

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 6/00

B29C 59/04



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02826444.4

[43] 公开日 2005 年 4 月 27 日

[11] 公开号 CN 1610847A

[22] 申请日 2002.12.11 [21] 申请号 02826444.4

[30] 优先权

[32] 2001.12.31 [33] US [31] 10/039,602

[86] 国际申请 PCT/US2002/039657 2002.12.11

[87] 国际公布 WO2003/058302 英 2003.7.17

[85] 进入国家阶段日期 2004.6.29

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 J·E·戈祖姆 T·J·里德

G·L·乌尔 R·C·韦格雷特纳

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

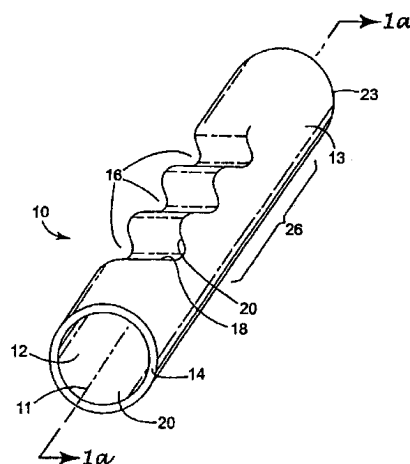
代理人 周承泽

权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 9 页

[54] 发明名称 具有连续外包层的光纤和制造方法

[57] 摘要

光纤(10)包含：(a) 长的聚合物纤芯(12)，具有从光源接受光的输入端(20)，发射传输通过该纤芯(12)的光的输出端(23)，和沿着该纤芯(12)的纵轴在输入端(20)和输出端(23)之间延伸的侧面；(b) 发光区域(26)，使传输通过该光纤(10)的光以基本横向于该纵轴(11)的方向透出该光纤(10)的至少一部分侧面，该发光区域(26)包含至少一个光学单元(16)；(c) 在纤芯(12)侧面和光学单元(16)上延伸的连续外包层(14)，它是一种折射率小于纤芯的聚合物材料。还报道了使用压印过程制造该光纤的方法。



ISSN 1008-4274

1. 一种光纤，包含：
 - (a) 长的聚合物纤芯，具有从光源接受光的输入端，发射传输通过纤芯的光的输出端，和沿着该纤芯的纵轴在输入端和输出端之间延伸的侧面；
 - (b) 发光区域，将传输通过光纤的光以通常横向于该纵轴的方向射出光纤的至少一部分侧面，该发光区域包含至少一个光学单元；
 - (c) 在纤芯侧面和光学单元上延伸的连续外包层，是一种折射率低于该纤芯的聚合物材料。
2. 如权利要求 1 所述光纤，其特征在于该发光区域包含一系列两个或多个沿着该纤芯纵轴彼此间隔一定距离的光学单元。
3. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该纤芯是一种选自聚(烷基丙烯酸酯)和聚(烷基甲基丙烯酸酯)的聚合物。
4. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该连续外包层是氟化的乙烯-丙烯。
5. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该发光区域包含至少三个沿着该纤芯纵轴规则间隔的光学单元。
6. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该发光区域包含至少三个沿着该纤芯纵轴不规则间隔的光学单元。
7. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该光纤具有选自圆形，椭圆形，三角形和方形的横截面形状。
8. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该光学单元的深度是光纤直径的约 1% 到 10%。
9. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该光纤包括具有第一深度的第一光学单元和具有第二深度的第二光学单元，其中第一深度不等于第二深度。
10. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该光纤具有圆形的横截面形状和约 1 毫米到约 25 毫米的直径。
11. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该外包层具有小于约 1 毫米的厚度。
12. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于进一步包括位于外包层上的套层。
13. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于该发光区域具有 360° 或更小的侧向角度分布。
14. 如权利要求 2 所述光纤，其特征在于每个光学单元包含至少一个倾斜的

反射面，其与垂直于该纤芯纵轴的平面的夹角是 10° 到 80° 。

15. 如权利要求 14 所述光纤，其特征在于该发光区域沿着纵轴的长度小于该光纤纵轴方向的总长度。

16. 一种制造具有发光区域的光纤的方法，发光区域中包含至少一个光学单元，该方法包括以下步骤：

(a) 提供一种光纤，它包含长的聚合物纤芯，具有从光源接受光的输入端，发射传输通过该纤芯的光的输出端，和沿着该纤芯纵轴在输入端和输出端之间延伸的侧面；

(b) 提供一种具有至少一个压印单元的压印工具；

10 (c) 使压印工具的至少一个压印单元与光线侧面接触并施加压力，使压印单元陷入到该光纤的中央纤芯，对该光纤压印，形成光学单元；

其特征在于，在压印步骤之后，包层保持为在纤芯侧面和光学单元上延伸的连续层。

17. 如权利要求 16 所述方法，其特征在于该压印工具是轮子形式的，具有中轴和一系列在该轮子圆周上间隔并径向伸出的压印单元，压印步骤包括使压印工具绕着其中轴旋转的步骤。

18. 如权利要求 16 所述方法，其特征在于至少一个压印单元有第一侧面和第二侧面，这两个侧面在压印单元的顶部相交，顶角在约 20° 到约 150° 的范围内。

19. 如权利要求 18 所述方法，其特征在于该压印单元的顶部是被截断的。

20 20. 如权利要求 16 所述方法，其特征在于该压印单元的顶部是被修圆的。

21. 如权利要求 16 所述方法，其特征在于该压印单元是被加热的。

具有连续外包层的光纤和制造方法

5 发明领域

本发明涉及通过内部全反射将光传输的光纤。

发明背景

已知可以使用玻璃或聚合物等光透射材料作为光纤，通过内部全反射对光
10 进行传输。通常，光纤包含纤芯，通常是一种无机玻璃或一种合成聚合物，纤芯上还可以有包层。包层材料优选具有小于纤芯材料的折射率，约束光能量，使其通过内部全反射在纤芯中传输。

在有些情况下，要求沿着光纤的至少一部分侧面提供发光区域。为了提供这种发光区域，已知可以沿着光纤的长度安排与垂直于光纤纵轴的平面呈一夹角的一系列切口。这些切口形成一系列反射面，能将至少一部分传输通过光纤
15 的光反射到光纤侧面之外。如果光纤具有外包层，则切口透过包层并切入光纤的纤芯。沿着其长度具有切口的包层聚合物光纤可以从 Poly Optics Austrailia Pty.Ltd 以商品名“POLY BRIGHT”购得。

光纤可以用于内燃机中和其周围难以达到处和/或修理汽车车体时用的照明装置的结构中。通常这些设备包括光源(例如，闪光灯或 AC 光源)和与该光源相连的一定长度的光纤，光源发出的光入射在光纤的一端上，并通过光纤传输。通常要求照明装置最好能同时发出端光(即，从光纤另一端发出的光)和侧光(即，从光纤侧面发出的光)。由于这种照明装置被用于为了到达远端观察区域而需要反复弯曲和/或扭曲的环境中，并且可能被油污弄脏，所以最好是一种能承受反复弯曲和/或扭曲而且容易清洁的增强光纤。
20
25

发明概述

本发明提供了一种改进的包层光纤，具有发光区域和覆盖光纤侧面(即侧壁)和发光区域的连续外包层。这种改进的包层光纤具有提高的耐久性，比现有技术中沿着外包层延伸有一系列切口或压印凹陷的光纤更容易进行清洁。本
30 发明还提供了一种制造本发明包层光纤和包含本发明包层光纤的照明装置的

方法。

在一个实施方式中，本发明提供了一种光纤，包含：

(a) 长的聚合物纤芯，具有从光源接受光的输入端，发射传输通过纤芯的光的输出端，和沿着纤芯纵轴延伸的侧面(即侧壁)；

5 (b) 发光区域，包含至少一个光学单元，该光学单元能使传输通过纤芯的光以通常横向于纵轴的方向透出光纤的至少一部分侧面；

(c) 在纤芯侧面和发光区域上连续延伸的外包层，所述包层是一种折射率小于纤芯折射率的聚合物材料。

10 在光纤的一个实施方式中，发光区域包含一系列两个或多个沿着纤芯纵轴彼此间隔一定距离的光学单元。

光纤纤芯优选是一种聚(烷基丙烯酸酯)或聚(烷基甲基丙烯酸酯)，外包层是氟化的乙烯-丙烯。光纤还可以在外包层上具有套层，对光纤提供进一步保护。

15 发光区域可以包含沿着纤芯纵轴规则间隔的一些光学单元或者沿着纤芯纵轴不规则(即不均匀)间隔的一些光学单元。光学单元的深度通常是光纤直径的大约 1%到 10%。

在本发明另一个实施方式中，提供了一种制造具有发光区域的光纤的方法，包括以下步骤：

20 (a) 提供一种包含长的聚合物纤芯的包层光纤，纤芯具有从光源接受光的输入端，发射传输通过纤芯的光的输出端，和沿着纤芯纵轴延伸的侧面(即侧壁)；

(b) 提供一种具有至少一个压印单元的压印工具；

(c) 将压印工具的压印单元与光纤的包层接触并施加压力，使压印单元陷入到光纤纤芯，对光纤压印从而形成光学单元；

25 在压印步骤(即步骤 c)中，包层并不被切割，所以在纤芯侧面和发光区域上延伸的是连续包层。

在此方法的一个实施方式中，使用了一种旋转压印设备，它包含具有一系列在圆周上间隔一定距离的许多压印单元的压印轮。该压印轮通过绕其中轴旋转，此时其上面的压印单元接触光纤侧面，获得对包层光纤的压印。

30 在本方法的另一个实施方式中，至少一个压印单元包含第一侧面和第二侧面，两者相交形成顶边，其角度是从约 20° 到约 150°。优选压印单元的顶边

是被截顶的或被修圆的，能防止压印单元切割光纤的包层。

在本发明的另一个实施方式中，提供了一种照明装置，包含：

(a)光源；

(b)光纤，包含：

- 5 长的聚合物纤芯，具有从光源接受光的输入端，发射传输通过纤芯的光的输出端，和在输入端和输出端之间沿着纤芯纵轴延伸的侧面；

发光区域，以基本横向于纵轴的方向使传输通过光纤的光透出光纤的至少一部分侧面，发光区域包含至少一个光学单元；

- 10 在纤芯侧面和光学单元上延伸的连续外包层，它是一种折射率小于纤芯的聚合物材料；

其中，光纤可以与光源光学耦合，使得至少有部分从光源发出的光入射在光纤的输入端上。

- 15 光纤可以被可旋转地或不可旋转地连接在光源上。在一些实施方式中，将光纤可拆卸地连接于光源上可能是优选的。这样，光源就可以与其他光纤使用，例如，使光纤侧面上发出不同侧向角度分布的光。在一个优选实施方式中，光源是一种标准闪光灯。

术语

- 20 术语“发光区域”是指能射出传输通过光纤的光的光纤的一部分。发光区域可以在光纤的整个长度上分布或者仅在光纤的一部分长度上分布。发光区域可以以 360 度或更小的侧向角度分布发射出光。

- 25 这里用术语“光学单元”来统称在光纤纤芯上通过压印过程形成的任何受控的凹陷部分，形成了一个或多个能对至少一部分通过光纤壁入射在其上的光进行反射的反射面。这些光学单元区别于不时出现在光纤上的刮痕和其他缺陷和其他表面不规则部分。通过适当控制每个光学单元的尺寸和形状，以及单元沿着光纤分布的图案和间距，可以选择性地使光线发射通过光纤侧壁的发光区域。

术语“照明装置”是指能提供所需波长，强度和分布特性的光线的器件。照明装置可以是便携的或固定不动的。

- 30 术语“工作灯”是指被设计用来在人，动物或机械完成一项或若干项任务（例如，用照相机或其他传感器进行检验）时对一些区域照明的照明装置。工作灯可以是便携的或固定不动的。

术语“侧向角度分布”是指在基本垂直于光纤纵轴的平面上所测得的光从光纤射出的角度范围。

术语“光纤”是指一种在输入端接受光并传输至输出端和/或发光区域而没有明显损失的一种物体。总的来说，光纤的工作原理是内部全反射，其中，
5 传输通过光纤的光在光纤表面上根据光纤材料和紧密包围光纤的材料，例如，空气，包层等的不同折射率而发生反射。

这里用术语“包层光纤”来描述具有纤芯和包层的一种光纤，包层材料的折射率小于纤芯材料的折射率。

通过以下本发明的各种说明性实施方式，能更完整地描述本发明的这些和
10 其他特点和优点。

图简要说明

图 1 是本发明一种包层光纤的透视图。

图 1a 是图 1 中光纤沿着直线 1a-1a 的截面图。

15 图 2a-2c 表示本发明包层光纤的不同截面形状。

图 3a-3c 表示可用来制造本发明包层光纤的一种压印设备。

图 3a' 表示图 3a 所示光纤的截面图。

图 4 表示可用来制造本发明包层光纤的一种压印设备。

图 4a-4c 表示能用来制造本发明包层光纤的图 4 所示压印设备上的各种压
20 印单元。

图 5a-5b 表示一种可用来制造本发明光纤的一种旋转式压印设备。

图 5c 是一种旋转式压印过程的示意图。

图 6 表示一种可用来制造本发明光纤的一种旋转式压印设备。

图 7 是本发明一种照明装置实施方式的侧视图。

25 图 8 是本发明一种照明装置实施方式的透视图。

图 9a 是本发明一种照明装置实施方式的侧视图。

图 9b 是图 9a 所示照明装置一部分的透视图。

本发明提供了能选择性发射光的聚合物光纤，该光纤特别适合于制造照明
30 装置。

图 1 表示了一段本发明光纤 10 的透视图。图 1a 是图 1 中光纤 10 沿着直

线 1a-1a 的纵向截面图。光纤 10 的伸长形状定义了纵轴 11，其圆形截面形状定义了侧面 13。光纤 10 包含长的中央纤芯 12，被外包层 14 包围。外包层 14 用的是一种折射率小于中央纤芯 12 折射率的聚合物。光纤 10 进一步包括从光源接受光的输入端 20 和发射传输通过光纤 10 长度的光(即端光)的输出端 23。

5 光纤 10 包括发光区域 26，光在此处从光纤中以通常横向于光纤 10 纵轴 11 的方向射出。光纤 10 的发光区域 26 包含至少一个光学单元 16。通常，发光区域由在光纤 10 的至少一部分或整个长度上间隔的一系列光学单元形成。在图 1 的实施方式中，光学单元 16 的形式是沿光纤 10 长度以规则距离彼此隔离的一系列压印凹陷。光学单元 16 也可以是不规则间隔的。每个光学单元 16 深入到

10 中央纤芯 12，从而形成第一反射面 18 和第二反射面 20。从光纤 10 外表面到光学单元 16 最低点的光学单元 16 深度，在图 1a 中被标注为“d”。通常，深度“d”随着光纤的直径而异。例如，深度“d”通常是光纤整体直径的约 0.5% 到约 30%，更优选是光纤直径的约 1% 到 10%。第一反射面 18 和第二反射面 20 通常以相对于光纤 10 纵轴 11 垂直面的一定角度倾斜。如图 1a 所示，外包层

15 14 在光纤 10 的纤芯 12 包括光学单元 16 的侧面上连续延伸。即，外包层 14 没有因为在光纤 10 上形成光学单元 16 而被切割或破坏。

在光纤 10 工作时，第一反射面 18 能将至少一部分纵向传输通过光纤的光反射透过光纤 10 侧面 13 的发光区域 26。虽然本发明的光纤可以具有任何要求的侧向角度分布，但是通常观察到从发光区域 26 射出的光线强度在发光单元

20 16 约 180° 处为最强。

光纤 10 可以具有任何适用的截面形状。图 2a-2c 表示了可用于本发明光纤的各种不同的截面形状。例如，图 2a 中的光纤 110a 具有基本上方形的截面形状，而图 2b 中的光纤 110b 具有三角形的截面形状，图 2c 中的光纤 110c 具有基本上椭圆形的截面形状。图 2a-2c 中所示的各种截面形状仅作为举例，并

25 并非对本发明的限制。本领域技术人员能够理解，本发明光纤可以具有任何适用的截面形状(即，圆形，方形，矩形，三角形，椭圆形，多边形，上述一种或多种的组合和类似形状)。为了保证整根光纤中光的均匀分布，通常截面形状应该至少在光纤的发光区域上是基本均匀的。

本发明光纤的尺寸可以随着光纤的预期用途而异。对许多照明装置而言，

30 光纤的直径在约 1 毫米到约 25 毫米范围内，更优选在约 5 毫米到约 14 毫米范围内，最优选在约 7 毫米到约 12 毫米范围内。光纤长度随着预期用途而异化，

在有些情况下，可以从小于 1 厘米到大于 100 米。

外包层 14 用的是一种折射率小于光纤纤芯材料的聚合材料。因为其较低的折射率，所以与含有相同纤芯材料的无包层光纤相比，包层能减少从光纤侧壁射出的杂散光。包层 14 的适用材料是本领域已知的，包括例如，氟化的乙烯-丙烯共聚物(从 DuPont Co. 以商品名“TEFLON FEP”购得)，聚偏二氟乙烯，全氟丙烯酸酯，聚四氟乙烯，四氟乙烯-六氟丙烯-偏二氟乙烯。通常，包层材料的厚度小于光纤纤芯的直径，但是大于传输通过光纤的光的波长。通常，对于直径小于约 25 毫米的光纤而言，包层厚度小于约 1 毫米，更优选在约 0.2 毫米到约 0.4 毫米范围内。光纤优选具有较小的截面，能被插入很小的开口，例如，在汽车车门，发动机舱，发动机接口，设备机罩等中提供要求的照明。

合适的光纤纤芯材料包括，例如，聚(烷基丙烯酸酯)和聚(烷基甲基丙烯酸酯)。一种优选的纤芯材料包含聚(甲基甲基丙烯酸酯)和甲基甲基丙烯酸酯与其他丙烯酸酯及甲基丙烯酸酯单体的共聚物，例如，丙烯酸乙酯，丙烯酸-2-乙基己酯，和甲基丙烯正丁酸酯。在一些情况中，可以为了生产具有高度柔软性的光纤而要求更易弯曲的纤芯材料。甲基丙烯酸甲酯与低玻璃化转变温度(Tg)单体，例如，丙烯酸乙酯和丙烯酸正丁酯的共聚反应，能形成更易弯曲的纤芯材料。一种优选的纤芯配方中包含聚合的甲基丙烯酸甲酯，并具有约 54 °C 的玻璃化转变温度。

包层聚合物光纤和制造适用于本发明包层聚合物光纤的方法已经有所报道，例如，在 PCT 出版物 WO 99/59804；PCT 出版物 WO 01/47696；和美国专利 5298327(Zarian 等人)中。

本发明光纤或可具有覆盖包层的聚合材料外层。这种层通常被称为套层。套层为保护光纤防止损坏提供了附加保护层。适用于套层的聚合材料包括，例如，聚氯乙烯等。

发光区域中每个光学单元的反射面通常是倾斜的，与垂直于光纤纵轴的平面成一个夹角。虽然可以使用 0° 和小于 90° 之间的任何合适角度，但是通常，反射面的倾斜角度是 10° 到 80°，优选是 20° 到 70°，更优选是 30° 到 60°。每个光学单元的反射面可以是弯曲的或基本平面的。

光学单元的反射面优选被制造成具有光学质量。通常理解的“光学质量”是说，反射面仅散射少量(通常小于 20%，优选小于 10%)入射到其上的光，剩余的光被镜面反射或折射。每个光学单元的反射面通常是横向于光纤纵轴延伸

的，但可以形成任何角度。。

虽然可以采用任何适合于光纤预期用途的光学单元图案，但是光学单元通常是沿着光纤中心线规则间隔的。在某些实施方式中，可能要求由光纤的发光区域输出的基本保持均匀。要达到这个目的，可以控制相继光学单元的图案和间隔，从而补偿被前面的光学单元反射出光纤的光。例如，可以增加光预定传输方向上的相继光学单元反射面的截面面积(例如，通过增加光学单元的压印深度)。或者，可以减小相继光学单元之间的间距或者改变反射面的角度，或采用任何和所有这些方法的组合。

一种制造本发明光纤的方法是批量压印过程。参见图 3a-3c，表示了适合于制造本发明光纤的一种压印过程。压印工具 60 包括金属模子，对其一个表面进行了加工，在光纤 66 纵轴 65 的横向方向上提供一系列彼此平行延伸的 V 形压印单元 62。虽然能够理解其他截面形状也可以用于本发明中，但是这里的压印单元 62 是三角形截面或 V 形截面的。压印工具 60 可以配备有一个或多个加热器 63(例如，筒形电阻加热器)，在压印包层光纤 66 之前和/或过程中，能将压印工具 60 加热至升高的温度。参见图 3a'，表示了光纤 66 的截面图。光纤 66 包括具有侧面 61 的纤芯 69。纤芯 69 被外包层 67 所包围。在使用中，压印工具 60 被压与包层光纤 66 的侧面接触。如图 3b 所示，压印工具 60 的压印单元 62 压在包层光纤 66 的侧表面上。压印过程优选在升高的温度下进行，例如，在约 60° F 到约 275° F 范围的温度下进行。通常，使压印工具 60 与包层光纤 66 在压力下保持接触约 5 秒到几分钟的一段时间，优选为约 1 分钟。在一些情况下，为了使形成光纤 66 的聚合材料被压印单元定形，要求在压印工具 60 与光纤 66 固定接触的同时使压印工具 60 冷却。这时，光纤上形成的光学单元形状将更近似地符合压印工具 60 上压印单元 62 的形状。图 3c 表示了沿着纵轴 65 的本发明一种压印光纤的截面图。如图 3c 所示，由压印操作生产的光纤 66 包含一系列沿着光纤 66 的侧面彼此间隔一定距离的光学单元 68。光学单元 68 形成时并未切割包围包层光纤 66 中央纤芯 69 的外包层材料 67。因此，包层 67 在光纤纤芯包括光学单元 68 的侧面上是连续的。

图 4 表示适合于制造本发明光纤的一种压印工具 80 的分解图。压印工具 80 包括上板 82 和下板 84。上板 82 中有一系列六个定位销 102，其尺寸配合一系列六个定位孔 100，能使上板 82 和下板 84 在压印包层光纤时对准。每个上板 82 和下板 84 都分别包括槽子 87 和 88，其尺寸和形状能在压印时容纳包层

光纤。在压印工具 80 中，槽子 87 和 88 的截面形状是半圆形的，优选容纳具有圆形截面形状的光纤。压印工具 80 中包括与上板 82 的槽子 87 匹配的可移动压印部件 86。压印部件 86 包括两个容纳调节螺丝 98 的螺纹孔 94。图 4a 表示了压印部件 86 实施方式的侧视图。压印部件 86 包括一系列凸脊形式的压印单元 88，从后板 89 延伸，沿着后板 89 彼此相隔距离为“a”。每个压印单元 88 有两个平整侧面 90 和 92，相交形成位于凸脊 88 顶部的顶角“b”。虽然凸脊的侧面通常是平面的，但是其中之一或这两个面也可以是弯曲的。顶角 b 通常在约 20° 到约 150° 的范围内，更优选在约 45° 到 90° 范围内。特别优选的顶角 b 是约 60°。图 4b 表示了适用于制造本发明光纤的另一种压印部件 86b。

10 在图 4b 中，图 4a 中压印单元 88 的顶部被截断，形成面宽为“c”的平整顶面 106a。在一个优选实施方式中，截顶面 106a 的面宽 c 是约 0.1 毫米到约 3 毫米，更优选在约 0.2 毫米到约 2 毫米的范围内。图 4c 中表示了压印部件 86c 的另一个实施方式。在图 4c 中，图 4a 中压印单元 88 的顶部被砂纸磨圆，形成被磨圆的顶部。在压印过程中，为了防止压印单元切入或穿透光纤上的外覆材料，优选将压印单元的顶部截断或磨圆(参见图 4b-4c)。

再参见图 4，在使用时，压印部件 86 被装在上板 82 的槽子 88 中，用调节螺丝 98 将其调整到要求的位置。例如，可以将压印部件 86 安装平行于槽子 88，或将压印单元 86 部件使其与槽子 88 成一定角度。为了改变光纤长度上光学单元的深度，需要将压印单元 86 以相对槽子一定角度的位置进行安装。将包层光纤(未示出)置于下板 84 的槽子 88 中。将上板 82 置于下板 84 上，并在定位销 102 的帮助下使其合为一体。然后通过对上板 82 和下板 84 的表面施加压力，对压印部件 86 施加压印压力，例如，使用液压机或 C 型夹钳。在另一个实施方式中，用一系列螺丝代替定位销 102，并通过收紧螺丝对包层光纤施加压印压力。

25 在另一种制造本发明光纤的方法中，使用了一种旋转压印方法。参见图 5a，表示了一种适用于制造本发明光纤的旋转压印设备 30。旋转压印设备 30 包括压印轮 32，被可旋转地固定在压印轮支架 34 上。压印轮 32 上绕着其圆周，规则间隔并径向伸出的许多压印单元 44。压印轮 32 可以是链齿轮，例如，ANSI 40 链齿轮，ANSI 35 链齿轮或 ANSI 24 链齿轮，或者是一种正齿轮。将压印轮 32 与把手 36 相连，当把手 36 旋转时，例如以顺时针方向，压印轮 32 也会绕其中轴 33 以相同方向旋转。压印轮支架 34 可滑动地与轨道 38 相连。轨道 38 上

有在旋转压印过程中用来稳固支撑包层光纤(未示出)的沟槽 40。在图 5 的实施方式中, 沟槽 40 是半圆形的, 用来支撑具有圆形截面形状的光纤。在压印具有另一种截面形状的包层光纤时, 其他沟槽结构可能更适宜。

在使用旋转压印设备 30 时, 将包层光纤 42(具有纤芯 49 和外包层 47)置于轨道 38 的沟槽 40 中(参见图 5b)。把手 36 沿顺时针方向旋转, 使压印轮 32 的压印单元 44 接触并压入包层光纤 42 的侧面 43。在旋转压印设备 30 工作时, 压印轮 32 和压印轮支架 34 随着包层光纤 42 沿着轨道 38 移动(在如箭头 39 所示方向上), 并在其沿着轨道 38 移动时压印光纤。参见图 5c, 表示了旋转压印过程的示意图。如图 5c 所示, 光纤 42 的被压印部分是一系列沿着光纤 42 彼此间隔一定距离的光学单元 46。光学单元 46 形成时没有切割或以其它方式牺牲包围光纤 42 纤芯 49 的外覆材料 47 的整体性。

本领域技术人员能够理解, 可以改进旋转压印设备 30, 用机械方式驱动压印轮 32, 例如, 使用通过一个或多个被连接到压印轮 32 的电动马达。

图 6 所示是适合用来制造本发明光纤的一种压印设备 110 的另一个实施方式的示意图。压印设备 110 包括固定的压印轮 112, 能绕着其中轴 116 旋转。压印轮 112 上有多个绕着压印轮的圆周相间隔并径向伸出的压印单元 114。压印轮 112 中还可包括加热或冷却装置, 例如, 用指定温度的循环水蒸汽和/或水通过压印轮 112 内部的空腔(未示出)。压印设备 110 中还有个固定的轧辊 118, 能绕着其中轴 119 顺时针方向旋转。要压印的包层光纤从装有一定长度包层光纤 124 的供料辊 122 被送入压印轮。设备 110 还有个收卷辊 126, 用来接受经过压印的一定长度的包层光纤。

在操作压印设备 110 时, 压印轮 112 逆时针方向旋转(例如, 通过电动马达), 使包层光纤 124 从供料辊 122(具有旋转轴 123)被拉过位于压印轮 112 和轧辊 118 之间的辊隙 126。当包层光纤 124 被拉过辊隙 126 时(即压印轮 122 和轧辊 118 之间的空间), 被压印单元 114 压成一系列沿着包层光纤 124 的长度彼此间隔一定距离的光学单元 128。光学单元 128 形成时并不切割包围包层光纤 124 的外覆材料(未示出)。压印后, 包层光纤 124 被卷送到收卷辊 126 上。

可以控制被压印在包层光纤 124 上的光学单元 128 的深度, 例如通过加大或缩小位于压印轮 112 和轧辊 118 之间的辊隙 126。例如, 当辊隙 126 缩小时, 光学单元 128 的深度就增大。在一些情况下, 最好能形成沿着光纤长度的光学单元深度以受控方式变化的一定长度的光纤。可以通过使用压印设备 110, 例

如,在压印操作中以受控方式改变辊隙 126 的大小来实现。例如,可以将轧辊 118 做成椭圆形,使辊隙 126 的尺寸在轧辊 118 旋转时发生变化。或者,采用控制方法,移动一个或两个轧辊 118 和压印轮 112 使之彼此靠近,改变辊隙 126 的尺寸。这时,就能控制光纤上的光学单元深度。

- 5 本领域技术人员能够理解,可以选择压印单元的形状,尺寸,取向和间隔,提供沿着光纤的符合要求的光学单元形状,尺寸,取向和间隔。总的来说,压印单元的形状,尺寸,取向和间隔通常并不与光纤上光学单元的形状,尺寸,取向和间隔完全相同。因此,可能需要随着压印过程的条件(例如,温度,压力和接触时间),对压印单元的形状,尺寸,取向和间隔进行实验,才能制造
- 10 出具有指定光学特性的光纤。而且,可能需要对压印过程条件(例如,温度,压力和接触时间)和压印单元的形状,尺寸,取向和间隔进行实验,才能制造出具有连续和未受切割外覆材料的本发明光纤。总的来说,温度,压印压力,包层厚度,压印单元的形状,冷却时间,和光纤包层及纤芯的组成,以及本领域技术人员能够理解的其他因素,都可能影响包层光纤中压印的光学单元的最
- 15 终形状,尺寸,取向和间隔。

- 将本发明光纤用在照明装置中是有优势的。图 7 是本发明一种照明装置 150 的示意图。照明装置 150 包括光源 152,与本发明的包层光纤 154 光学连接。光源种类对本发明并非关键。例如,一种特别适用的光源是商品名为
- 20 “STREAMLIGHT STINGER”(从 Streamlight, Inc., Eagleville, PA 获得)或“MAGLITE”(从 Mag Instruments, Inc., Ontario, CA 获得)的闪光灯。其他适用的市售光源包括,例如,商品名是“LIGHT PUMP”(从 Remote Source Lighting International, Inc., CA 获得)的光源和商品名是“POWERHOUSE METAL HALIDE ILLUMINATOR”(从 Lumenyte International Corp., CA 获得)的光源。包层光纤 154 包括沿着其部分长度延伸的发光区域 155。发光区域 155 包括至少一个,
- 25 更优选一系列相间隔的压印光学单元 156。在本发明中,包层光纤 154 具有在包括含有发光区域 155 的光学单元的光纤侧面上连续的外包层 159。在使用中,从光源 152 发出的光被导入包层光纤 154 中,使光通过内部全反射在光纤中传输。传输通过包层光纤 154 的一部分光入射在光学单元 156 的反射面上,从光纤通过发光区域 155 发生反射。

- 30 图 8 是本发明一种照明装置 158 的透视图,包括光源 160,与本发明的包层光纤 162 光学连接。光纤 162 沿着纵轴 164 长的。可以用如图 8 所示的照明

装置为任何要求的目的提供照明。例如，该照明装置可以用做工作灯。

光源 160 可以通过任何适当的机理提供光。例如，光源 160 可以是白炽的，荧光的，发光二极管阵列，高强度放电(HID)灯，或任何其他能产生具有指定波长或波长范围的适用光源。通常，优选光源能在可见光谱区或至少在部分可见光谱区发射光能。虽然图 8 中所示的光源 160 由电池 166 供电，但是能够理解，给光源 160 供电的能量也可以是交流电，直流电等。

当光源 160 大于包层光纤 162 的截面直径时，可能最好使用接头 168，完成从光源 160 的较大截面尺寸到包层光纤 162 较小截面尺寸的转换。接头 168 可以优选内衬有一种高反射材料，例如一种金属涂层，从而有效地将光导向包层光纤 162。接头 168 内部金属涂层的一种替换物是一种反射材料，例如多层反射光学膜，如 PCT 出版物 W0 95/17303; W0 95/17691; W0 95/17692; W0 95/17699 和 W096/19347 中所述。上述 PCT 出版物中所述的多层反射光学膜例子可以从 Minnesota Mining and Manufacturing Co., St. Paul, MN 获得。这种反射膜特别适用于反射接头 168 中的光。

光源 160 中可以包括风扇或其他冷却设备，用来转移光源在工作中发出的热量。另外，接头中可以包括散热片 170，用来散发接头处的热量。

包层光纤 162 在图 1 中有更详细的说明，它包括至少一个，更优选一系列沿着光纤的至少一部分长度间隔的压印生成的光学单元 163，构成了发光区域 167。包层光纤 162 还包括在光纤纤芯侧面和光学单元 163 上连续的外包层 165(也参见图 1)。

包层光纤 162 被可旋转地或不可旋转地连接于光源 160 上。在一个实施方式中，包层光纤 162 以光纤能绕着其纵轴 164 旋转的方式被连接于光源上。包层光纤 162 绕着其纵轴的旋转，还优选能使发光区域 167 发生旋转。由包层光纤 160 绕着纵轴 164 相对光源 160 的旋转所产生的好处是，能改变从发光区域 167 发射的光的方向，根据使用者的要求在指定方向上提供照明。

当使用接头 168 连接光源 160 和包层光线 162 时，接头 168 可以固定在包层光纤 162 上，这时，包层光纤 162 和接头 168 都能相对光源 160 发生旋转。或者，接头 160 可以被固定在光源上，这时，包层光纤 162 可以相对接头和光源 160 发生旋转。或者，包层光线 162 和接头 168，如果存在的话，都不可旋转地连接于光源 160 上。

参见图 9a，表示了本发明的一种照明装置。在图 9a 所示标准闪光灯的实

实施方式中，照明装置 180 中包括光源 182。照明装置 180 进一步包括光学接头 184，它被摩擦固定在光源 182 的发光端 189 上。光学接头 184 包括输入端 185 和输出端 187 和在光学接头 184 的输入端 185 及输出端 187 之间延伸的锥形发光区域 189。输出端 187 固定有本发明的包层光纤 186。光学接头 184 的输入端 185 是圆形的，其尺寸正好能可拆卸地固定光源 182 的发光端 189，例如，通过摩擦固定。图 9b 所示是已经从光源 182 上被拆下的光学接头 184 和包层光纤 186 的透视图。光学接头 184 起到将光源 182 光学连接至包层光纤 186 的作用，使光源 182 发出的光能被锥形发光区域 189 导向到包层光纤 186 的输入端 191。接头 184 的内部优选内衬以一种高反射材料，如图 8 的实施方式中所述，能有效地将光从光源 182 导向到包层光纤 186。

实施例

这些实施例仅供说明目的，并非对所附权利要求范围的限定。

实验总体情况

所有用于这些实验的光纤都是从 Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, MN; Lumenyte International, Costa Mesa, CA; 或 Poly Optics, Australia 购得的。除非另有指明，光纤都具有圆形截面形状，标称外径为 10 毫米。

实施例 1

本实施例将显示一种实心纤芯光纤(以商品名为“POLY 100”从 Poly Optics, Australia 购得)的批量压印过程。这种光纤的纤芯中包含一种纯注塑的丙烯酸单体，包括甲基丙烯酸酯。外包层是聚四氟乙烯(即，Teflon)。光纤的总直径约为 10 毫米±0.5 毫米，外包层厚度约为 0.2 毫米±0.05 毫米。

为在这种光纤的侧壁上压印出一系列光学单元，制造了一种设备。其压印单元的总长度是 140 毫米，由重复的基本上是三角形的凸脊组成，沿着压印单元的每个凸脊间隔是 6.35 毫米，高度是 3.0 毫米。每个单元都有一个 60° 的顶角。每个凸脊的尖端都被截断，在棱尖端上形成 1 毫米的平面部分。

使用两件式夹持装置固定该压印设备。夹具的两面通过一系列定位销彼此对准。用液压机(“PHI”压机，从 Pasadena Hydraulics WG from Elmonte, CA 获得)对夹具施加压力。测得的压力约为 2812 千克/平方厘米。压印时间为 5

秒。

从夹具上取下光纤后，光纤上压印成的光学单元会有一定程度的回复原状。这种热机械加工后的光纤松弛过程限制了典型压印过程后能从侧面透射出光的多少。光学单元的压印深度是 0.2 毫米。

- 5 在光纤的一端引入闪光灯(从 Tactical Flashlight Shop of Wichita, KS 67212 购得的“STREAMLIGHT STINGER”闪光灯)，并目视观察侧光(即，从光纤侧面发出的光)。

- 10 用裸眼就能发现如上所述制备的压印样品上具有一种完整的包层，进一步用最大放大倍数是 512X 的 Leica 牌光学立体显微镜观察。在暗场，亮场，并用光源照亮该光纤观察该样品。如果在最大放大倍数下也不能发现包层上有缺陷的话，则认为该包层是完好的，本实验就成功地制造了理想的产品。

实施例 2

- 15 本实施例将显示温度对压印过程的影响。对本实施例的所有试验而言，压印单元的总长度都是 140 毫米，都是由尖端到尖端距离为 6.35 毫米，深度 4.0 毫米的三角形凸脊组成的。凸脊的顶角是 60° 。用 5 英寸(12.7 厘米)的金属 C 形夹钳对压印单元施加压力。为了提供额外的扭矩，用 11.5 英寸(29.2 厘米)的加长杆延长该 C 形夹钳的拧紧杠杆。用加长杆手动拧紧 C 形夹钳。当 C 形夹钳被完全拧紧后开始测量压印时间。压印成的光纤样品在无辅助目视检查时具
- 20 有完整的包层，并用最大放大倍数是 512X 的 Leica 牌光学立体显微镜作进一步的检查。在暗场，亮场，并用光源照亮该光纤检查该样品。如果在最大放大倍数时没有发现包层上有缺陷的话，则认为该包层是完好的。本实施例的结果报告在下表 1 中。

表 1

温度 (°C)	压印时间 (秒)	光学单元深度 (毫米)	包层状态
79	60	0.2	包层完好
104	60	0.2	包层被切断
121	60	0.2	包层被切断
149	60	0.2	包层被切断；包层熔融产生气泡
149	10	0.2	包层被切断；包层熔融产生气泡

实施例 3

本实施例将显示一种用来制造本发明光纤的旋转压印技术，包括对若干压印轮形状的评价和对旋转压印压力的测量。一种设备的结构基本上如图 5a 中所示。对一系列作为压印轮的 ANSI 链齿轮进行评价。通常观察到 ANSI 35(压印单元之间的距离是 0.95 厘米)和 ANSI 25(压印单元之间的距离是 0.635 厘米)链齿轮的压印单元太尖锐，经常会在旋转压印时穿刺或切入光纤的包层。ANSI 40 链齿轮具有间隔为 1.27 厘米的压印单元，对其进行评价，发现其压印单元满足制造本发明具有连续外包层的光纤的要求。

然后，对作为压印轮的含 16 个齿距，7.62 厘米直径的正齿轮(从 Boston Gear 购得，部件号是 NB48)进行评价。在对其未改进时，正齿轮的压印单元(即，齿)具有顶面，在齿轮径向方向(即，沿着圆周)是 2 毫米，在纵向方向(即，齿轮厚度)是 1.27 厘米。由于光纤纤芯具有粘弹性，所以在压印时没有完全复制这些齿的尺寸。对正齿轮的齿进行改进，使 2 毫米的顶面缩小至 0.5 毫米。将这种改进的正齿轮用于旋转压印过程中，发现其会在室温时切入包层光纤的包层。而在升高的温度下，发现改进的正齿轮能成功地压印包层光纤而不会切入包层。

对第二个 16 个齿距，7.62 厘米直径的正齿轮(从 Boston Gear 购得，部件号是 NB48)进行改进，使径向方向的顶面为 1 毫米。将这个改进的正齿轮用在室温的旋转压印过程中，发现其作为制造本发明光纤的压印轮的表现很好。

要测量旋转压印过程中，压印单元(即齿)对包层光纤所施加的压力，需要使用压力指示膜(压力指示膜从 Sensor Products, Inc, East Hanover, NJ 购得)。在这个实施例中，使用高量程压力指示膜(测量从约 499 到约 1300 千克/

平方厘米的压力)。将压力指示膜插入包层光纤和压印轮(经过改进的 NB 48 正齿轮,在径向方向具有 1 毫米的顶面)的压印单元之间。施加压印压力后,按照制造商提供的方法对压力指示膜进行读数。根据压力指示膜的说明,所有结果都具有测量值±15%的误差。旋转压印本发明光纤时测得的压力值如下所示。

5	压印成的光学单元深度 (毫米)	压印压力 (千克/平方厘米)
	0.1	597.6
	0.3	808.5

10 实施例 4

要对侧光透射进行定量,使用 Light Gauge 牌光度计(从 Coherent Auburn Group 获得)进行端光亮度测量。光度计已在近期由 International Light, Newburyport, MA 校准。所有光纤样品都是由未改进的正齿轮在室温下制造的(参见实施例 4)。将光纤样品切割成 188 毫米长度。光纤直径在 9.0 到 9.1 毫米范围内。安装具有反射膜(VM 2000,从 3M Company, Saint Paul, MN 获得)的锥形接头。用绝缘胶带封闭从锥形接头发射出的杂散光。使用充足了电的闪光灯(以商品名为“STREAMLIGHT STINGER”购得的闪光灯)作为照明光源。光纤样品的放置要使插入深度和对准的影响最小。以垂直于光纤长度并彼此平行的方向切割光纤的两端。将光度计放置在光纤一端使输出最大的位置,测量从
15 光纤另一端输出的端光。使用一片未经压印的光纤作为对比样,用差值计算从
20 侧面透射出来的光量。表 2 提供了表示压印深度对侧面透射光影响数据。

表 2

压印深度(毫米)	端光(流明)	光透射百分率(%)
控制样(无)	10.3	0
0.4	7.8	24.2
0.5	6.1	40.8

25

实施例 5

用基本如图 5a 所示的旋转压印设备制备本发明的压印光纤。使用的压印

- 轮是一种未改进的正齿轮(从 Boston Gear 购得, 部件号是 NB48)。为了防止切入光纤包层, 在压印前先对一些光纤进行加热。用一种红外加热灯(以商品名“2000-WATT SPEED RAY”从 Infratech Corp. Corvina, CA 购得)进行加热。为了进行比较, 从 Poly Optis, AU 购得有切口(对比例 A)和无切口(对比例 B)
- 5 构造的包层光纤样品。对比例 A 具有沿着光纤长度的切口, 彼此间隔是 6.35 毫米 $\pm$ 1.27 毫米。切口深度是 1.015 毫米 $\pm$ 0.25 毫米, 相对于光纤纵轴的角度是 $35^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 。

- 在测试前, 将所有光纤样品切割成 124 毫米的长度。用如实施例 1 所述的显微技术检查包层状态。对每个光纤样品, 用如实施例 4 所述的技术测量从各种光纤样品发射出的端光量, 不同的是光纤的长度是 124 毫米。
- 10 结果报告在下表 3 中。

表 3

光纤	光纤直径 (毫米)	光学单元深度 (毫米)	齿轮顶面 (毫米)	包层	压印温度 ($^{\circ}\text{C}$)	端光 (流明)	透射光 (%)
无切口	9.2	N/A	N/A	完好	N/A	11.4	N/A
0.635 毫米	9.4	1.0	N/A	切断	N/A	10.5	7.9
A	9.2	0.2	0.5	切断	22	5.3	53.5
B	9.0	0.2-0.3	0.5	完好	100	6.3	44.7
C	9.4	0.3	0.5	完好	107	6.4	43.9
D	9.3	0.5	0.5	完好	110	5.6	50.9
E	9.0	0.2	1.0	完好	22	5.3	53.5

15 实施例 6

本实施例将证明压印光纤相比有切口的光纤机械强度有增加。

标称直径 10 毫米的光纤从 Poly Optics, Australia 购得, 是标准的(无切口)和 Poly Bright(有切口)结构的(参见实施例 5)。

- 压印标称直径 10 毫米的光纤, 用的是压印单元顶部被磨圆形成对着光纤
- 20 的顶面为 1 毫米的正齿轮(参见实施例 3)。压印形成的光学单元的平均深度是

- 0.25 毫米。将每个有切口的和压印的光纤样品切割成 15 毫米的长度，进行耐久性测试。
- 按照以下方法测试光纤的耐久性。用手握住光纤的两端，将光纤弯曲成“U”形，使其两端接近靠拢，此时切口或压印单元位于“U”内侧。将光纤再向在另一个方向弯曲 180 度，再次使两端接触靠拢，使切口或压印的光学单元位于“U”形的外侧。再将光纤再次弯曲 180 度，使其恢复切口或压印的光学单元位于“U”形内侧的初始形状。这三个操作表示一个弯曲周期。完成一个弯曲周期的时间(周期)是 4 秒。将一个节拍器设定为 60 转/分，其测量计数铃设定为 4 次敲击/测量，对弯曲周期进行计数。在测试中连续检查切口或压印单元的状态，记录包层撕裂和光纤断裂的周期数目。
- 用最大放大倍数是 512X 的 Leica 牌光学立体显微镜检查光纤。在暗物，亮物，用光源照亮光纤检查样品。如果在最大放大倍数时没有在包层上观察到缺陷的话，则认为包层是完好的。本实施例的结果报告在下表 4 中。表示的数字是直到产生所述失败情况的周期数目。失败情况是指包层撕裂或光纤断裂。

表 4

光纤种类	有切口的光纤		经压印的光纤	
测试编号	包层撕裂	光纤断裂	包层撕裂	光纤断裂
1	8	24	40	71
2	7	21	59	68
3	4	19	61	67
平均值	6.3	21.3	53.3	68.7

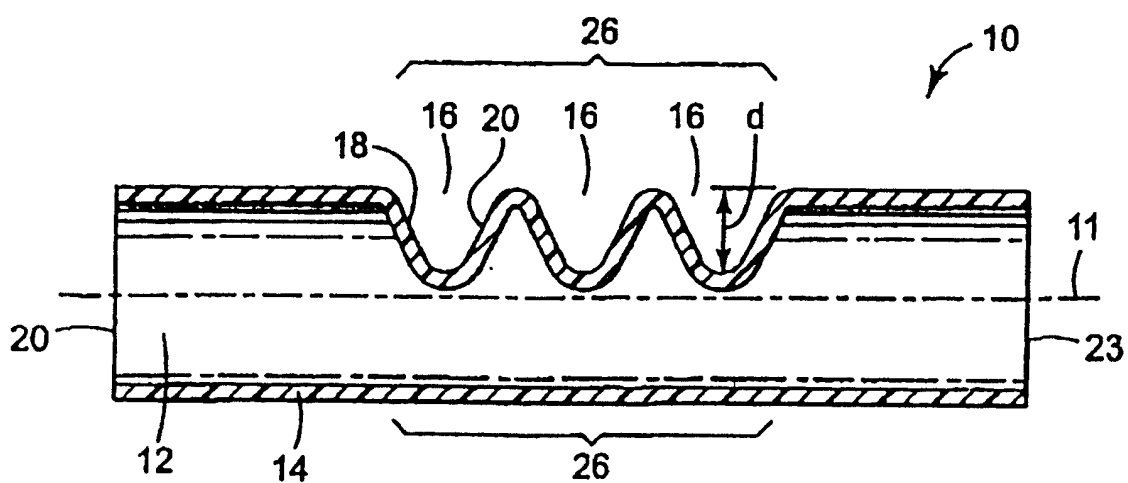
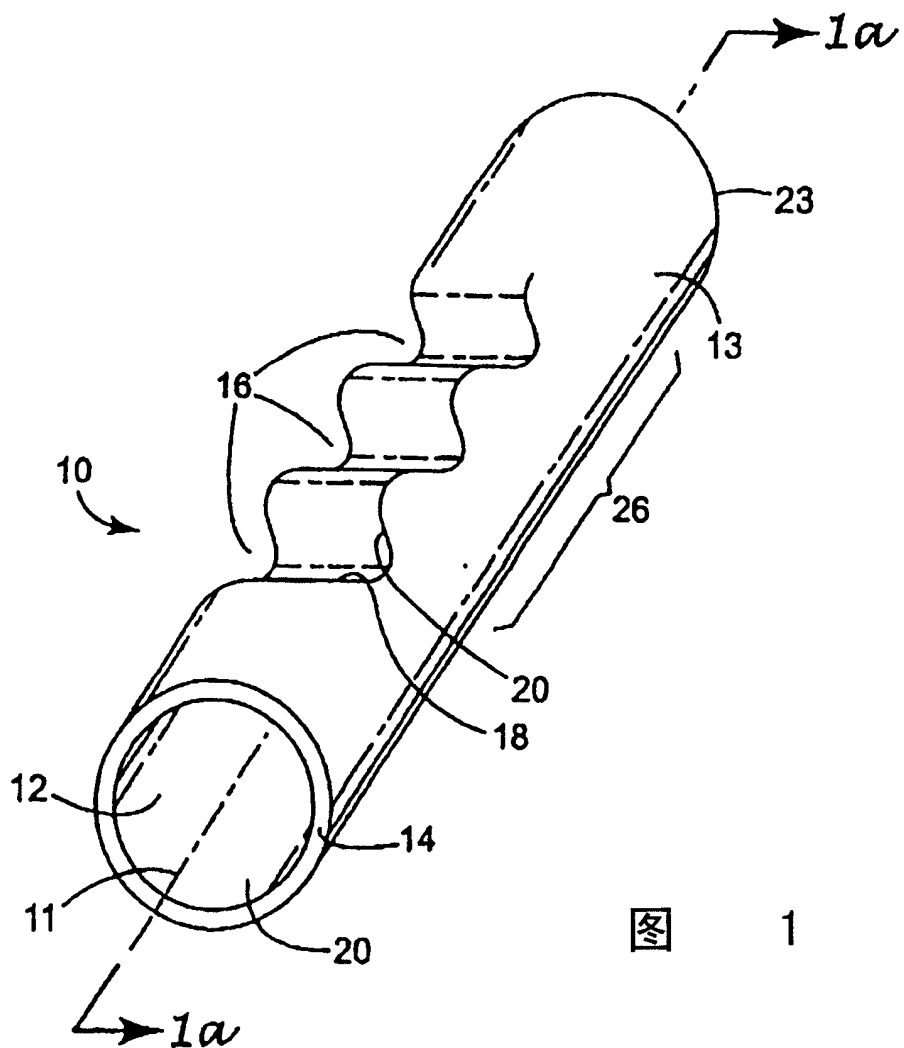
- 实施例 7
- 本实施例将显示被暴露于高温时压印的光学单元的性能。用未改进的正齿轮如实施例 5 中所述压印 10 毫米光纤。压印在光纤上的光学单元平均深度是 0.65 毫米。然后将压印的光纤在 79℃的烘箱中加热老化 7 天。加热老化后，再次测量光学单元，发现平均深度是 0.60 毫米。
- 实施例 8

本实施例证明了可以将压印过程应用于一种有 PVC 套层的光纤。对标称直径 10 毫米的有 PVC 套层的光纤(从 Lumenyte International Corporation 购得)进行压印的正齿轮, 其压印单元顶部被磨圆形成对着光纤的顶面为 1 毫米(参见实施例 4)。光纤中光学单元的平均深度是 0.9 毫米。通过用光学显微镜

5 检查, 观察到压印后的包层和 PVC 套层都是完好的。

所有引用的专利, 专利文件, 和出版物的全部内容都参考结合于此, 如同各自参考结合一样。不超出本发明范围和原理的对本发明所作的各种改进和替换, 对本领域技术人员而言都是显而易见的。本发明不应被上述说明性实施例和实施方式所限制, 这些实施方式和实施例仅作为例证存在, 本发明的范围仅

10 由下述权利要求限定。



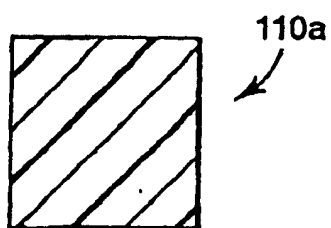


图 2a

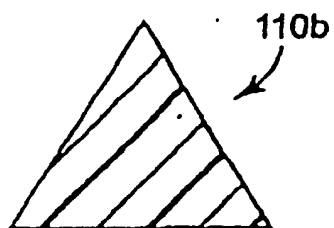


图 2b

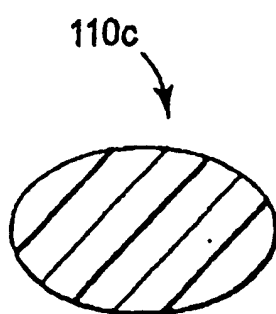


图 2c

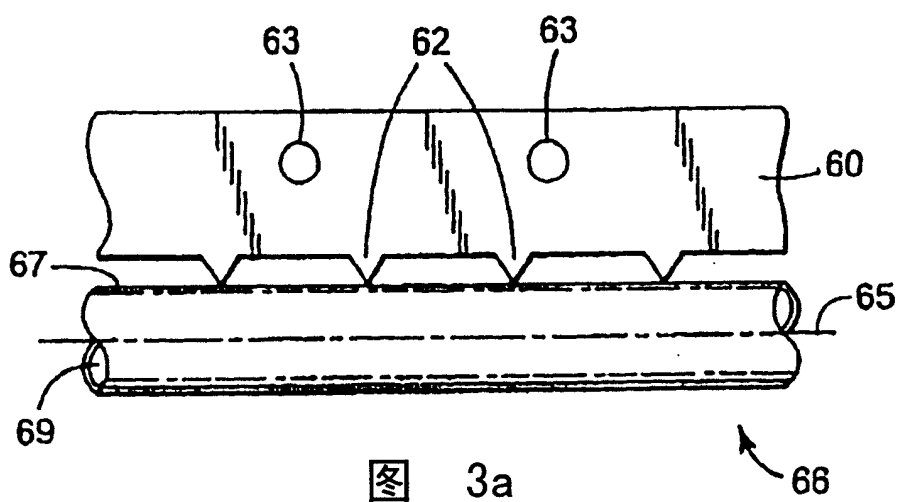


图 3a

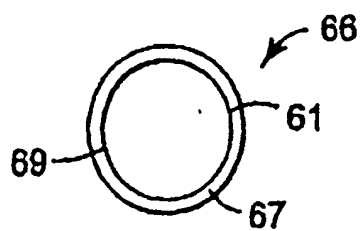


图 3a'

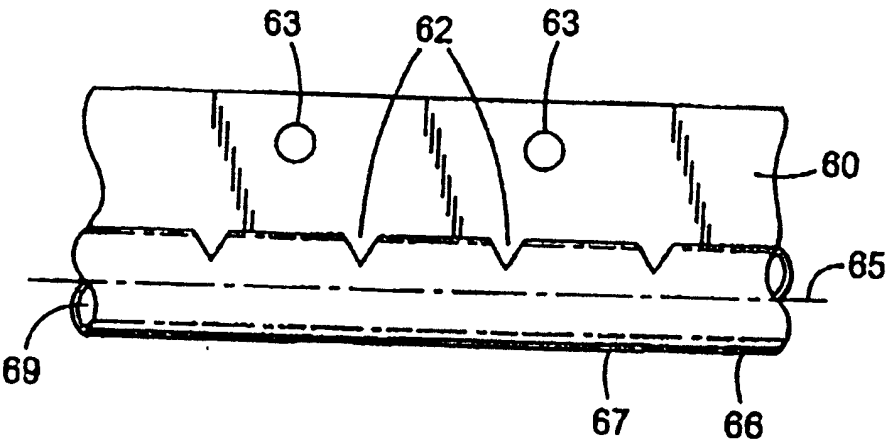


图 3b

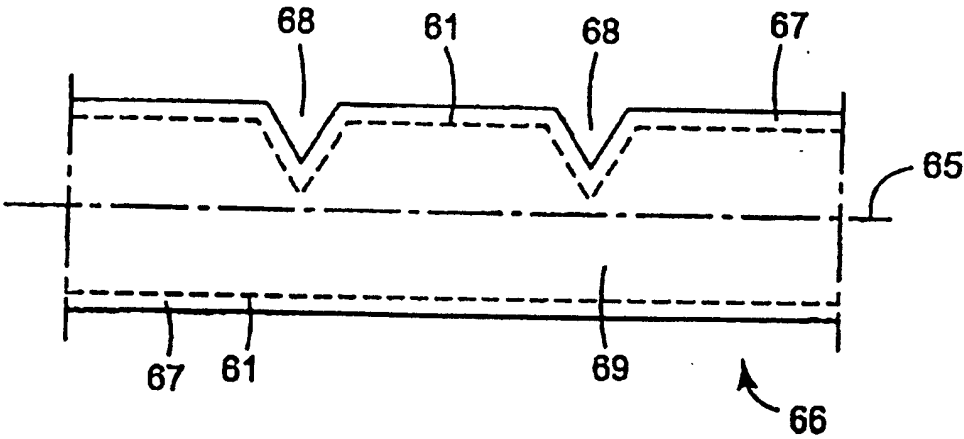


图 3c

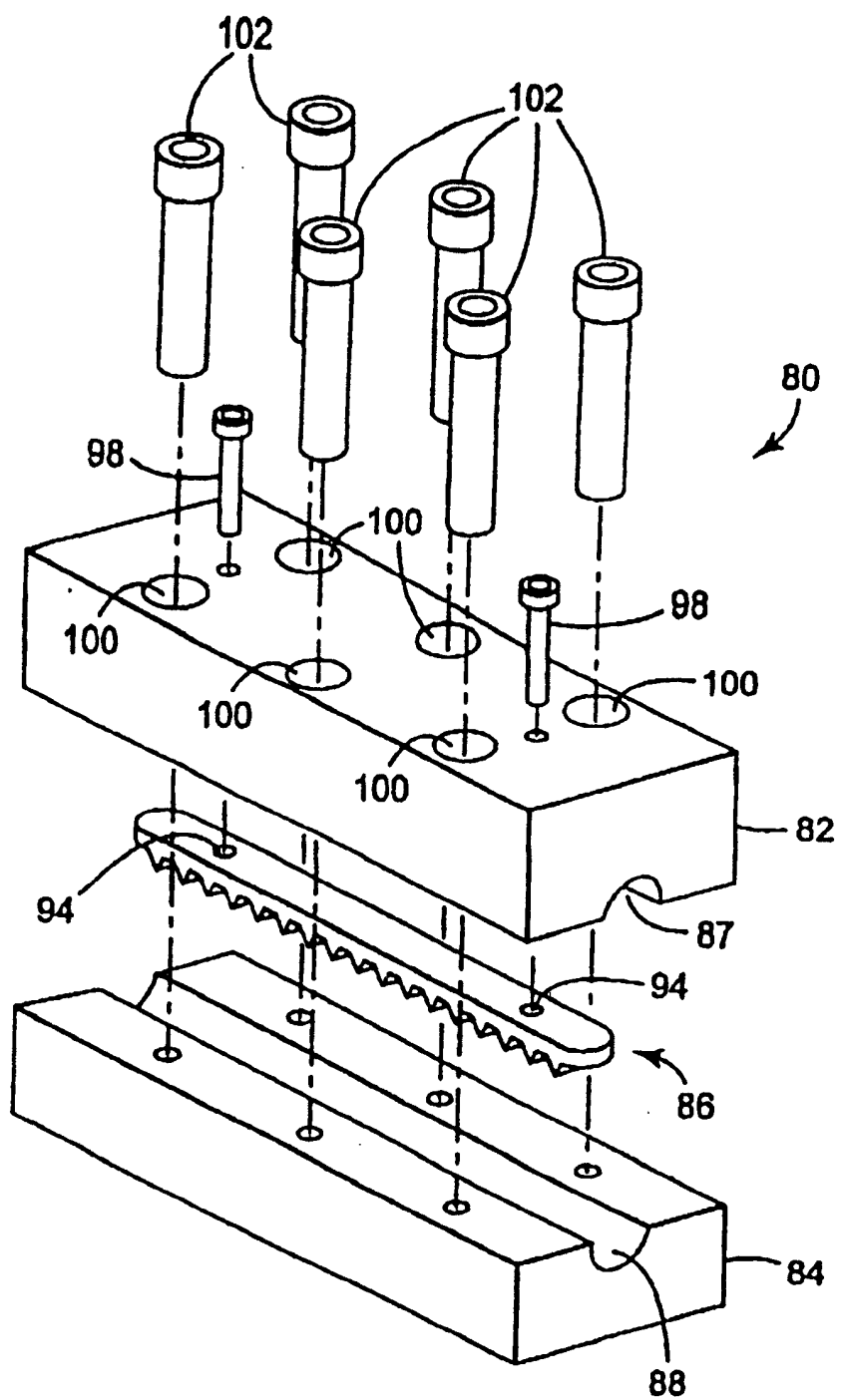


图 4

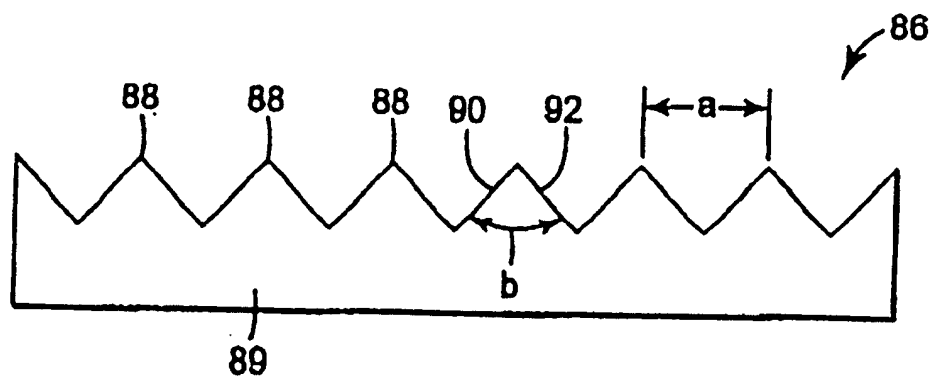


图 4a

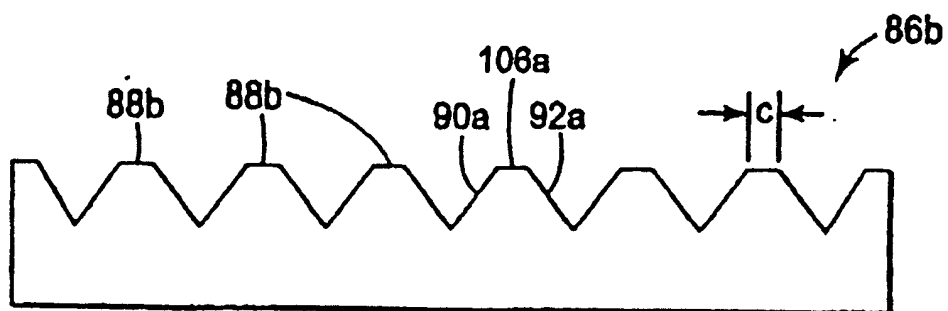


图 4b

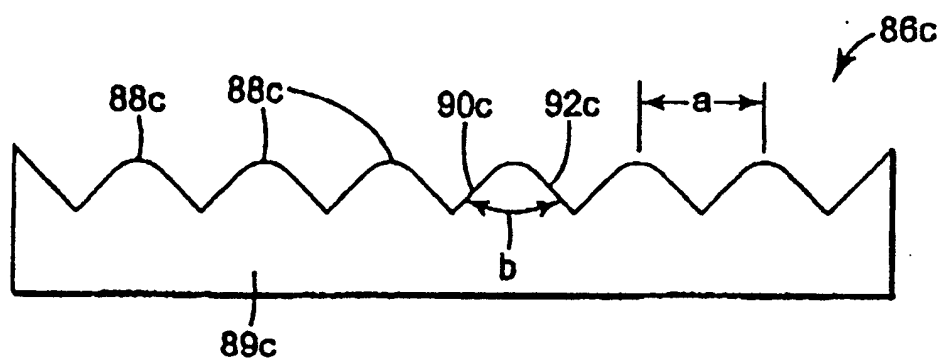


图 4c

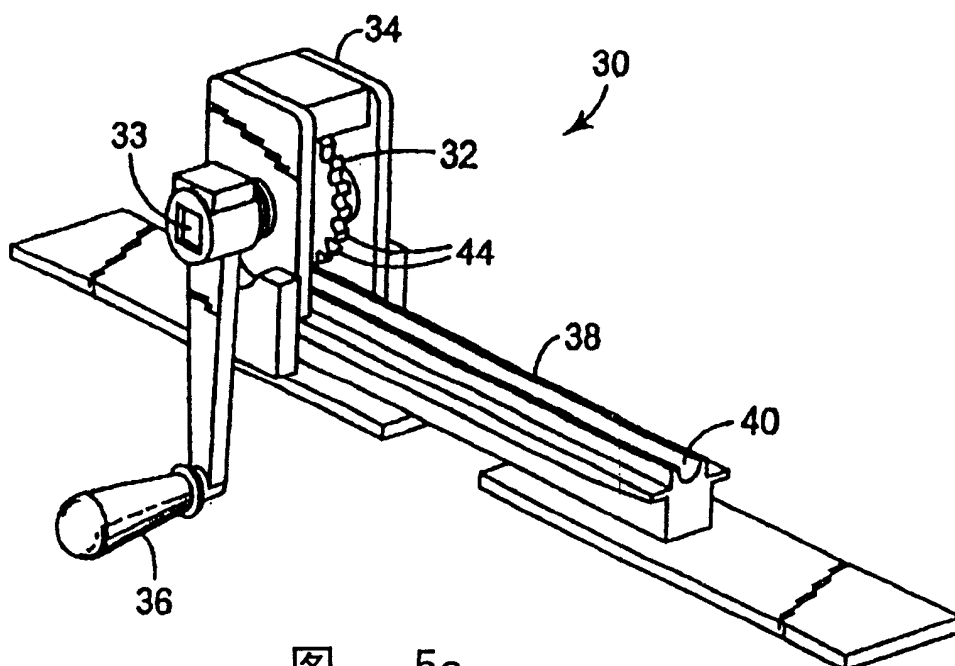


图 5a

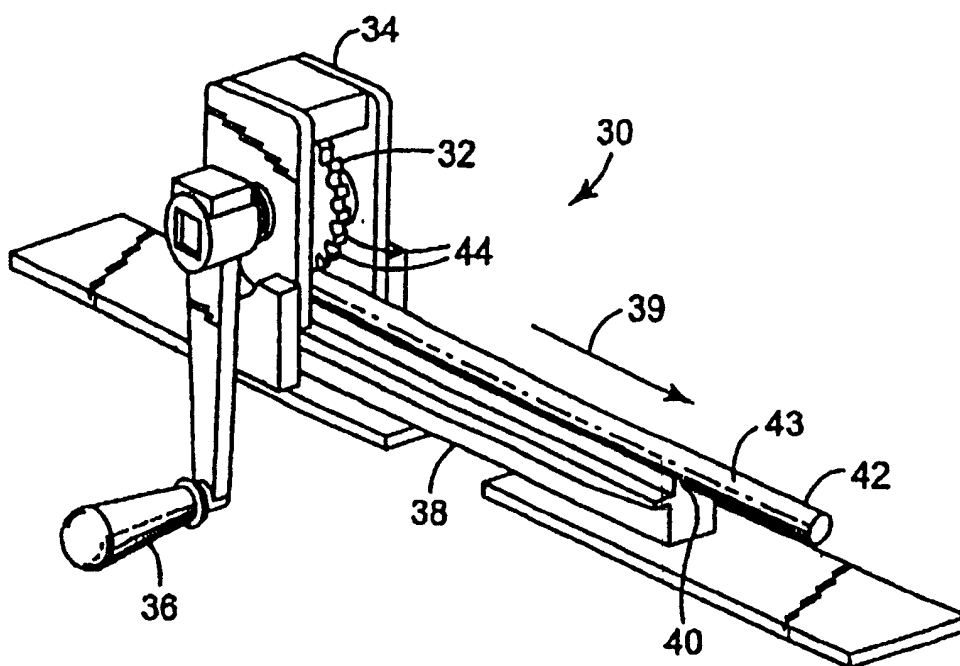


图 5b

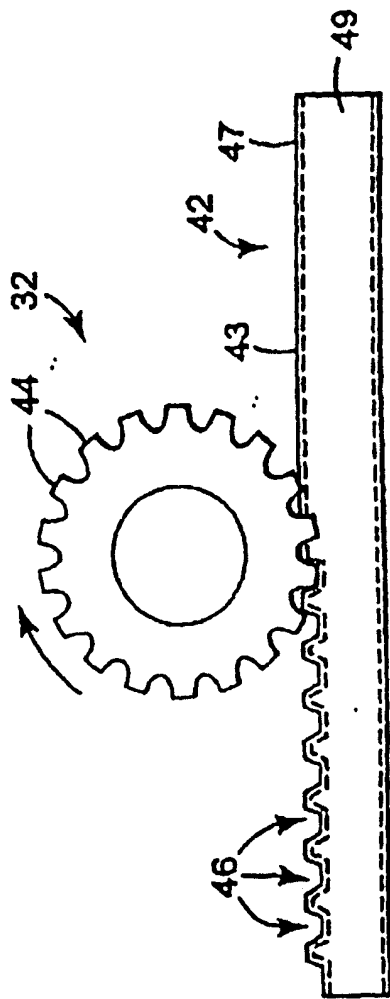


图 5c

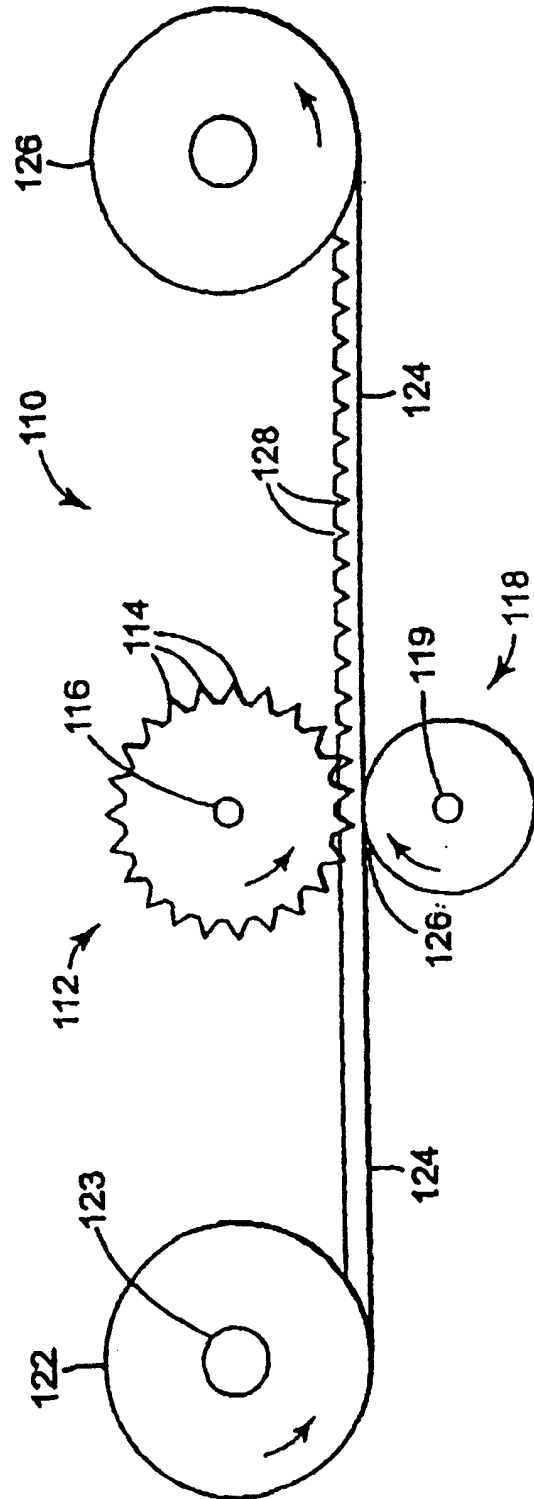


图 6

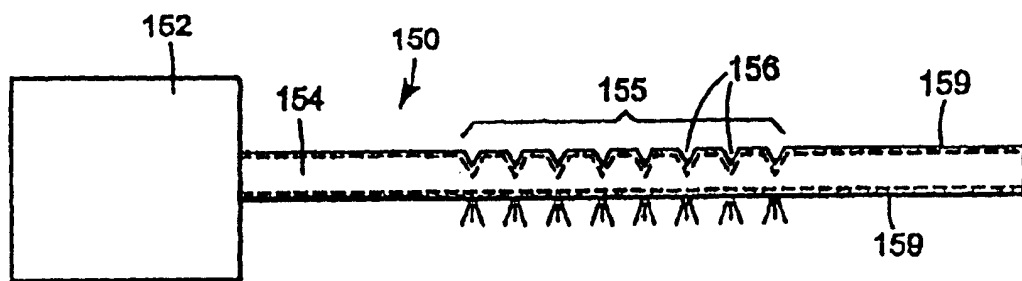


图 7

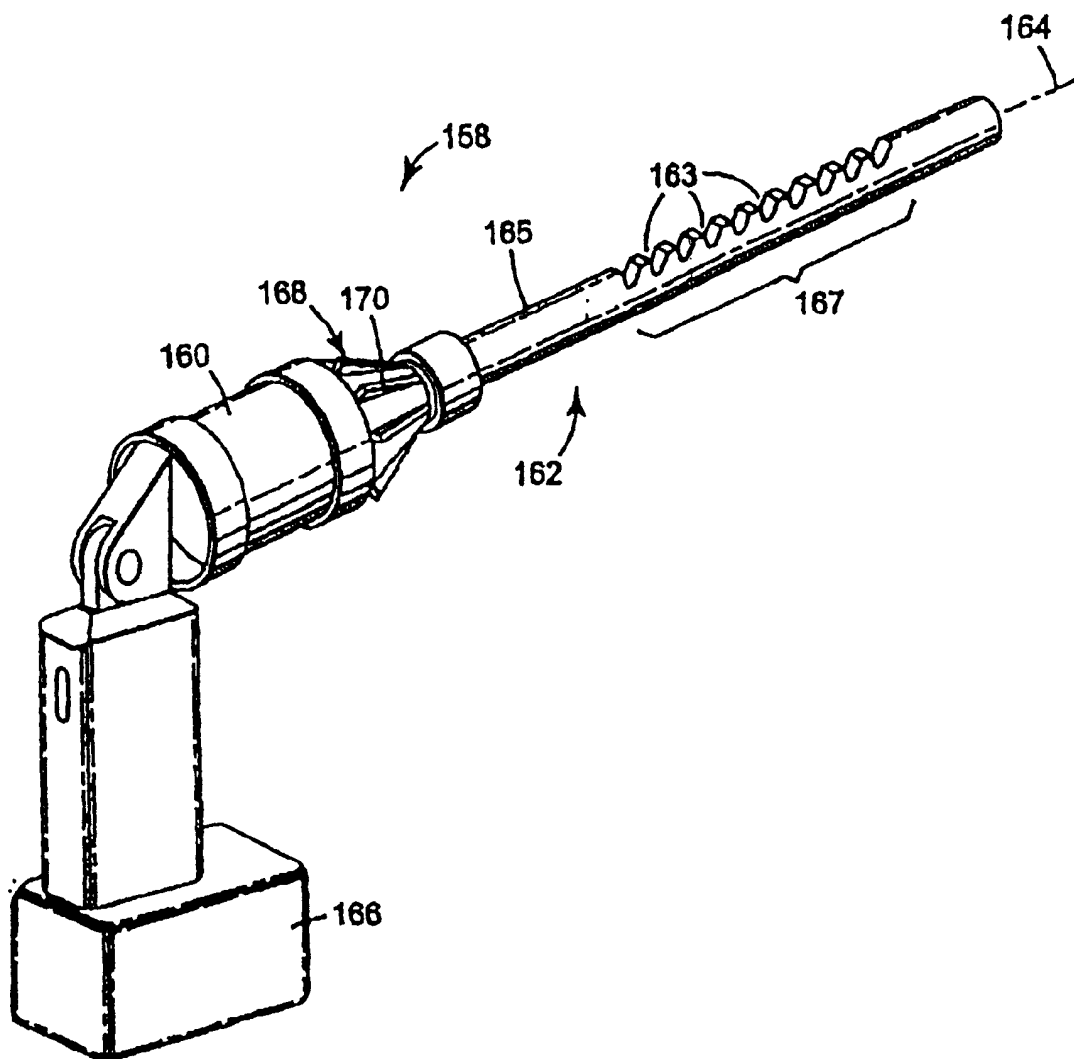


图 8

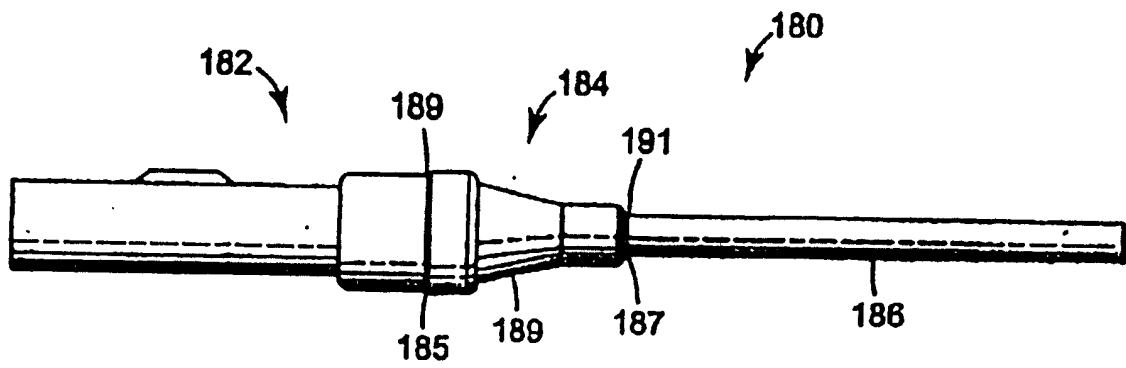


图 9a

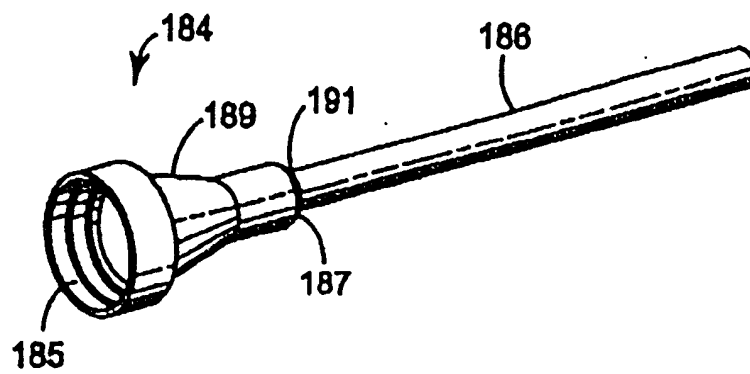


图 9b