

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 6/22

G02B 6/16

C03B 37/018

C03B 37/027



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01810914.4

[45] 授权公告日 2005 年 11 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1227547C

[22] 申请日 2001.6.8 [21] 申请号 01810914.4

[30] 优先权

[32] 2000.6.9 [33] NL [31] 1015405

[86] 国际申请 PCT/NL2001/000433 2001.6.8

[87] 国际公布 WO2002/008811 英 2002.1.31

[85] 进入国家阶段日期 2002.12.9

[71] 专利权人 德拉卡纤维技术有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 D·R·西蒙斯

A·H·E·布罗伊尔斯

审查员 蔡文臻

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

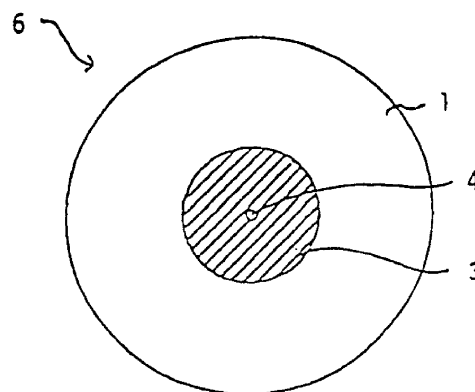
代理人 崔幼平

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称 单模光纤及制造单模光纤的方法

[57] 摘要

本发明涉及到一种单模光纤的制造方法，它包括一个光传导芯部(4)，围绕上述芯部的内覆层部分(3)以及围绕上述内覆层部分的外套部分(1)，这其中芯部的折射率比覆层和外套部分区域要大，而且覆层和外套部分区域的折射率实际上相等。



ISSN 1008-4274

1. 一种单模光纤, 其包括光传导芯部(4), 围绕该芯部(4)的内覆层部分(3)以及围绕该内覆层部分(3)的外套部分(1), 其中芯部(4)的折射率比覆层部分和外套部分区域(3, 1)的折射率要大, 并且覆层部分和外套部分区域(3, 1)的折射率相等, 其特征在于, 内覆层部分(3)是用包括掺杂在 0.1-8.5wt.%范围内的氟的 SiO_2 制成的, 这样导致芯部(4)在其整个截面上承受压缩轴向应力, 并且内覆层部分(3)还设有增大折射的掺杂质, 以获得与外套部分(1)的折射率相等的折射率, 其中, 采用一石英衬管作为所述外套部分。

10 2. 根据权利要求 1 所述的单模光纤, 其特征在于, 内覆层部分(3)内的含氟量处于 0.2-2.0wt.%的范围内。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的单模光纤, 其特征在于, 在外套部分(1)和内覆层部分(3)之间有缓冲层(2), 该缓冲层(2)的折射率比芯部(4)的折射率要低, 并且与内覆层部分(3)和外套部分(1)区域的折射率相等。

4. 根据权利要求 1 所述的单模光纤, 其特征在于, 在芯部(4)和内覆层部分(3)之间有中间层(5), 该中间层(5)的折射率比芯部(4)的折射率要低, 并且等于内覆层部分(3)和外套部分(1)区域的折射率。

20 5. 根据权利要求 1 所述的单模光纤, 其特征在于, 在外套部分(1)的外侧上有外覆层部分(7), 该外覆层部分(7)的折射率等于内覆层部分(3)和外套部分(1)区域的折射率。

6. 根据权利要求 1 所述的单模光纤, 其特征在于, 内覆层部分(3)的厚度在 3-21 微米的范围内。

25 7. 根据权利要求 1 所述的单模光纤, 其特征在于, 芯部(4)是用包括掺杂在 0.2-2.0wt.% 范围内的氟的 SiO_2 构成的。

8. 一种用于制造单模光纤的方法, 该光纤包括光传导芯部, 围绕该芯部的内覆层部分以及围绕该内覆层部分的外套部分, 其中芯部的折射率比内覆层部分和外套部分区域的折射率要大, 并且内覆层部分和外套部分区域的折射率相等, 根据该方法, 用作外套部分的石英衬管被充有一种或多种反应气体, 以便分别形成内覆层部分和芯部, 然后将衬管收缩并且拉制成单模光纤, 其特征在于, 内覆层部分(3)是用包括掺杂在 0.1-8.5wt.%范围内的氟的 SiO_2 制成的, 这样导致芯部(4)在其

整个截面上承受压缩轴向应力, 其中, 采用一石英衬管作为所述外套部分。

9. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 内覆层部分 (3) 内的含氟量处于 0.2-2.0wt.% 的范围内。

5 10. 根据权利要求 8 或 9 所述的方法, 其特征在于, 在外套部分 (1) 和内覆层部分 (3) 之间插入缓冲层 (2), 该缓冲层 (2) 的折射率比芯部 (4) 的折射率要低, 并且与内覆层部分 (3) 和外套部分 (1) 区域的折射率相等。

10 11. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 在芯部 (4) 和内覆层部分 (3) 之间插入中间层 (5), 该中间层 (5) 的折射率比芯部 (4) 的折射率要低, 并且等于内覆层部分 (3) 和外套部分 (1) 区域的折射率。

12. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 在外套部分 (1) 的外侧上设置外覆层部分 (7), 该外覆层部分 (7) 的折射率等于内覆层部分 (3) 和外套部分 (1) 区域的折射率。

15 13. 根据权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 利用 PCVD 工艺形成芯部 (4) 和内覆层部分 (3) 以及外覆层部分 (7)、中间层 (5) 和/或缓冲层 (2)。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, PCVD 工艺是在等离子体感应条件下执行的。

单模光纤及制造单模光纤的方法

技术领域

- 5 本发明涉及到一种单模光纤的制造方法，该光纤包括一个光传导芯部，围绕上述芯部的内覆层部分，以及围绕上述内覆层部分的外套部分，其中芯部的折射率比覆层和外套部分区域的折射率要大，而且覆层和外套部分区域的折射率实际上相等，通过这种方法，可以在内部用一种或多种反应气体充满用作外套部分的石英衬管，以便分别形
- 10 成内覆层部分和芯部，然后收缩这种设置有层的衬管并且拉制成单模光纤。另外，本发明还涉及到一种单模光纤，它包括一个光传导芯部，围绕上述芯部的一个覆层部分，以及围绕上述内覆层部分的外套部分。

背景技术

- 15 这种类型的光纤是公知的并且主要应用于电信技术领域。例如可以参见欧洲专利申请 0127227 和美国专利 5, 242, 476 号及 5, 838, 866 号。本文中使用的术语“单模”是本领域技术人员所公知的，无需进一步解释。由于其低衰减和散射的特性，这种光纤特别适合用来构筑往往要跨越数千公里的远距离数据链路，在这样远的距离上，如果
- 20 光信号的传输是用数量很少的中间放大站完成的，将光纤中的累积信号损失控制在最小是至关重要的。在电信业常用的 1550nm 传输波长上，通常要求这种光纤中的总衰减不能超过 0.25dB/km，最好是不超过 0.2dB/km。

- 尽管目前制造的光纤能够满足有关可允许衰减的所有这些要求，
- 25 但是往往经过一段时间就会发现有些光纤呈现出明显的衰减增大。深入研究发现这种现象可以归因于氢气从光纤周围逐渐渗出进入光纤，随后会在光纤内形成 SiH 和 SiOH 等聚集。这些化合物呈现很强的红外线吸收性，衰减峰值是在约 1530 和 1385nm 的波长上。

- 欧洲专利申请 0477435 公开了一种解决这一氢气所致衰减问题的
- 30 方法。根据这种方法，在制造过程中将熔化的光纤完全暴露于含氢的气体，在实际制成光纤之前就保证光纤中所有的结构缺陷点都已被氢原子占据。然而，这种公知方法的缺点在于它对氢气所致的衰减治标

不治本。另外，这种公知方法会使制造工艺复杂化，并且因采用了含氢气体会给成品光纤带来额外的污染风险。

美国专利 5,090,979 公开了一种制造光纤的方法，它依次包括一
5 纯二氧化硅芯部，一个掺杂氟的二氧化硅外层，掺杂氟的二氧化硅衬
底层，以及纯二氧化硅的一个载体层，而芯部的折射率和载体层的折
射率实际上相等。

美国专利 5,033,815 公开了一种多模光纤，这种光纤与本发明的
单模光纤有明显不同。另外，该文献公开的这种多模光纤依次包含一个
10 GeO_2 -或 Sb_2O_3 -掺杂的芯部，一个 F-掺杂的覆层部，最后还可能有一个
 TiO_2 -掺杂的外套部分，其中芯部的折射率比覆层和外套部分区域的
折射率要高，而且外套部分的折射率要明显低于覆层部的折射率，这
种折射率分布与本发明的分布截然不同。上述文献中没有公开有关压
缩轴向应力的数据。

欧洲专利申请 0762159 公开了一种散射补偿型光纤，它依次包括
15 至少带 10mol% 的 GeO_2 的一个芯部和一个覆层部，覆层部包括第一氟
掺杂覆层部，第二氟掺杂覆层部和第三氟或氟掺杂覆层部。对三个覆
层部的掺杂是这样选择的，使其玻璃粘度在拉制瞬间低于纯二氧化硅
玻璃的粘度，这样就能在拉制过程中采用比较低的温度。该文献没有
公开有关压缩轴向应力的数据。

20 发明内容

因此本发明的目的是提供一种单模光纤的制造方法，使得在
1550nm 波长上由氢气所致的衰减足够低，以确保在该波长上的总衰减
最多只有 0.25dB/km，优选是最多只有 0.2dB/km。

如前言所述，根据本发明实现了这一目的，这是由于是用了本发
25 明制造单模光纤的方法，其特征在于，内覆层部分是用包括掺杂在
0.1-8.5wt.%范围内的氟的 SiO_2 制成的，这样能使芯部在其整个截面上
承受一个压缩轴向应力。

本发明人认为在光纤芯内产生轴向压缩能防止出现上述缺陷，这
样就能显著减少由氢气所致的衰减。根据本发明，由于光纤芯内存在轴
30 向张力而容易形成在二氧化硅芯中的结构缺陷，存在于光纤芯内的轴
向压缩能够基本上排除出现这种缺陷，这样就能显著降低氢气所致的
衰减。

5 本发明人做过许多实验,按以下步骤制成预成型件,为衬管的内表面提供一二氧化硅的内覆层部分,这一覆层部分是用包括掺杂的氟的 SiO_2 构成的,以及二氧化硅的第二掺杂层,该第二层的折射率比内覆层部分的折射率要高,并且形成最终的光纤芯部。将设有芯部和内覆层部分的这一衬管连续加热,经过收缩工艺制成一个棒,最终从棒的一个熔化的端点将其拉制成所需的光纤。

10 本发明提供一种用于制造单模光纤的方法,该光纤包括光传导芯部,围绕该芯部的内覆层部分以及围绕该内覆层部分的外套部分,其中芯部的折射率比内覆层部分和外套部分区域的折射率要大,并且内覆层部分和外套部分区域的折射率相等,根据该方法,用作外套部分的石英衬管被充有一种或多种反应气体,以便分别形成内覆层部分和芯部,然后将衬管收缩并且拉制成单模光纤,其特征在于,内覆层部分是用包括掺杂在 0.1-8.5wt.%范围内的氟的 SiO_2 制成的,这样导致芯部在其整个截面上承受压缩轴向应力,其中,采用一石英衬管作为所述
15 外套部分。

根据本发明,内覆层部分最好是掺杂 0.1-8.5wt.%范围内的氟,以 0.2-2.0wt.%为最佳。不希望氟掺杂超过 8.5wt.%,否则会在沉积这些层时产生问题。氟含量小于 0.1wt.%不能起到在芯部中提供所需压缩轴向应力的明显作用。如果需要很低的衰减损失,2.0wt.%的最大掺杂
20 量为最佳,Rayleigh 散射的增大对衰减损失有不利影响。实验结果显示内覆层部分的一部分也能作为在光纤芯部之内传输的光的光路。

在内覆层部分中采用氟掺杂能够降低这一层的折射率。为了调节这种降低的折射率,最好是让这一折射率实际上等于外套部分区域的折射率,为内覆层部分提供所谓的折射增大掺杂材料,例如是
25 P_2O_5 , TiO_2 , ZrO_2 , SnO_2 , GeO_2 , N 或是 Al_2O_3 , 或者是一种或多种此类化合物的组合。

根据本发明方法的某些实施例,特别优选的是在外套部分和内覆层部分之间插入一个缓冲层,这一缓冲层的折射率比芯部的折射率要低,并且实际上与覆层部分和外套部分区域的折射率相等。

30 如果外套部分的光学质量差,也就是说外套部分含有杂质,就特别需要这一缓冲层。在收缩制成预成型件并用预成型件随后拉制成光纤的连续热处理过程中,这种杂质会渗入光纤的光传导部,从而造成高度

衰减。采用缓冲层能够防止杂质到达光纤的光传导部。

根据本发明方法的一个具体实施例,还优选在芯部和内覆层部分之间插入了一个中间层,这一中间层的折射率比芯部的折射率要低,并且实际上等于内覆层部分和外套部分区域的折射率。

- 5 单模光纤内的光传导有一部分是在直接围绕芯部的层中进行的。如果这一层掺杂过多,就会明显增大 Rayleigh 散射的作用,造成衰减增加。然而,为了使芯部受到所需的压缩轴向应力,可能需要高度掺杂。因而最好是插入一低掺杂的中间层来防止过度 Rayleigh 散射可能的负面影响。

- 10 在制成的光纤中,内覆层部分的厚度最好是 3-21 微米。

所需的层厚取决于层中的掺杂。测试显示出小于 3 微米的层厚度不足以使芯部根据本发明的要求受到所需的压缩轴向应力。内覆层部分最大层厚的上限主要是由最终被拉制成光纤的预成型件的可加工性来确定的。

- 15 在特定实施例中,还需要的是,设置有一种或多种掺杂质的光传导芯部是由 SiO_2 构成的,包括掺杂在 0.2-2wt.%范围内的氟和一种或多种掺杂质,确保芯部能达到根据本发明所要求的折射率,该芯部的折射率比覆层部分的折射率高,该掺杂质例如可以包括 P_2O_5 , TiO_2 , ZrO_2 , SnO_2 , GeO_2 , N 和 Al_2O_3 , 或者是一种或多种此类化合物的组合。

20 根据一个具体实施例,最好是为包括芯部、内覆层部分和外套部分的预成型件补充提供一个缓冲和/或中间层,并且在外套部分的外表面上提供一附加层,例如是采取玻璃管的形式,或是利用外部 CVD 工艺施加的一层。

- 25 根据本发明,采用化学蒸气沉积工艺,特别是采用一种优选由等离子体感应的 PCVD 工艺来形成上述的芯部和内覆层部分以及可能有的中间和/或缓冲层。由于常规衬管的轴向长度比其直径要大许多倍,要根据诸如溅射沉积或激光烧蚀沉积等常规的沉积工艺在这种衬管的内表面上可控制地沉积一层均匀的材料是很困难的。在 PCVD 实施例中施加的化学蒸气能够有效分布到衬管内表面的全长,这样就能在内壁上形成很均匀的沉积。另外,采用 PVCD 工艺有可能在沉积各层时控制掺杂水平,这样就能用这种工艺成功地沉积芯部和内覆层部分以及可能
- 30

还有的中间和/或缓冲层。

根据本发明方法的一个具体实施例，优选的是在外套部分的外侧上设置外覆层部分，该外覆层部分的折射率等于内覆层部分和外套部分区域的折射率。

- 5 本发明进一步涉及到一种单模光纤，其包括光传导芯部，围绕该芯部的内覆层部分以及围绕该内覆层部分的外套部分，其中芯部的折射率比覆层部分和外套部分区域的折射率要大，并且覆层部分和外套部分区域的折射率相等，其特征在於，内覆层部分是用包括掺杂在0.1-8.5wt.%范围内的氟的 SiO_2 制成的，这样导致芯部在其整个截面上承受压缩轴向应力，并且内覆层部分还设有增大折射的掺杂质，以获得与外套部分的折射率相等的折射率，其中，采用一石英衬管作为所述外套部分。

在一个实施例中，最好的是内覆层部分内的含氟量处于0.2-2.0wt.%的范围内。

- 15 在一个具体实施例中，进一步优选的是，单模光纤是这样构成的，在芯部和内覆层部分之间插入一个中间层，这一中间层的折射率比芯部的折射率要低，并且实际上等于内覆层部分和外套部分区域的折射率。

- 20 另外，在本发明的单模光纤的一个具体实施例中，最好是在外套部分和内覆层部分之间有一个缓冲层，这一缓冲层的折射率比芯部的折射率要低，并且实际上与内覆层部分和外套部分区域的折射率相等。

另外，在某些实施例中，在外套部分的外侧上最好有一个外覆层部分。

- 25 另外，在一具体实施例中，在外套部分的外侧上有外覆层部分，该外覆层部分的折射率实际上等于内覆层部分和外套部分区域的折射率。

以下要利用许多附图来解释本发明，这些附图仅仅是用于解释的目的，而并非要对本发明的保护范围构成任何限制。

附图说明

- 30 图1表示根据本发明的单模光纤的一个实施例；

图2表示根据本发明的单模光纤的一个具体实施例，在其中安置了缓冲层；

图3表示根据本发明的单模光纤的一个具体实施例,在其中设置了一个中间层;

图4-6分别对应着图1-3,然而其中的外套部分设有一个外覆层部分;

- 5 图7代表根据现有技术状态的张力与光纤半径的关系曲线;以及
图8代表根据本发明的张力与光纤半径的关系曲线。

具体实施方式

在图1中示意性表示了一根单模光纤6,光纤6是在将预成型件收缩并且拉制成光纤之后而获得的。可以将单模光纤6当作光传导芯部
10 4,这一光传导芯部4被一个内覆层部分3包围,而内覆层部分3又被一个外套部分1包围。一个衬管例如适合作为外套部分。芯部4的折射率比内覆层部分3和外套部分1的折射率要大,这其中后两部分的折射率实际上是相等的。应该注意到在图1-6中使用的相同标号是彼此一致的。

15 在图2中示意性表示了单模光纤6的一个具体实施例,这种单模光纤6包括一个光传导芯部4,光传导芯部4被一个内覆层部分3包围,内覆层部分3又被一个缓冲层2包围,而缓冲层2最终被一个外套部分1包围。这种单模光纤6是根据本发明的方法制造的,采用一个石英衬管作为外套部分1,然后是分别利用PCVD工艺沉积缓冲层2、内覆层部分3和最后的芯部4。在石英衬管上沉积完上述各层时执行一个热收缩步骤,之后获得一个预成型件,从预成型件的端部拉制出单模光纤6。
20

图3中示意性表示了单模光纤6的一个具体实施例,单模光纤6包括被一个中间层5包围的芯部4,中间层5被内覆层部分3包围,内覆层部分3又被一个缓冲层2包围,缓冲层2最终被一个外套部分1包围。
25 图3中示意性表示的单模光纤6是根据与图2所示方式相同的方式制造的。然而,在某些实施例中可以省去图3所示的缓冲层2,结果将内覆层部分3直接沉积在外套部分1上,然后是中间层5,最后是芯部4。但是没有示意性表示出这样的实施例。

在图4中,外套层1设有一个外覆层部分7,在图5和6中也适用。
30 本发明特别值得注意的是,通过为内覆层部分掺杂0.1-8.5wt.%,最好是0.2-2.0wt.%的氟,使单模光纤的芯部经受压缩轴向应力。

图7中表示根据现有技术状态的应力(它随单模光纤的半径 r 而变

化)曲线, 光纤包括掺杂有 GeO_2 和 F 的 SiO_2 构成的芯部和没有掺杂的 SiO_2 构成的覆层部分。用一条垂直虚线表示芯部的位置, 因此这就能立即清楚地显示出芯部是处在正应力也就是拉伸应力下。

- 5 图 8 中表示根据本发明的应力(它随单模光纤的半径 r 而变化)曲线, 光纤包括掺杂有 GeO_2 和 F 的 SiO_2 构成的芯部和根据图 5 的掺杂有 F 和 GeO_2 的 SiO_2 构成的另一内覆层部分, 其余区域是由没有掺杂的 SiO_2 构成的。同样用一条垂直虚线表示芯部的位置, 这就能立即清楚地显示出芯部是处在根据本发明所要求的压缩轴向应力下。

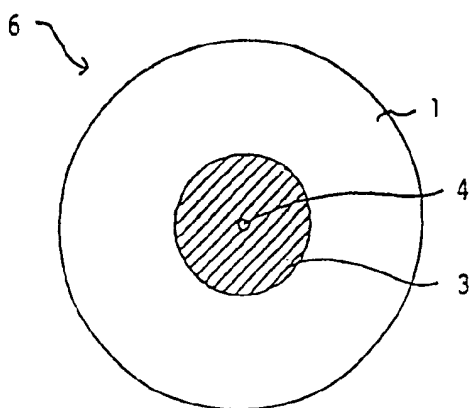


图 1

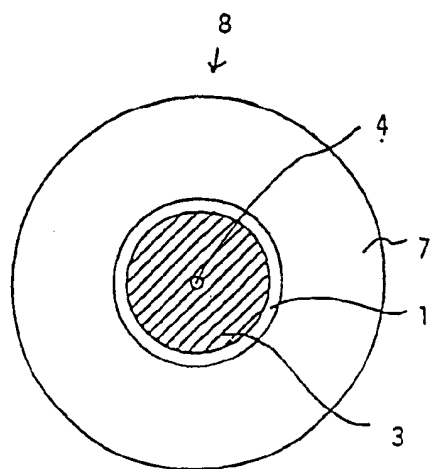


图 4

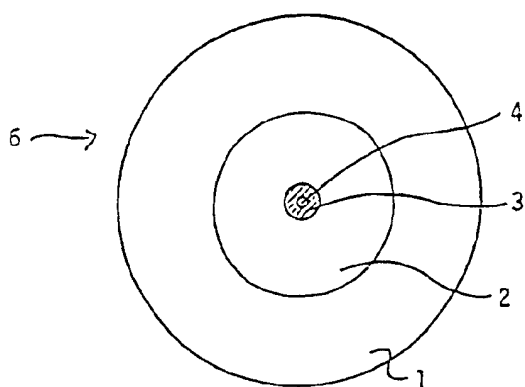


图 2

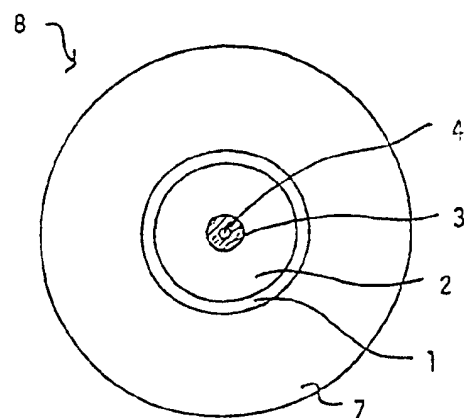


图 5

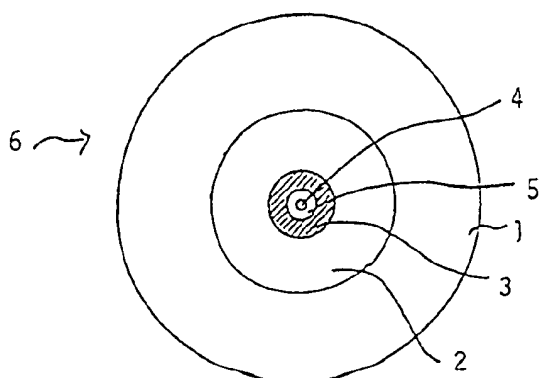


图 3

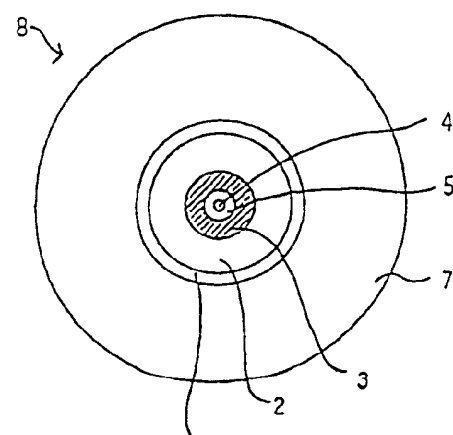


图 6

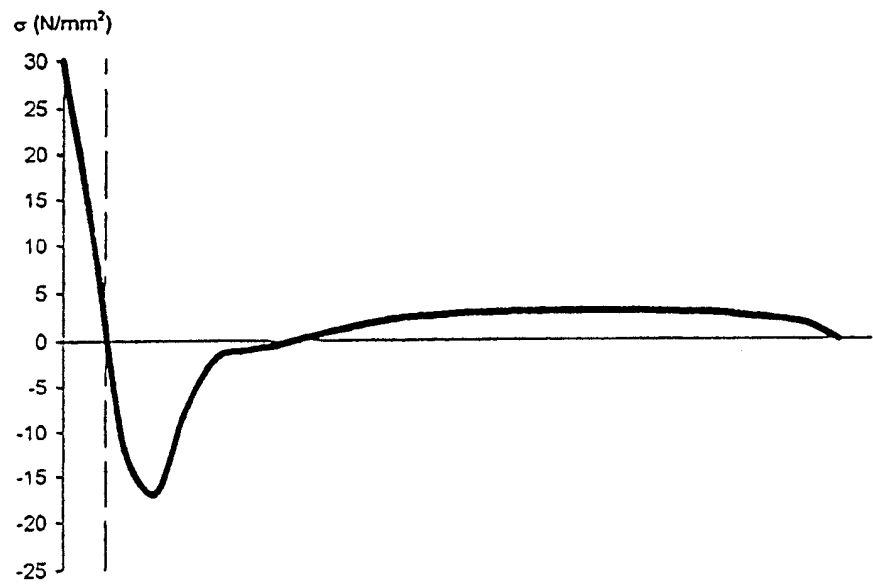


图 7

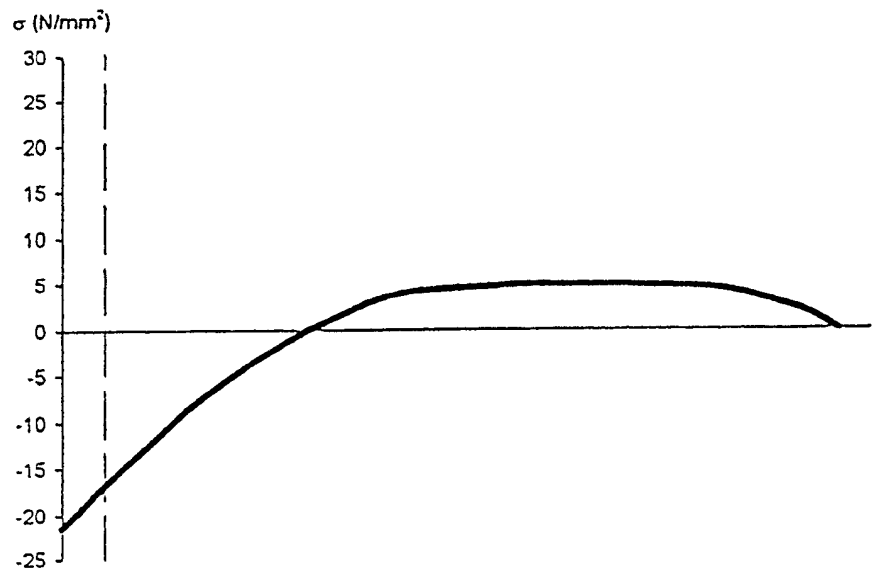


图 8