

## [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 88109240.1

[51] Int.Cl<sup>5</sup>

G02B 6 / 255

[45]授权公告日 1994 年 12 月 7 日

[24] 颁证日 94.9.25

[21] 申请号 88109240.1

[22] 申请日 88.12.15

[30] 优先权

[32] 87.12.16 [33] US [31] 133,579

[73] 专利权人 美国电话电报公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 罗尔夫·乔尔·达塞

威廉·约瑟夫·赫德

C03C 25 / 02

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

C03B 37 / 02

代理人 王忠忠 何关元

说明书页数: 附图页数:

[54] 发明名称 拼接和重新涂复光纤段的方法和设备

[57] 摘要

两段光纤的拼接端部按使它们的横截面实质上保持不变的方式重新涂复，这是以不损害固化的重新涂复材料与邻接原始涂复材料的粘接来达到的。将原始涂料去除以便拼接，每段光纤端部留一锥形部分。结果使新旧涂料间的界面充分增大，以避免部分重新涂复材料重叠在相邻拼接光纤部分的原始涂料上。而且拼接的重新涂复端部定位在抛物反射面的焦点上，使得朝拼接端部发射以使重新涂复材料固化的辐射的一部分被反射与未暴光的重新涂复材料周围部分作用。

# 权 利 要 求 书 CPEL885578

---

1. 一种对于每段都具备涂复材料的光纤端部部分进行拼接及重新涂复的方法，其特征在于包括以下步骤：

将具有涂复材料的两段光纤的每段光纤端部部分的涂复材料去除以便进行拼接，上述去除步骤的完成要使锥形涂复材料部分能够保留在每个上述端部部分的一部分上；

将一段光纤的端部接在另一段光纤的端部上；以及

将重新涂复材料覆盖在光纤的端部部分，使其同每个端部部分上的锥形部分涂复材料的外表面接触；覆盖的完成要使重新涂复的光纤端部部分横过光纤纵轴的横截面基本上等于其上各有涂复材料层的每段光纤的横截面。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于从一端部部分去除涂复材料步骤的完成，要使得接近光纤端部的端部部分其中一部分上面的涂复材料被剥去，并使该锥形部分从裸露部分延伸到邻近端部部分的涂复光纤。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于去除涂层的步骤包括将每个端部部分在至少一个周期内移入及离开盛有液体剥离材料浴槽的步骤，在该步骤中，光纤邻接该端部的端部部分其中一部分浸在液体剥离材料中，以便经过一段预定时间后使该涂复材料从该端部部分其中一部分完全去除；之后，通过凸轮的转动，使毗邻涂复材料已被完全去除的那部分的端部部分的剩下部分在一周或更多周期中移入及离开剥离材料，从而使保留在端部部分剩下部分的涂层材料具有锥形的形状，而其中剩余涂层材料的锥形部分的尺寸是该光纤端部部分移动进入其中以去除涂复材料所用的浴槽的温度，周期的时间和凸轮形状

的函数。

4. 如权利要求 1 所述方法，其特征在于重新涂复材料是一种能固化的重新涂复材料，而该方法也包括用由一能源发出的辐射将重新涂复材料固化的步骤。

5. 如权利要求 4 所述方法，其特征在于所述的端部部分被安放在一弯曲的反射表面的焦点上，以便为固化重新涂复材料、穿过端部的发射辐射被反射而与未直接暴露于能源的重新涂复材料的边缘部分相作用。

6. 用于执行如权利要求 1 所述对每段都具有涂复材料的光纤端部部分进行拼接及重新涂复的方法的设备，其特征在于包括一种用来对拼接在一起的光纤段端部部分进行重新涂复的装置，该重新涂复装置包括：

用来夹持靠近已拼接在一起的端部部分的光纤段部分的吸盘装置；

模具装置，该模具装置包括能配合成提供一条通道的底和盖，该通道可使拼接在一起的端部部分以及处于被夹持在吸盘装置中的部分与端部部分之间的那些光纤部分能安放其中，所述底和盖是由塑料制成的；

能把可固化的重新涂复材料引进上述通道以使所述端部部分重新涂复的注射装置；

能够朝光纤的重新涂复部分发射能量与其作用的使重新涂复材料固化的辐射装置；

所述模具装置是由能使所述辐射装置所发射的能量透过的材料所组成的；

定位在所述模具装置的底一侧上的反射装置，用以让辐射反射通过重新涂复的端部部分，而且有效地使反射辐射能与未为上述辐射装置发出的能量直接作用的重新涂复部分相作用。

## 拼接和重新涂复光纤段的方法和设备

本发明涉及重新涂复拼接的光纤段及其制作方法和设备。

将光纤应用推广到经常处于恶劣条件的环境，如在水下电缆中，需要对光纤的物理性能提出更严格的要求，例如在强度方面。对于这些更高要求的应用也象对于其它较低要求的应用一样，越来越常见的 是要把不论是偶然性折断的还是在作适当试验时折断的光纤拼接起来。此外，还可以将利用现有的制造工艺获得的多段光纤拼接起来而得到特别长的光纤段。为了各方面的应用，将涂复材料从两段光纤的端部去除而后端对端地熔融拼接在一起，提供一种合适的，以可容许的损耗将两段玻璃纤维的端面连接起来的方法。然而，裸露的拼接光纤端部的重新涂复，仍然是一个有待解决的问题，特别是在需要保持与涂复光纤有关的尺寸和强度参数的严格要求时。

在美国专利4,410,561中公开了一种对拼接的光纤端部进行重新涂复的方法。该方法包括将已经去除原始涂复材料的拼接光纤端部及其邻接部放入组合模具中的凹槽形腔内的步骤。凹槽的有效直径要比每段光纤中保留有涂层部分的直径略大一些。光纤的安置应该使得，当其易损的无涂复的拼接端部保持悬空而不与凹槽表面接触时，只有光纤有涂层部分的一部分同凹槽所限定的表面接触。于是组合模具就会被复盖而封住凹槽，而将合适的可固化涂层材料注入凹槽以重新涂复裸露的拼接光纤端部。当光纤端部以及沿原始涂层材料邻接在径向平面外表面的搭接部分处的原始涂层材料被去除时，重新涂复的材料便基本上沿着外露的径向平面与邻近的拼接光纤原始涂复

部分接触。随后涂复材料固化，而得到一横截面要比光纤上具有原始涂层材料处的截面大的重新涂复的拼接部分。

这种模压过程提供了一个重新涂复的拼接件，然而，必须采取步骤以避免重新涂复材料中不希望有的残留气泡的数量。气泡的存在，在光纤的随后处理中可能导致应力的集中。这对于处在难以拼接的场所，并多年处在应力作用下的水下电缆中是特别不希望的。

气泡似乎有三个来源。就是早已存在于重新涂复材料中的空气，模压过程中带进来的空气以及重新涂复材料固化时收缩期间形成的气泡。由材料收缩形成的气泡，势必会集中在未裸露光纤部分的涂层材料和重新涂复材料之间的界面上。这是由于固化时重新涂复材料脱离未裸露光纤部分上的涂复材料所引起的。

重新涂复材料与未裸露光纤部分上原始涂复材料之间的搭接不当，则是另一个问题。光纤的长期完整性、可能由于重新涂复材料的破损、造成与邻近拼接端部分的光纤上的原始涂复材料的搭接不当而受到影响。它还可能导致现有的和重新涂复材料的剥落而使光纤裸露。

新近出现的另一个问题涉及到光纤在系留运载工具中的应用。在这些运载工具中，缠绕在松出装置并与导向系统相连的光纤，随运载工具的运动而松出来。此松出装置包括有一段精确缠绕的光纤。

对于系留的运载工具来说，将光纤缠绕在松出装置上，必须按照精确的方式来完成。否则松出可能遭到破坏。而且还发现，使用按现有工艺制作的重新涂复拼接光纤，是难以缠绕出精确部件来的。假如横过光纤纵轴的重新涂复部分的横截面与原始涂复的光纤的横截面不一样，那么在松出装置上的缠绕模式十之八九是不均匀的。这样就会使光纤随系留运载工具的滑曳松出成了问题。

看来，要使重新涂复的拼接段与非拼接的光纤具有相同的横截面，通过采用已有技术的方法和设备是不能实现的。重新涂复部分的横截面必将较大，以便为重新涂复材料与邻接在重新涂复端部的原始涂复材料部分提供搭接，否则除了通过裸露端部暴露的径向面之外，同原始涂复材料的必要粘附将无法实现。当重新涂复部分的横截面做得比原始涂复材料部分的横截面大时，重新涂复部分的材料就会与邻接在光纤重新涂复端部开头上的原始涂复光纤段的边缘部分粘附在一起，并补充了沿径向面的粘附作用。

需要的、而且看来又是已有技术无法提供的，就是能够用来提供相当长的，譬如可以用在系留运载工具导向装置中的光纤段的重新涂复的光纤拼接。这样的重新涂复拼接必须是容易实现的，必须具有与原始涂复光纤相同的横截面，还必须在一段时间内使重新涂复材料粘附在原始涂复材料上且具有完整性。还要寻找一些用来涂复拼接光纤端部的方法和设备，实质上能够避免形成气泡的就更好。

上述的已有技术的拼接重新涂复的问题已为本发明提出来的重新涂复的拼接件及其制造方法和设备所克服。将第一段光纤熔融粘接到第二段光纤上。在粘接之前要为每段光纤拼接作准备。这就要靠用化学的方法将每段光纤端部的涂复材料去除来实现。涂复材料的去除，为的是让每段光纤的端部接近顶端处露出一裸露的光纤部分，并为了从裸露部分延伸到接近端部的光纤部分留出一锥形的原始涂层材料段。这样，增加出来的一段表面就成了原始涂复材料和重新涂复材料之间的交界面。其结果是使原始涂复材料和重新涂复材料之间的粘附作用增强，从而保证了重新涂复材料在光纤段拼接部分上的完整性。进一步说，这就使拼接端部的重新涂复，在使横过光纤纵轴的光纤拼接段

的截面实质上不变的情况下得以完成。

在对光纤段拼接部分重新涂复的方法中，将两段光纤中的每段端部的涂复材料去除，使得留下一裸露部分和一涂复材料成锥形的部分。拼接在一起的特别处理过的端部被安置在夹具的通道中，与上述端部邻接并被夹持在位于夹具的相对端上的相对真空吸盘中的原始涂复部分也装在夹具中。有一个注入口将所提供的重新涂复固化材料注入该通道中。此通道做成材料模块的形式，而该材料对用来使重新涂复材料固化的辐照是透明的。此材料模块架设在金属支架上。沿支架的上表面有槽，此槽有一个抛光了的反射面，与上述通道对准并与其留有一定间隔。

本发明所述的方法和设备能够保证覆盖在光纤段拼接部分上的重新涂复材料均匀地固化。在可固化的重新涂复材料经注入口注入通道并使端部的裸露部分和锥形部分灌封之后，通过在适合的辐照下曝光而使其固化。金属支架上的槽有一个抛物面形的横截面。最好使通道位于此槽的抛物面的焦点上，以便使穿过光纤的辐射被该槽壁反射并交于未直接暴露在辐射下的光纤的外围部分。其结果是使处在通道内的光纤部分的整个圆柱表面得到均匀的固化。

图 1 为根据本发明为接受重新涂复材料而经特别处理过的两段光纤拼接端部的透视图；

图 2 为根据已有技术的方法和设备为进行重新涂复而处理过的光纤段端部的透视图；

图 3 为将重新涂复材料敷其上之后图 2 端部之一的侧视图；

图 4 为将重新涂复材料敷其上之后图 1 拼接端部之一的侧视图；

图 5 为使涂复材料从光纤段的一部分上去除用的设备的原理图；

图 6 为对两段光纤的拼接部分进行重新涂复用的设备的透视图；

图 7 为图 6 所示设备中可以用来支持光纤段的拼接端部以便根据本发明进行涂复用的夹具的透视图；

图 8 为已有技术中用来支持拼接的光纤端部以便进行重新涂复用的夹具的透视图；

图 9 为缠绕在卷筒上的拼接光纤段的透视图，其拼接部分是根据已有技术的方法重新涂复过的；

图 10 为缠绕在卷筒上的拼接光纤段的透视图，所示的拼接部分是根据本发明的方法重新涂复过的。

现在参见图 1，它表示拼接在一起形成接点 35 的两段光纤，第一段 32 和第二段 33 的端部 30—30。其中每段光纤都包括一根其上涂有涂复材料 38 的光导纤维 36（见图 1）。众所周知，光导纤维 36 包括一根芯和一包层。涂层光纤的外径为 250 微米的数量级。至少部分地去除了涂复材料 38 的光纤裸露端部 30—30，是通过诸如熔融粘接工艺拼接在一起的，此熔融粘接工艺已公开在 D. L. Bisbee 著的、标题为“光纤连接技术”的文章中，该文发表在 1971 年 12 月发行的贝尔系统技术杂志 Vol. 50, No. 10 的 3153 页开始。每段端部 30 的长度约为 0.5 英寸。拼接端部 30—30 的重新涂复是根据本发明的方法和设备进行的。

一般说来，重新涂复之前光纤段拼接端部如图 2 所示。由图中可以看出，涂复材料 40 已经从两段光纤 44 和 45 的每段光纤端部 42 上去除，此两段光纤 44 和 45 被拼接在一起形成接合点 46。去除了涂复材料的那一部分，通常具有圆柱形管或者套筒的形状。涂复材料暴露在外的端面 47，通常位于与光纤的纵轴 48 一般为正交的平

面内（见图 3）。在光纤段的端部被熔融粘接在一起之后，必须将其重新涂复。它可以通过使用如同美国专利 4,627,942 中公开的那样一些设备和方法来实施。通常，重新涂复材料的一部分 49，是越过光纤端部 42 的径向端表面 47 并复盖在原始涂复材料的一部分上的（见图 3）。这样做是为了在原始涂复材料和重新涂复材料之间提供足够的夹在两面间的面积，以保证在一段时期内沿交界面之间涂复和重新涂复材料之间的完整性。

如从图 3 中可清楚看出的，在没有重叠的情况下，重新涂复材料 49 和原始涂复材料之间的界面，比原始涂复材料的截面的环形面积大不了多少。结果，原始涂复材料与重新涂复材料之间的粘附的可能性多少受到了限制。当然，可以对它增加重叠部分，但这造成横过光纤纵轴的重新涂复光纤端截面超出有原始涂复材料光纤的截面。

使每段光纤除了涂层的端部呈如图 1 和图 4 所示的形状，就可以克服上述的问题。如从那些图可看出的，从各自的端部 30 的一部分 50 将涂层材料 38 完全去除。而且，按一定方式从每一端部 30 靠近裸露部分 50 处将涂层材料的一管状部分去除以便保留一锥形部分 52。原始涂复材料的锥形部分 52，具有一般截头圆锥体形状。换句话说，在拼接点 35 附近，从一实质上等于裸露部分 50 的未涂复包层的光纤横断面的横断面开始至原始涂层光纤的横截面上，原始涂复材料是逐渐增加的。一般说来，从接缝 35 到锥形部分 52 开头的距离，即裸露部分 50 的长度大约为 0.64 厘米或者更多一些，而原始涂复材料锥形部分的长度，至少要等于涂复光纤横截面最大尺寸的三倍，但不得超过大约 0.64 厘米的值。

在去除涂复材料后保持涂复材料的这种外形，在重新进行涂复时

是非常有利的。如从图 4 中能够清楚看到的，重新涂复材料 5 1 是沿着实质上比图 3 中大的界面与原始涂复材料邻接在一起的。其结果是使原始涂复材料 3 8 和重新涂复材料 5 1 之间具有坚实的面间接触，以便提供充分的粘接和防止重新涂复材料从光纤段的拼接端部发生不希望有的脱落。

此外，重要地是，这样增加的重新涂复材料 5 1 和原始涂复材料 3 8 的交界面间接触，排除了如图 3 中所用的重叠所需要的措施。结果，重新涂复端部 3 0 — 3 0 的截面就可能保持在实质上与其上具有原始涂复材料 3 8 的光纤相同的截面。换言之，沿其上有原始涂复材料 3 8 部分的涂复光纤及沿那些有重新涂复部分光纤的截面基本上是不变的。

在进行熔融粘接及重新涂复步骤以提供拼接光纤段之前，两段光纤 3 0 — 3 0 的端部必须进行预处理。预处理包括将原始涂复材料从端部 3 0 的 5 0 部分完全去除。预处理还包括，去除接近 5 0 部分而横截面沿着从 5 0 部分到邻接在端部 3 0 上的涂复光纤方向上逐渐减少的那一部分原始涂复材料。

图 5 中表示的是装在容器 5 5 上的用来夹持光纤段 3 2 的夹具 5 3。容器 5 5 中盛有合适的液体材料，如酸，可以用来将光纤端部 3 0 上的涂复材料去除，以便提供如图 1 所示的外形。夹具 5 3 可以通过转动凸轮 5 7 以适于作往复的垂直运动。

操作者将光纤 3 2 装在夹具 5 3 中，并使接近光纤一端的光纤部分浸在容器 5 5 的液体材料中。这样使涂复材料 3 8 从被浸的那部分上完全去除以形成裸露的部分。然后由操作者驱动凸轮 5 7 转动。结果是使邻接在裸露部分上的光纤端部 3 0 的一部分移动进入或者离开

容器 5 5 中，在移动一或更多周期之后使涂复材料被局部去除。锥形部分 5 2 的外形，是容器 5 5 中液体材料的温度和移动周期以及凸轮构形的函数。随后操作者使裸露部分断开，以提供所需长度的裸露部分 5 0。

然后将按照上述方法去除了涂层材料的两段光纤的端部拼接在一起，例如通过熔融粘接。拼接好的端部 3 0 — 3 0 现在已准备好将进行重新涂复。

图 6 中给出一种从总体角度用编号 6 0 表示的，用来对拼接在一起的光纤段端部进行重新涂复的设备。该设备 6 0 包括一个底座 6 2，它包括有沿底座 6 2 的纵轴相隔一段距离配置的两条导轨 6 4 和 6 6。在每条导轨 6 4 和 6 6 上装有真空吸盘 6 8。每个真空吸盘 6 8 又包括有通常是平行于底座纵轴伸展的凹槽 7 1。凹槽 7 1 — 7 1 中的每一个都有一能够夹持一段涂层光纤的横截面。进一步说，凹槽 7 1 — 7 1 中的每个凹槽的壁都与真空源（图中未示出）相连，以便在重新涂复过程中将涂层光纤夹持在凹槽中。

如从图 6 中能进一步看到的（也见图 7），底座 6 2 的中心部分 7 3 被略微提高在相邻部分之上。该中心部分 7 3 包括一个横截面为抛物面形状的纵向伸展的输送槽 7 5。此输送槽 7 5 被称为反射腔，通常是在铝制的底座上铣出来的。输送槽 7 5 的表面是抛光的。

支撑在中心部分 7 3 上的是模块 8 0（参见图 6 和图 7）。模块 8 0 包括一个纵向伸展的凹槽 8 2，该凹槽适用于夹持住两段光纤的拼接端部。从模块 8 0 的两个角落向上伸出的是两个定位销 8 4 — 8 4 定位销 8 4 — 8 4 用来使上模块 9 0 同模块 8 0 对准。这些模块都是由透紫外辐射的材料制作的，例如树脂玻璃（Plexiglas）紫外

透明材料或等效的树脂材料或石英。

上模块 9 0 也包括一纵向伸展的凹槽 9 2，该凹槽适合于同模块 8 0 上的凹槽 8 2 配合，以便提供一条围绕两段拼接光纤端部的通道 9 3。而且，上模块 9 0 被固定到模块 8 0 上，以便借助四个螺栓 9 4 — 9 4 或其它适当的紧固装置为那些端部提供一条紧密配合的凹槽。

当上模块 9 0 被固定在下模块 8 0 上时，通道 9 3 就与喷射嘴 9 6 相通（参见图 6）。喷射嘴 9 6 是按在重新涂复材料供应源上的，重新涂复材料 最好与涂复拉制光纤所用的材料相同。这样的材料例如可以是紫外固化的丙烯酸盐材料。

邻接在端部 3 0 — 3 0 上的光纤拼接段 3 2 和 3 3 部分，是被安放在吸盘 6 8 — 6 8 上的凹槽 7 1 — 7 1 中。在重新涂复工序中，施加真空使这些部分被夹持住。随着这部分光纤段被夹持在真空吸盘 6 8 — 6 8 中，被拼接在一起的光纤段就被安排在由上模块 9 0 和下模块 8 0 的凹槽配合而形成的通道 9 3 中。

还应该看到，由上模块 9 0 及下模块 8 0 上的凹槽所形成的通道 9 3 是和反射腔 7 5 对准的。通道 9 3 和反射腔 7 5 的空间关系是这样的，即将通道布置在反射腔抛物面形状的焦点上。这样安排的结果，实质上可使重新涂复材料由于对来自辐射源（没有示出）的紫外辐射暴光的固化作用得到增强。这从对图 7 和图 8 的比较而可明显看出来。图 8 中描述了一个为使施加在拼接端部的重新涂复固化的已有技术的装置 1 0 0。当紫外辐射直接地穿过拼接端部分时，它射到一金属基板 9 9 并被反射。反射辐射是不大可能直接射到重新涂复材料的下侧的。因此，重新涂复材料不可能被均匀地固化。

另一方面，图 7 所示的本发明的装置实质上确保了重新涂复材料

中固化的均匀性。紫外能量辐射通过光纤端部 30—30 并接触到抛物面而被反射。因为重新涂复部是放置在抛物反射面的焦点上，所以反射辐射将会接触到那些没有直接暴露到发射辐射的重新涂复材料的边缘部分，从而确保了固化的均匀性。

最终得到的产品是相对说来比较长的光纤段，它横过光纤纵轴的截面实质上是不变的。横过光纤纵轴的重新涂复拼接部分的截面实质上等于未拼接端部的截面。在将光纤缠绕到卷筒或其它松出装置上时，横截面的相等是特别有利的。而使用已有技术重新涂复，如前面所述，拼接部分的横截面要比未拼接部分的大。结果，当这样拼接部分随光纤的旋绕侧向并向外绕在卷筒上时，如图 9 中箭头 101 和 102 所示，绕出来的式样是混乱的而产生不精确的缠绕。重新涂复材料的重叠部分 49（见图 3 和图 9），会引起在同一层中相邻匝之间和那些在拼接部分上面盖住拼接部分的导体的相邻匝数之间，在沿图 9 中箭头 101 所示方向上的不希望有的错位。结果，使那些部分绕匝不能嵌套在相邻层的相邻匝之间。而且，加大了的接头会引起直接覆盖在拼接处光纤部分不希望有的凸起，如图 9 中 104, 105, 106 及 107 部分所看到的那样。这在当外层绕匝部分成为拼接部分及其相邻绕匝之间的空隙中堵塞时，在松出期间可能造成意外的困难。用本发明的方法和装置对拼接部分进行重新涂复，包括重新涂复部分及没重新涂复部分的绕匝之间没有任何间隙，能够得到一种精确的缠绕式样。

本发明的重新涂复技术，还有助于防止邻近界面处气泡的发生。气泡势必会被截留在原始涂复材料和重新涂复材料间的界面上。还有当施加重新涂复材料时，它收缩并势必将气泡从原始涂复材料向外抽

到界面处。气泡的存在是不希望的，尤其在界面上，因为它可能对横过界面的粘接水平产生有害的影响。已经发现，因为采用本发明的方法和设备能够提供延伸了的界面，所以任何气泡势必朝光纤的外表面向外移动，而不滞留在重新拼接部分。

应该理解的是，上述方案是本发明的简单说明。其它方案可由那些本技术领域中熟练的人员，利用本发明的原理推出，而将落入本发明的精神和范围之内。

# 说 明 书 附 图

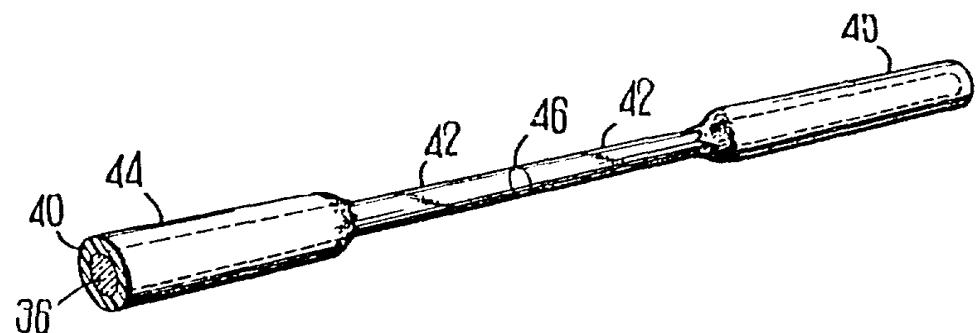


图 2

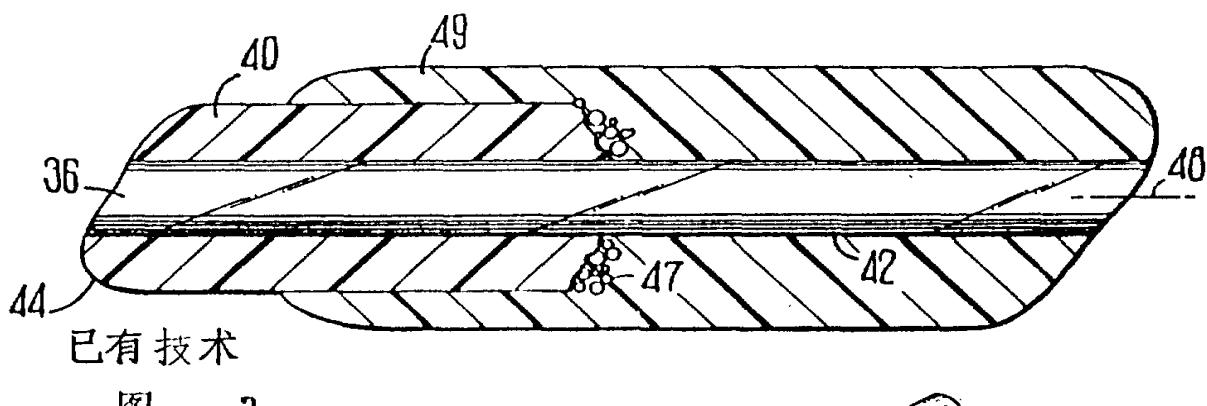


图 3

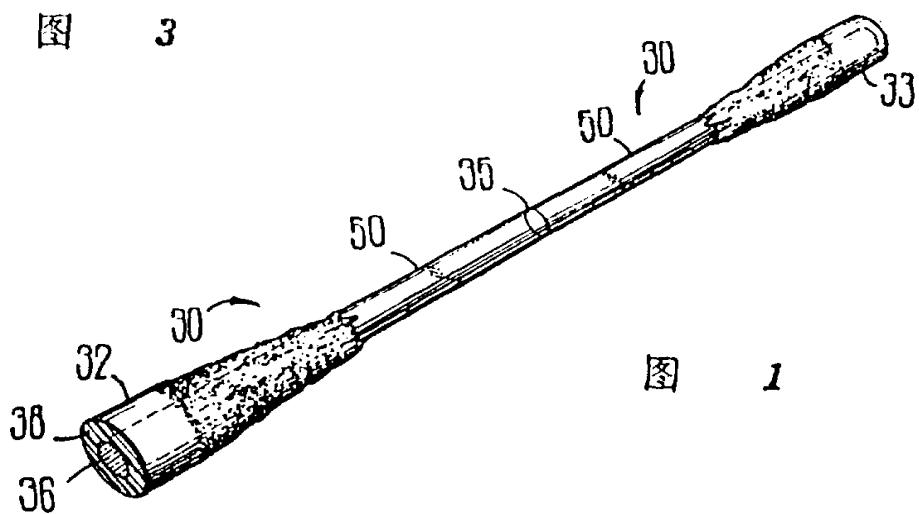


图 1

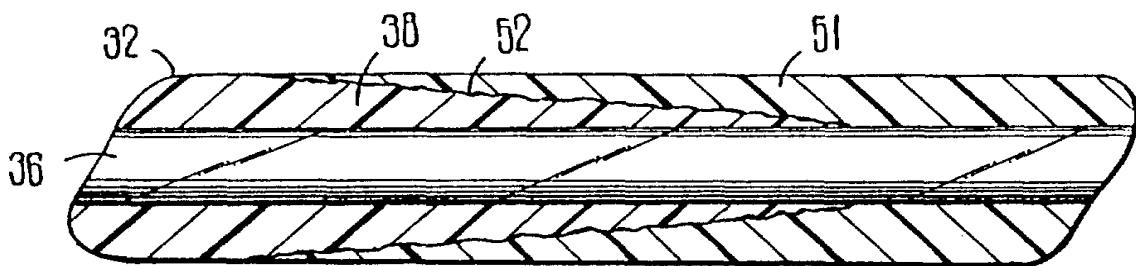


图 4

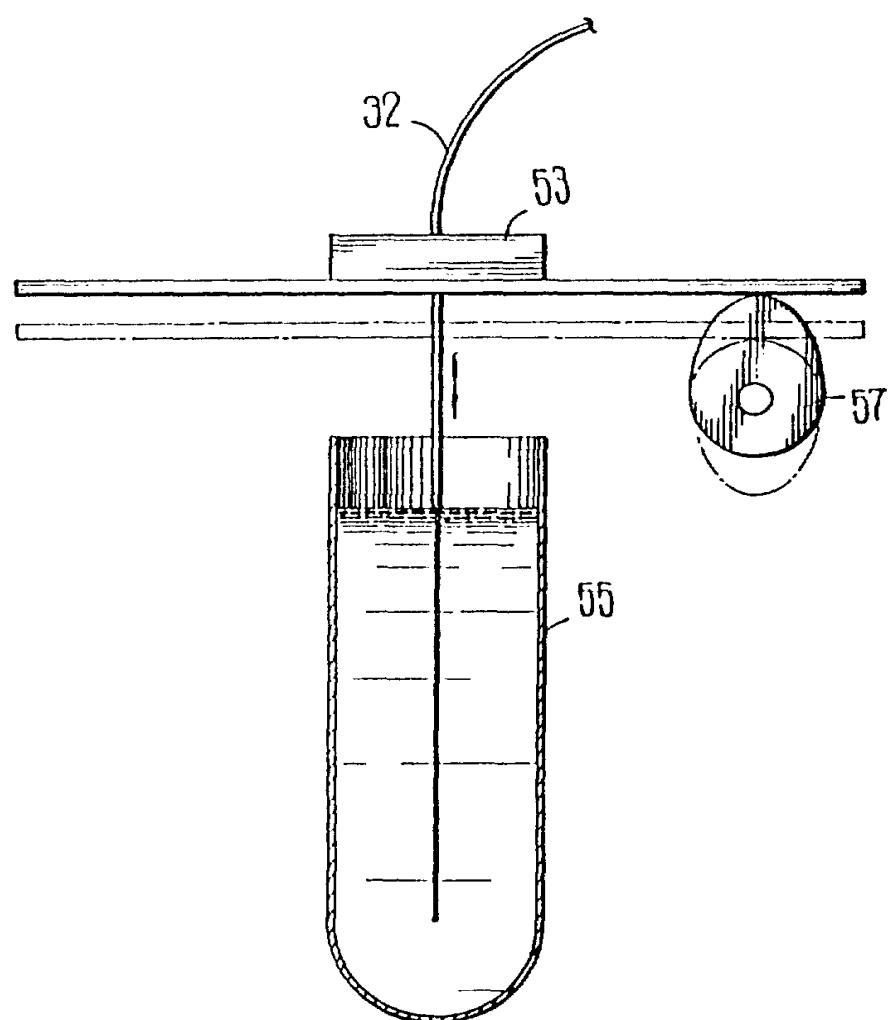


图 5

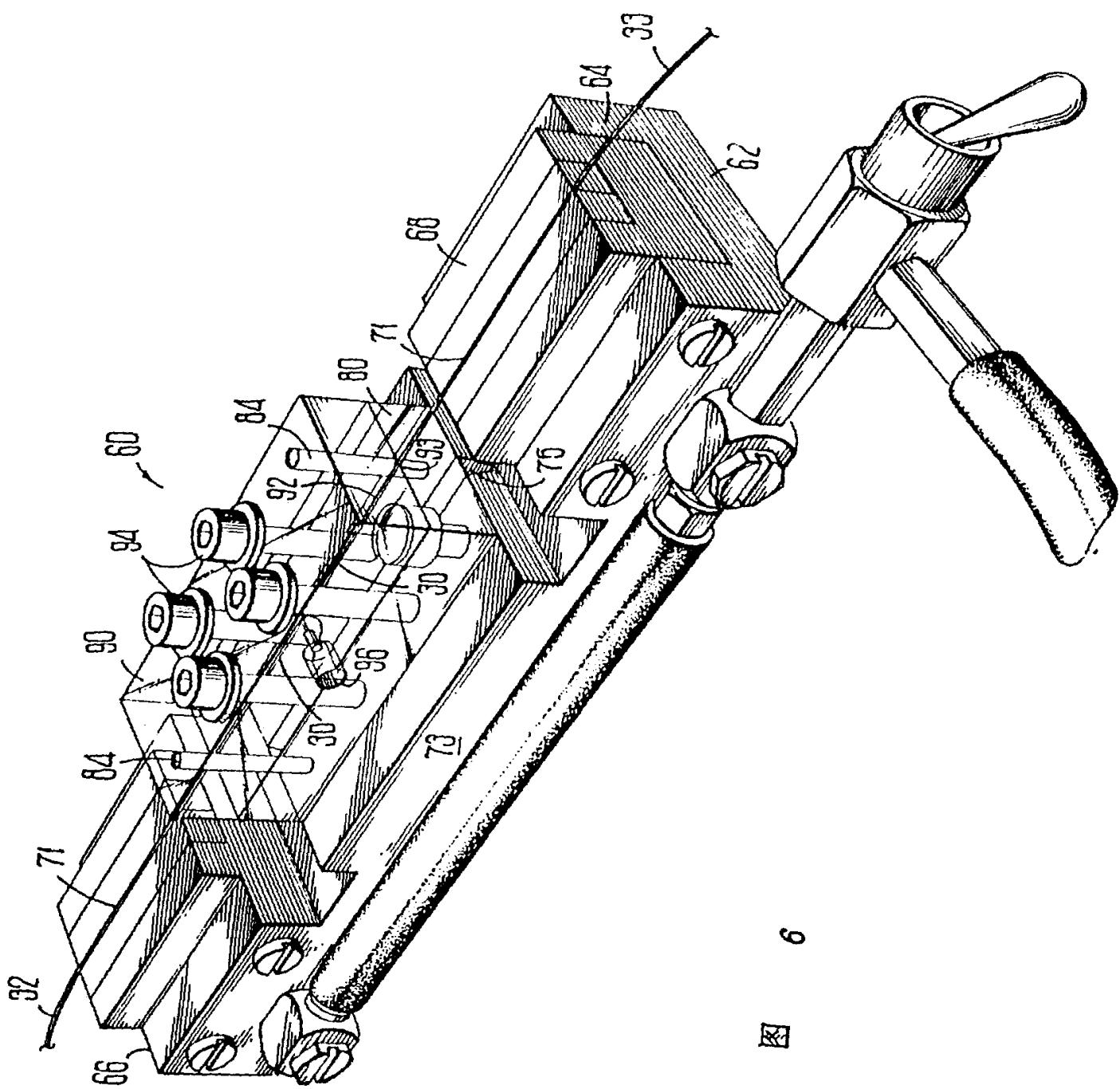
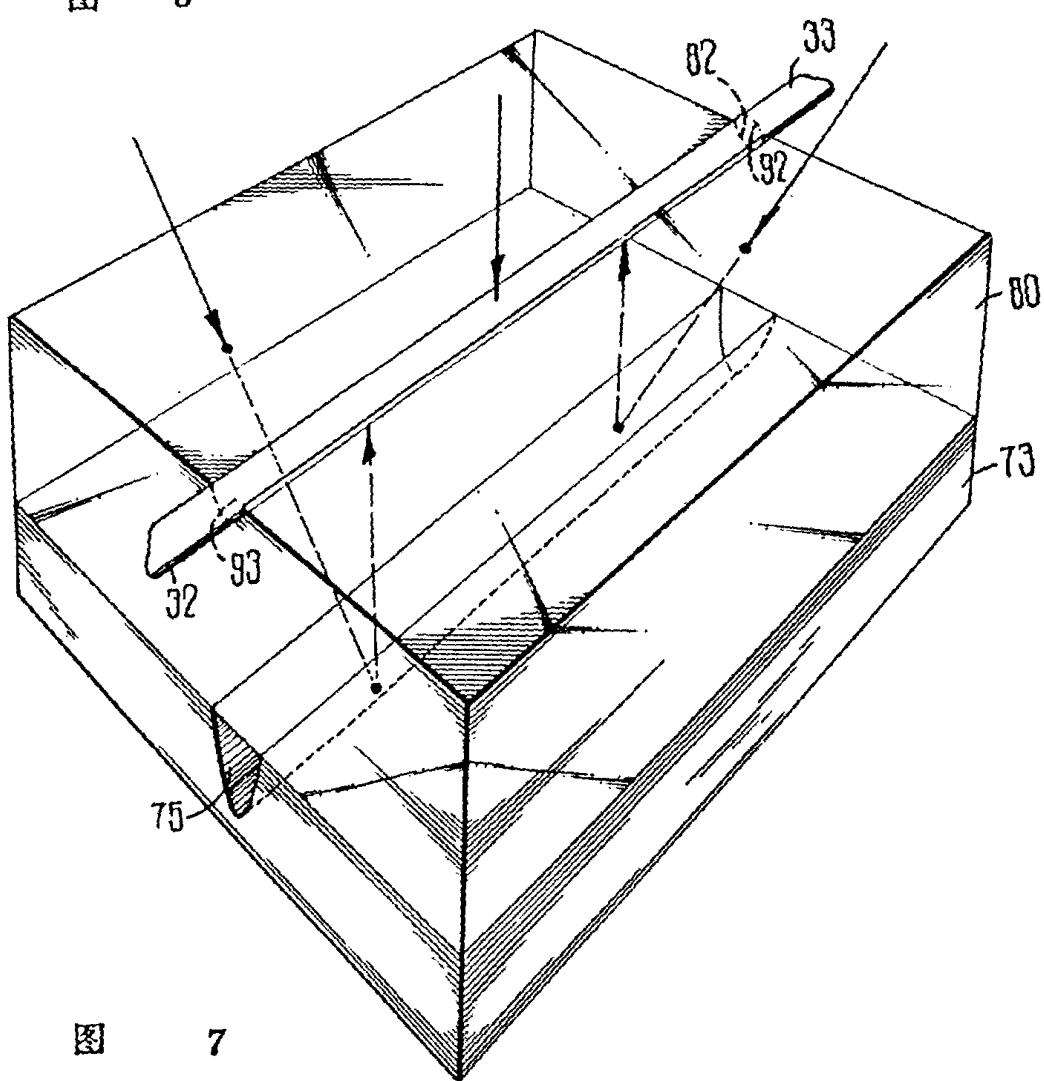
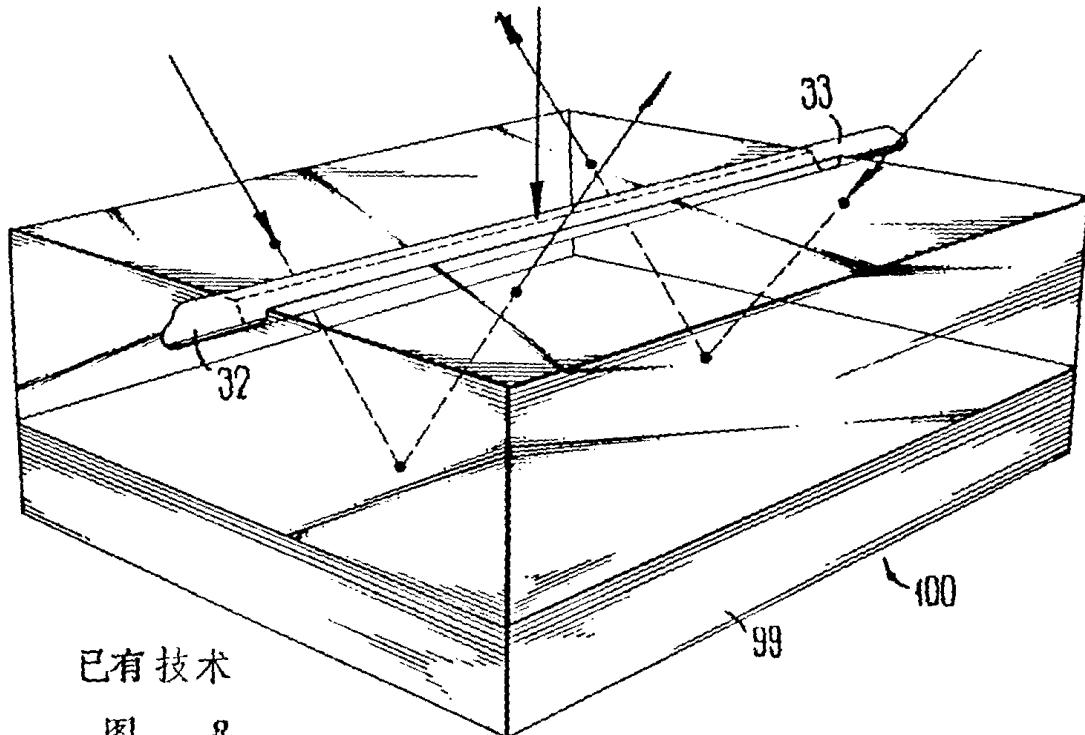
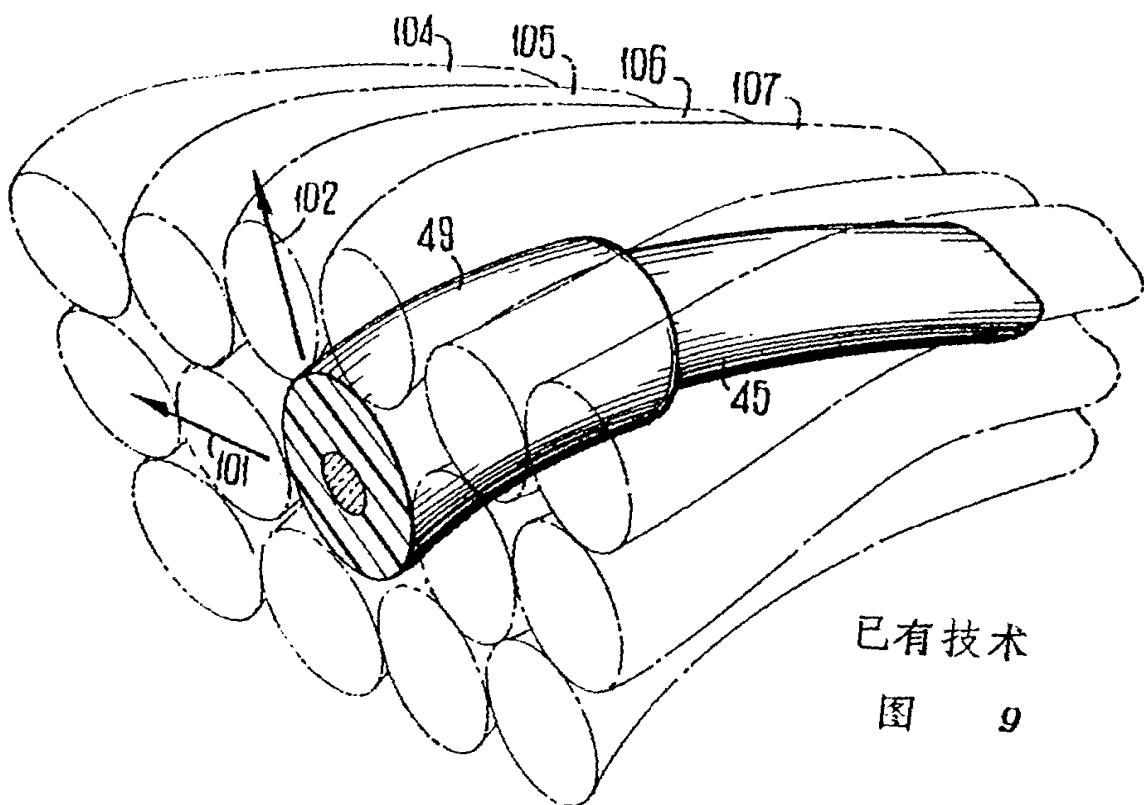


图 6





已有技术

图 9

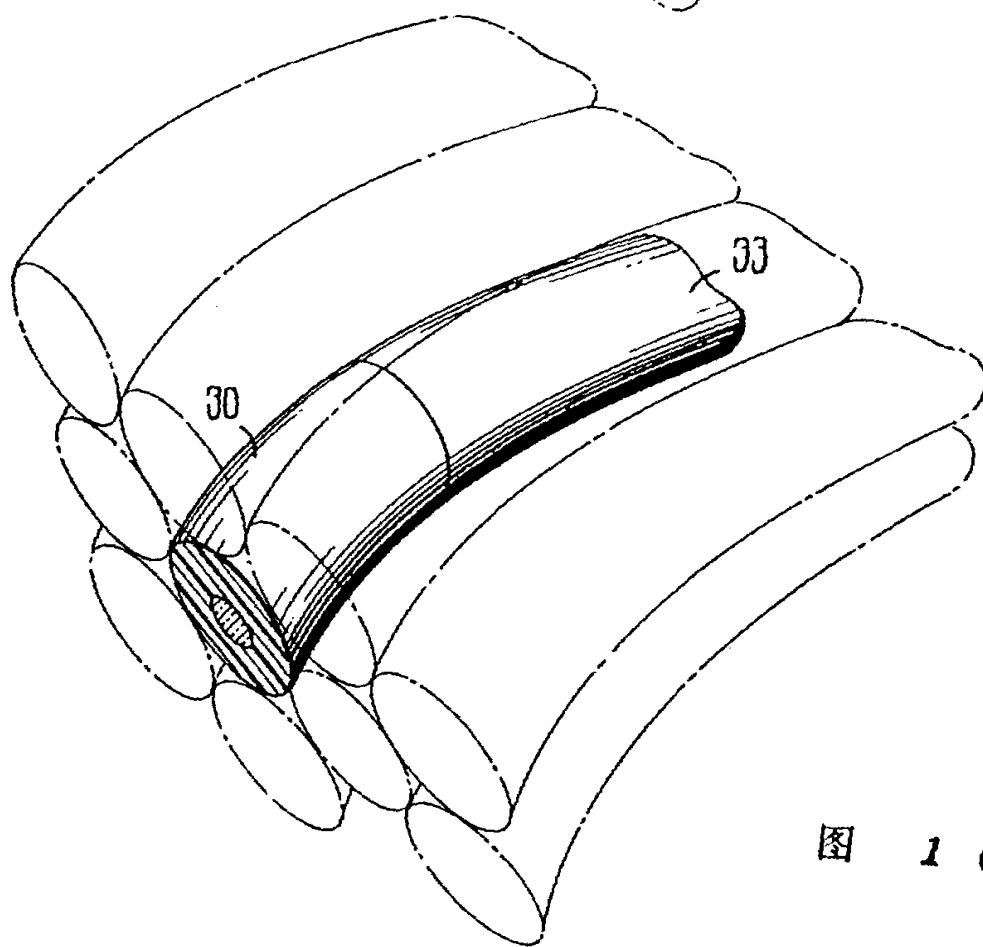


图 10