硬化、再将掩模除去。将光纤46放置和固定在基座10或盖 60 上的部分接收元件中。然后将留下部分,即盖 60 或基座 10 连接起来,使得在基座 10 上的接收元件和在盖上的接收元件将光纤包层包封起来。

图12中所示的组件也可这样制造:用化学方法从薄膜174 和缓冲层200、194、188 与198 中除去沟槽部分,将它们洗掉,类似于如前面关于图4 和图5 所述那样。

特别地,将一掩模复在在具有一光波导的光致硬化薄膜上面的第一光致硬化缓冲层上面,该具有光波导的光致硬化薄膜是在一基座上的一第二光致硬化缓冲层上面。该掩模适于阻断光化辐射不透过对应于要在薄膜和诸层中形成的用以接收光纤包层和纤芯的沟槽的部位。该掩模也适于使光化辐射透过那些对应于包含波导的一所要求的波导器件和限定诸沟槽的元件的部位。

用宽带紫外光,即光化辐射,透过掩模照射薄膜和诸层,这样使它们硬化。将掩模除去。然后用合适的溶液洗去薄膜和诸层的未被照射的部位。结果形成一光纤连接器组件,其光波导器件与限定用以接收光纤

的包层和纤芯的沟槽的元件成一整体。

用上述的组件，可将一光纤的纤芯和包层放置在沟槽中，而光纤的外套被安置在毗邻基座二端的基座表面上。

本发明的组件的所有部件可以用硬化的光聚合物连接或密封。各部件可采用硬化的光聚合物或其它材料204(例如环氧树脂)封闭起来使其不受到环境的影响。这可通过将组件连同或不连同其盖浸入适宜的可固化的溶液中实行。见图13。

本领域的技术人员根据上述的本发明可以对其作出许多修改改进。在所附的权利要求书中提出了被包括在本发明范围内的这些修改。

图 1

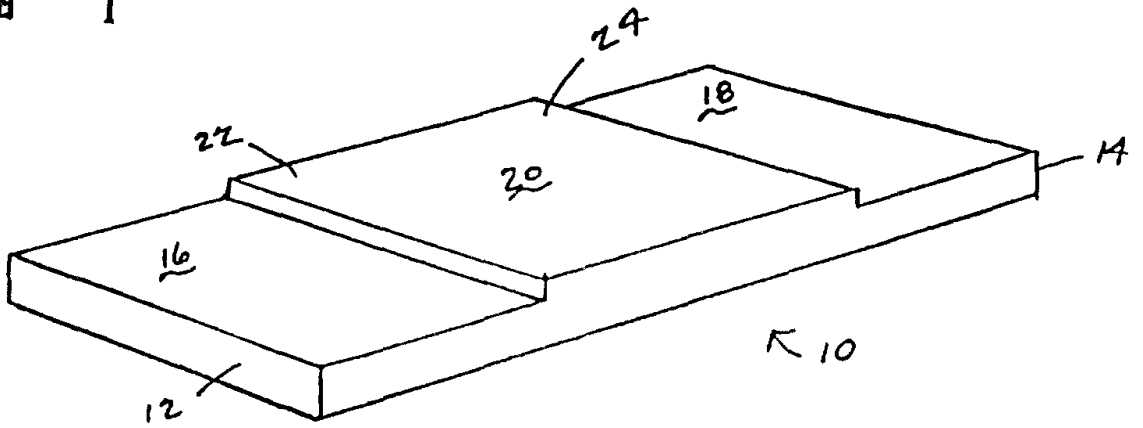


图 2

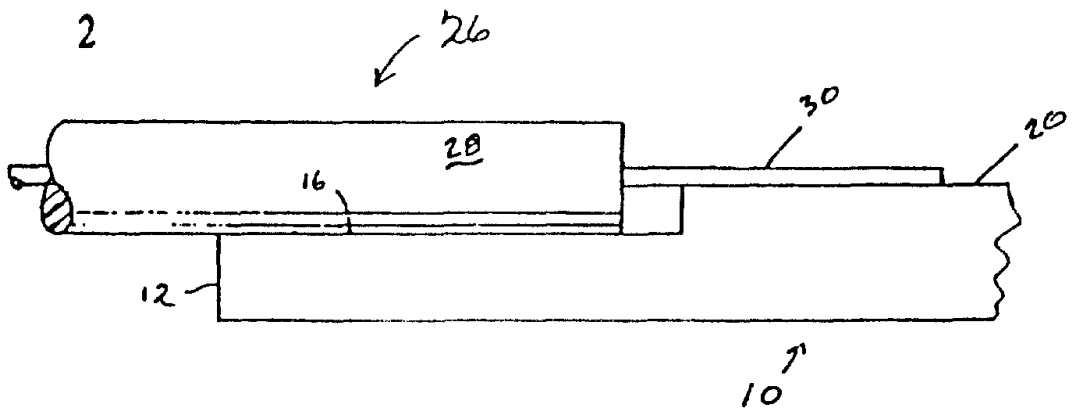


图 3

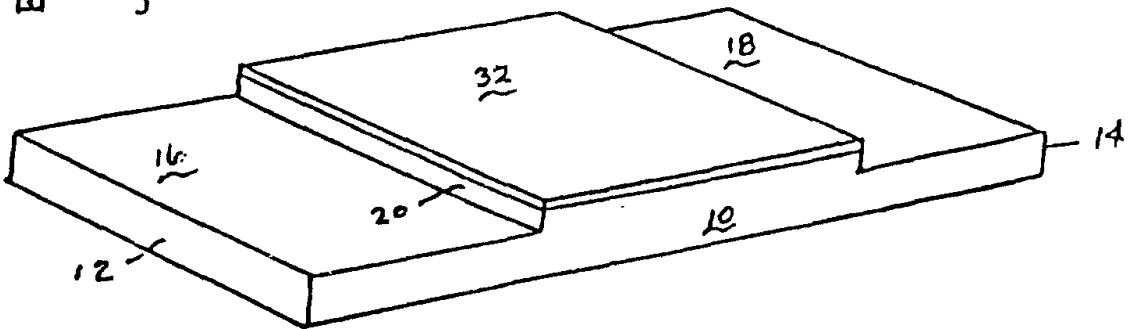


图 4

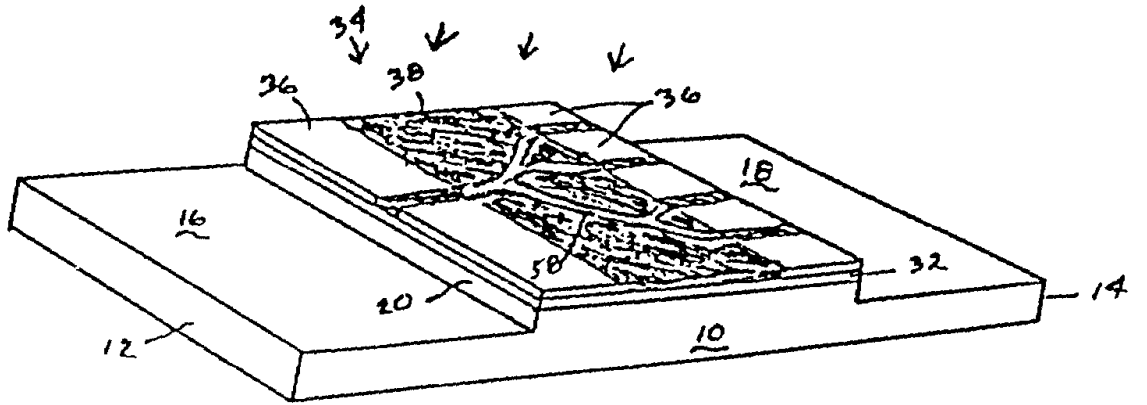
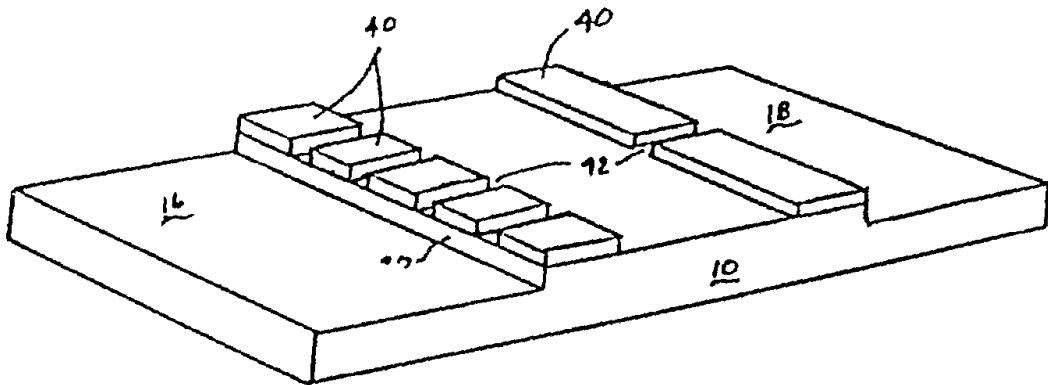


图 5



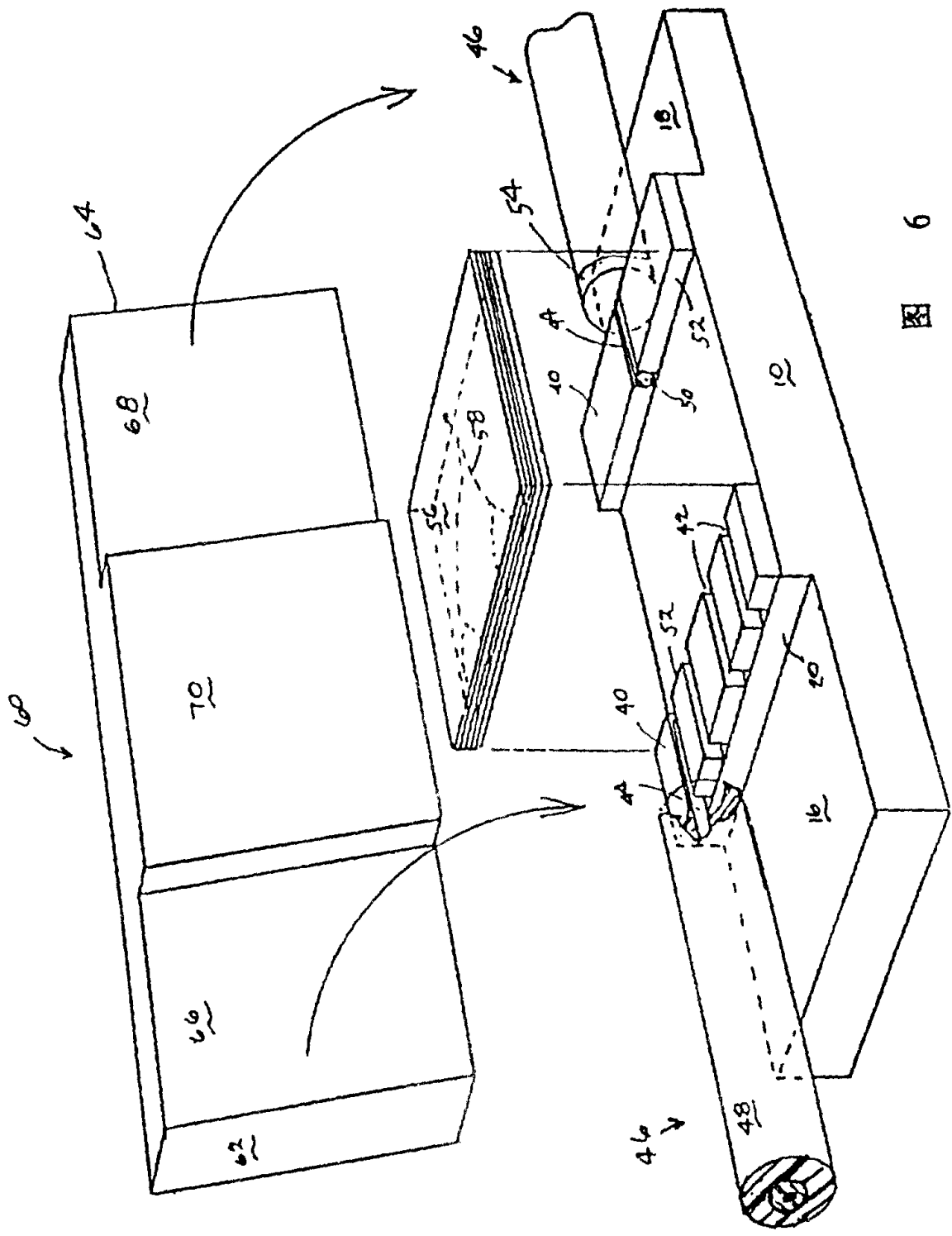


图 6

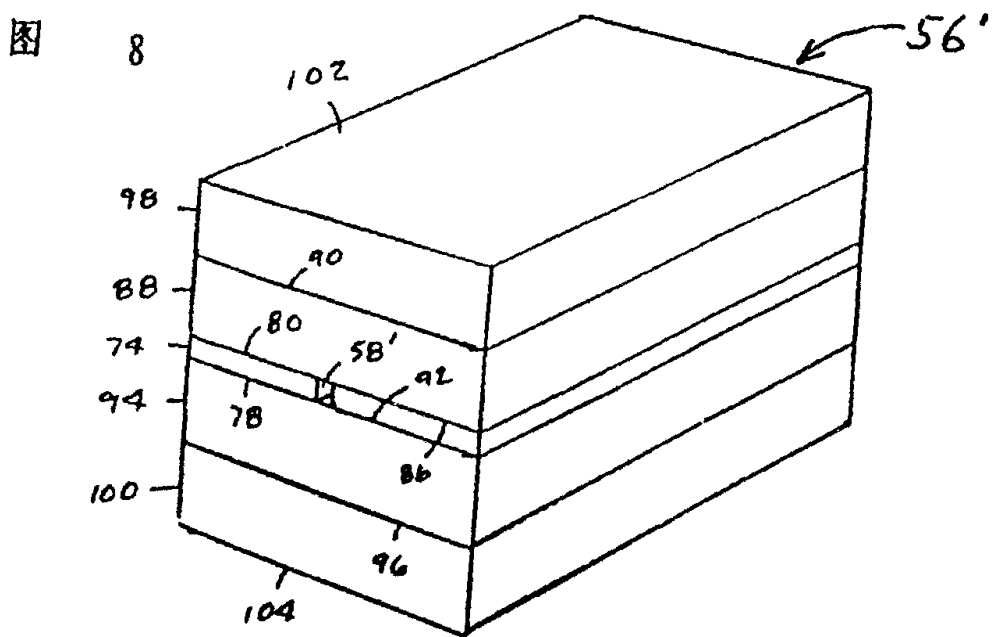
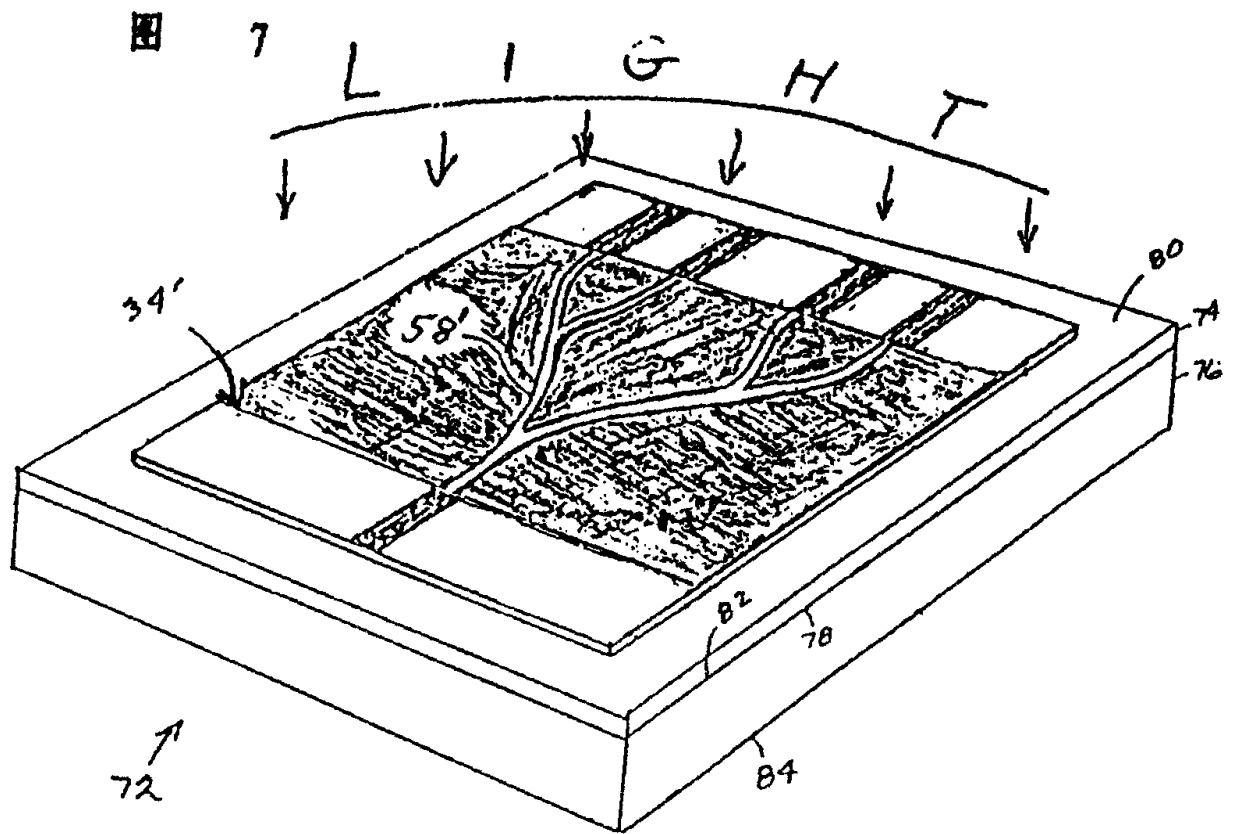


图 9

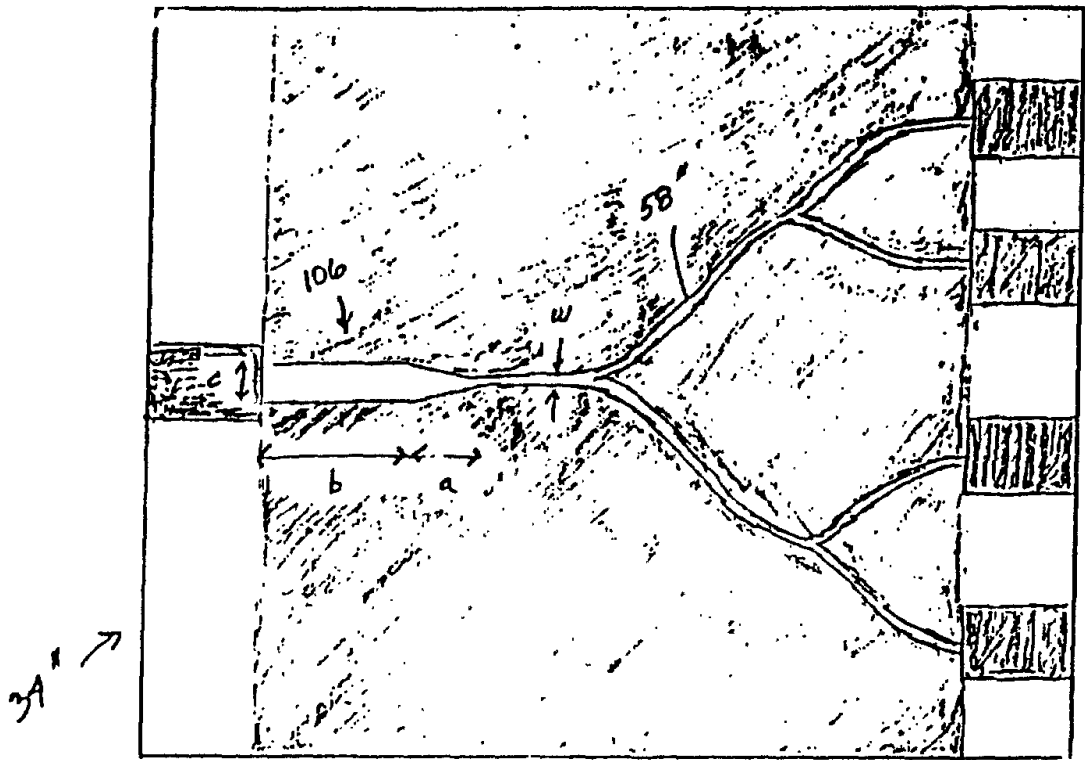


图 11

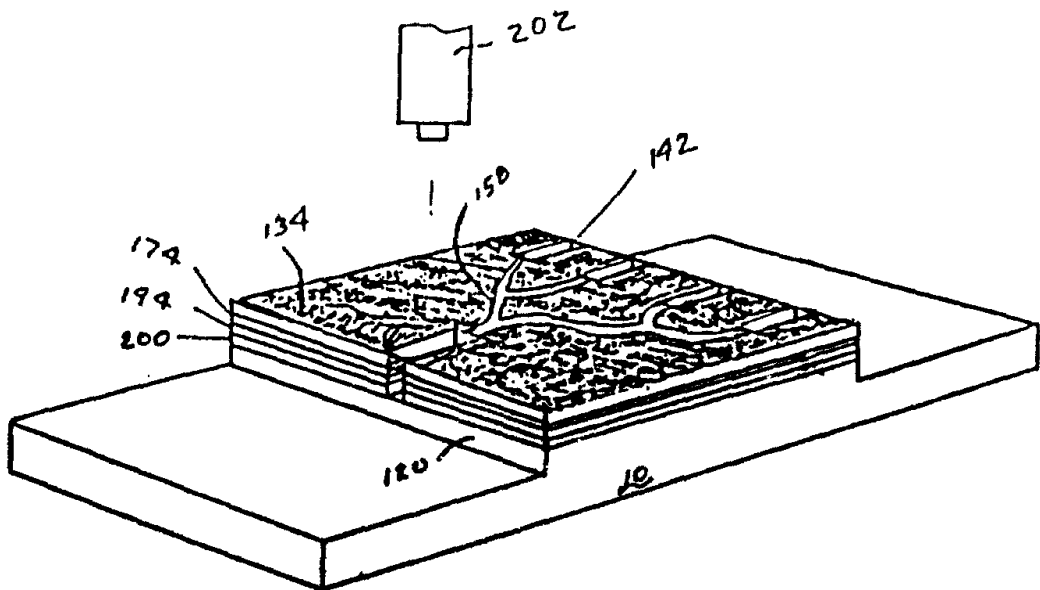


FIG 10

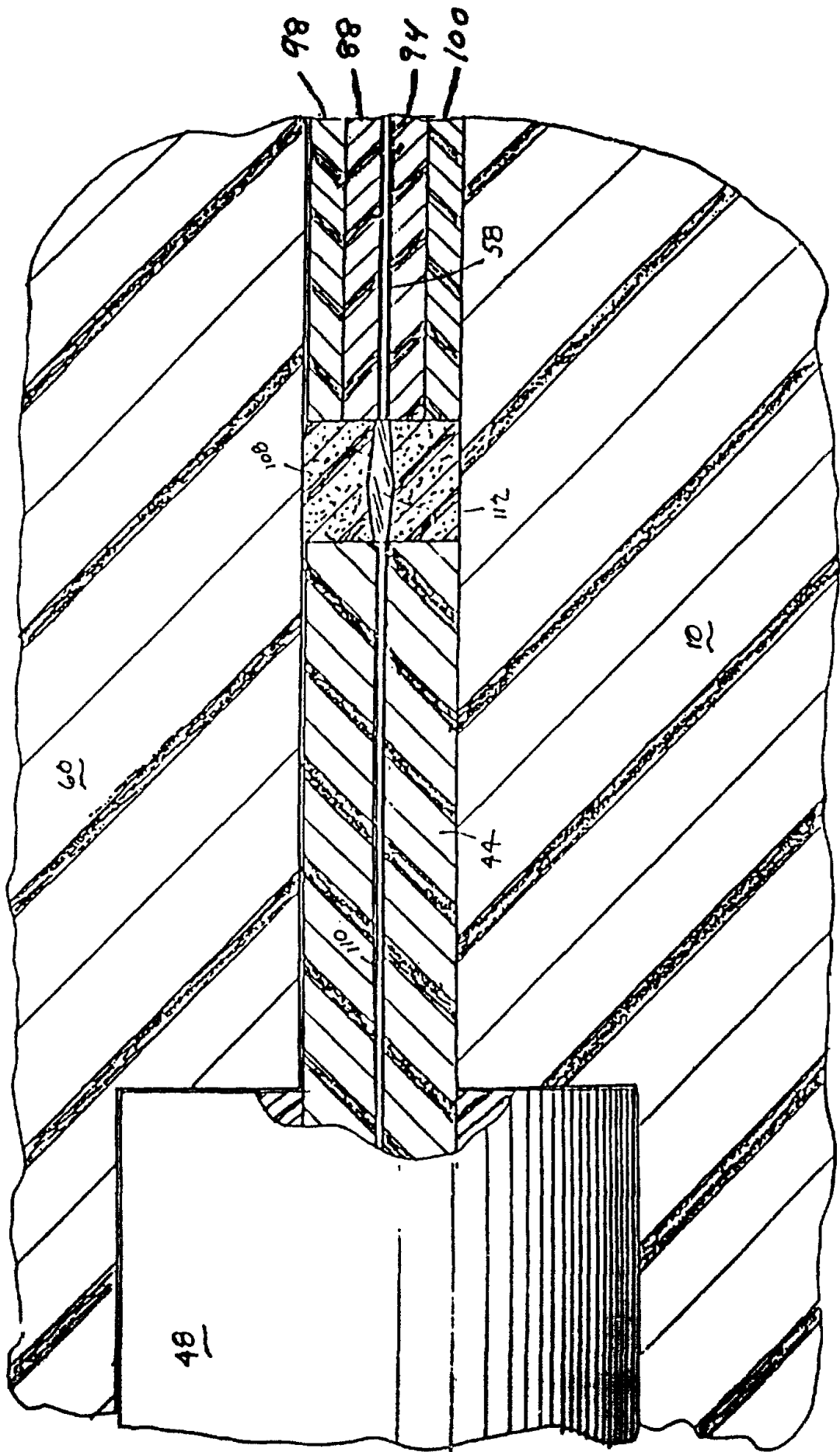


图 12

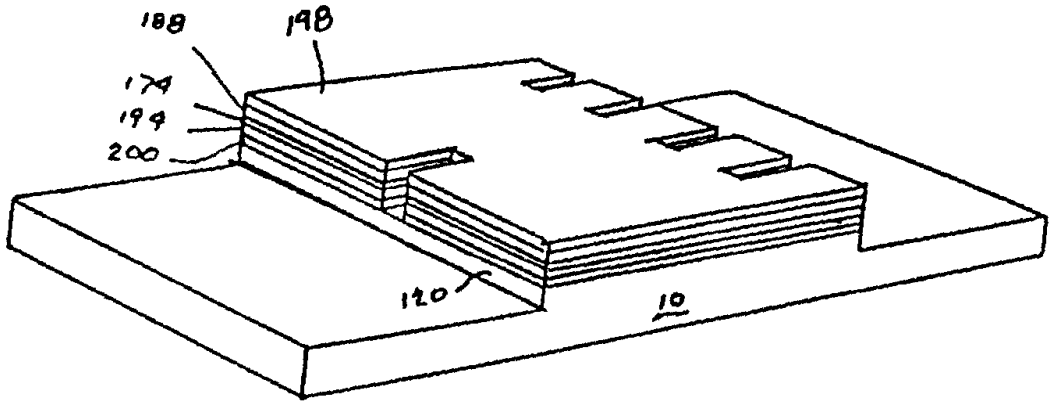


图 13

