

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95109455.6

[45] 授权公告日 2001 年 2 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1062663C

[22] 申请日 1995.7.6 [24] 颁证日 2000.12.29

[21] 申请号 95109455.6

[30] 优先权

[32] 1994.7.6 [33] JP [31] 176153/1994

[32] 1994.11.30 [33] JP [31] 319485/1994

[32] 1995.5.26 [33] JP [31] 128666/1995

[73] 专利权人 古河电气工业株式会社

地址 日本东京

共同专利权人 日本电信电话株式会社

[72] 发明人 岩仓大辅 大竹明博 保菊和男

速水茂和 富田茂

审查员 宫维京

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

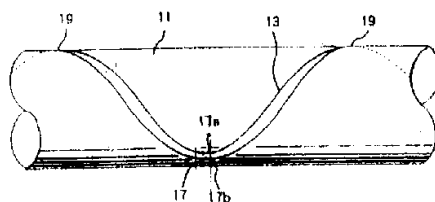
代理人 赵国华

权利要求书 3 页 说明书 39 页 附图页数 21 页

[54] 发明名称 光缆

[57] 摘要

一种光缆,它具有带槽衬套和容装在该带槽衬套槽中的至少一条带状光纤,所述带槽衬套的外周上沿长度方向连续地形成至少一条 SZ 螺旋形槽。表示自带槽衬套之 SZ 螺旋形槽的一个翻转部分至下一个翻转部分、在带槽衬套圆周方向回转角度的翻转角大于 180° 带状光纤在所述 SZ 螺旋形槽翻转部分之间的中央部分处以其带面向着 SZ 螺旋形槽槽底的状态,而在所述槽的翻转部分处,若假定原来以带面朝着槽底放置,在此则以位于翻转部分之槽的弯曲内侧一边的光纤带侧缘朝向槽底的状态,如此将所述带状光纤容置于所述槽内。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种光缆, 它由带槽衬套和被容置于该带槽衬套槽内的至少一条带状光纤构成, 所述带槽衬套的外周上沿长度方向连续地形成至少一条SZ螺旋形槽, 其特征在于: 表示自所述带槽衬套之SZ螺旋形槽的一个翻转部分至下一个翻转部分、在带槽衬套圆周方向回转角度的翻转角大于 180° ; 所述带状光纤在所述SZ螺旋形槽翻转部分之间的中央部分处以其带面向着SZ螺旋形槽槽底的状态, 而在所述槽的翻转部分处, 若假定原来以带面朝着槽底状态放置, 在此则以位于翻转部分之槽的弯曲内侧一边的光纤带侧缘朝向槽底的状态, 如此将所述带状光纤容置于所述的槽内。

2. 一种如权利要求1所述的光缆, 其特征在于所述SZ螺旋形槽的翻转角在 180° 至 360° 范围内。

3. 一种如权利要求1所述的光缆, 其特征在于将多条带状光纤容置于一条SZ螺旋形槽内时, 所述多条带状光纤以层叠状态被容置; 在所述SZ螺旋形槽翻转部分之间的中央部分沿槽的深度层叠, 在槽的翻转部分处则沿槽的宽度方向层叠。

4. 一种如权利要求1至3任一项所述的光缆, 其特征在于带槽衬套之SZ螺旋形槽的断面尺寸为槽内所装带状光纤层叠体断面的外接圆大小。

5. 一种如权利要求1至3任一项所述的光缆, 其特征在于带状光纤宽为 W 、厚为 T 、叠层数为 N 时, 所述带槽衬套的槽内接圆直径 E 与槽的深度 D 满足下述关系式

$$D \geq E \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm})$$

6. 一种如权利要求4或5所述的光缆,其特征在于带槽衬套的SZ螺旋形槽为矩形形状,当带状光纤宽为W、厚为T、叠层数为N时,所述带槽衬套的SZ螺旋形槽的宽度B与深度D满足下述关系式

$$D \geq B \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm})$$

7. 一种如权利要求1至6任一项所述的光缆,其特征在于带状光纤有4芯以上的光纤。

8. 一种如权利要求1所述的光缆,其特征在于所述带状光纤沿长度方向具有多余的长度,被容置在所述SZ螺旋形槽内。

9. 一种如权利要求8所述的光缆,其特征在于将多条带状光纤容置于一条SZ螺旋形槽内时,所述多条带状光纤以层叠状态被容置;在所述SZ螺旋形槽翻转部分之间的中央部分沿槽的深度层叠,在槽的翻转部分处则沿槽的宽度方向层叠。

10. 一种如权利要求8或9所述的光缆,其特征在于当带状光纤宽为W、厚为T、层叠数为N时,所述带槽衬套之SZ螺旋形槽的断面尺寸,即槽内接圆直径E与槽深D的关系满足下式

$$D \geq E \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm})$$

并且,当带状光纤之余长率 β 由下式规定时,即

$$\beta = \{(L - L_0) / L_0\} \times 100 \quad (\%)$$

其中 L_0 为带槽衬套长度,

L 为被容装在槽中的带状光纤长度,

则所述槽内接圆直径E与槽深D满足下式

$$D \geq E \geq \{(\beta + 0.1)^2 / 0.08\} + NT \quad (\text{mm})。$$

11. 一种如权利要求7所述的光缆,其特征在于当带状光纤宽为

W、厚为T、层叠数为N时,带槽衬套的槽宽B与深度D各满足下式

$$D \geq B \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm})$$

并且,当带状光纤之余长率 β 由下式规定时,即

$$\beta = \{(L - L_0) / L_0\} \times 100 \quad (\%)$$

其中 L_0 为带槽衬套长度,

L为被容装在槽中的带状光纤长度,

则所述槽宽B与深度D各满足下式

$$D \geq B \geq \{(\beta + 0.1)^2 / 0.08\} + NT \quad (\text{mm}).$$

12. 一种如权利要求11所述的光缆,其特征在于所述SZ螺旋形槽的断面自所述宽度为B的槽底向着开口越来越宽。

13. 一种如权利要求1所述的光缆,其特征在于所述带槽衬套是沿着光缆长度方向在一个衬套上直接形成所述SZ螺旋形槽。

14. 一种如权利要求1所述的光缆,其特征在于所述带槽衬套是将多个各自有槽的扇形槽部件,以SZ方式扭结于张力部件周围而成的。

15. 一种如权利要求1所述的光缆,其特征在于有的SZ螺旋形槽中容装所述带状光纤,其它SZ螺旋形槽中容装单一光纤并充填胶状物。

16. 一种如权利要求1所述的光缆,其特征在于所述带状光纤由缓冲部件支撑被容装于所述SZ螺旋形槽中。

17. 一种如权利要求1所述的光缆,其特征在于所述SZ螺旋形槽中容装所述带状光纤,并充填胶状物。

18. 一种如权利要求1所述的光缆,其特征在于所述带槽衬套被支撑在沿其设置的支撑线上。

说明书

光 缆

本发明涉及一种光缆,特别涉及一种使用形成SZ螺旋形槽之带槽衬套的光缆;在构成光缆的衬套外围,沿衬套长度方向形成有SZ螺旋形槽,将带状光纤(光纤带)置于槽中。

光纤由纤芯,设在所述纤芯外围的、直径 $125\mu\text{m}$ 的包层,以及外围树脂覆盖层构成。

这样的光行,多数情况下使用多根呈带状的纤束。

使用在其外围形成SZ螺旋形槽的带槽衬套,将光纤置于槽内之光缆的优点在于,在连接时或者做末端处理时,容易自槽中取出光纤。这类光缆,公知的使用带状光纤为其光纤,有将多条带状光纤沿槽的深度方向层叠地置于槽内者(特开平2-83507号公报、特开平5-203849号公报),以及沿槽的宽度方向层叠地置于槽内者(特开平4-55803号公报)。

SZ螺旋形槽是在构成光缆之衬套外围,沿衬套长度方向连续形成周期性翻转之波状槽。也就是说,SZ螺旋形槽并不是形成单向螺旋的槽(即S方向螺旋型,或Z方向螺旋型),而是沿光缆外围形成周期翻转的波型。也即,SZ螺旋形槽,其槽的旋转方向成周期性翻转。

如此之在外围形成SZ螺旋形槽的衬套,在带状光纤连接时,亦或末端处理时,具有易于自槽中取出光纤之优点。

特开平2-83507号公报及特开平5-203849号公报中揭示了将多

条带状光纤沿着槽的深度方向层叠地置于槽内的光缆。

而在特开平4-55803号公报中揭示了将带状光纤沿着SZ螺旋形槽的宽度方向(横向)叠置,将带状光纤置于槽内的光缆。

带状光纤是将多根光纤平行地并排在同一平面内,加上共同覆盖物的带状物。因此,相对于使带状平面弯曲方向的弯曲而言,每条光纤有相同的弯曲,几乎不会发生传输损耗的增加,但是如果加上带状平面内的朝着带的侧缘方向的弯曲(棱幅弯曲),则在弯曲方向内侧一边的光纤产生压缩向变形,而在弯曲方向外侧的光纤产生伸张向变形,由于这种变形,会产生较大传输损耗的增加。

以下详细叙述传输损耗的发生。若放置带状光纤的槽是在衬套外围形成的单向旋转槽,将带状光纤置于单向旋转槽中,卷绕成光缆,由于置放良好,带状光纤不会有太大的变形。但是,在衬套外围形成波型SZ旋转形槽,由于多条带状光纤相对于SZ旋转形槽的方向、沿一定之方向层叠状地放置,对各条带状光纤而言,必然会产生向带的侧缘方向弯曲的附加部分。例如,就像特开平2-83507号公报及特开平5-203849号公报中所揭示的那样,在多条带状光纤沿槽深方向层叠放置的光缆中,各带状光纤主要在SZ螺旋形槽的翻转部分受到使之朝带的侧缘弯曲方向的弯曲。而如特开平4-55803所揭示者,在多条带状光纤沿槽宽方向层叠放置的光纤中,则主要在SZ螺旋形槽的翻转部分之间(一个翻转部分至下一个翻转部分之间)的中央部分受到朝带的侧缘弯曲方向的弯曲。为此,无论哪种情况都会发生传输损耗。

因此,使用有SZ螺旋形槽的带槽衬套,将带状光纤置于这种槽内类型的光缆,由于带状光纤中必定附加过分弯曲的应力,不但会

增大光纤的传输损耗,长期使用的可靠性方面也会有问题,难于实用化。但是,有SZ螺旋形槽之衬套的光缆,就像前面所说的那样,在带状光纤的连接或末端处理时,它具有易于自槽中取出光纤的优点。

鉴于以上问题,本发明的目的在于提供一种将带状光纤置于带槽衬套之SZ螺旋形槽内类型的光缆,具有防止光纤发生弯曲或变形,可有极小的传输损耗增加的构造。

本发明的目的还在于提供一种能保持长期可靠性、有带SZ螺旋形槽衬套的光缆。

按照本发明,提供一种光缆,在其外围沿长度方向形成至少有一条连续的SZ螺旋形槽的带槽衬套,并在该带槽衬套的槽中至少容纳一条带状光纤。该光缆中

(a)表示自所述带槽衬套之SZ螺旋形槽的一个翻转部分至下一个翻转部分沿该带槽衬套圆周方向回转角度的翻转角大于 180° ;

(b)所述带状光纤于前述SZ螺旋形槽翻转部分之间的中央部分处以其带面向着SZ螺旋形槽底的状态,而在所述槽的翻转部分处,若假定原来以带面朝着槽底状态放置,在此则以位于"翻转部分的槽之弯曲内侧"一边的光纤带侧缘朝向槽底的状态,如此将所述带状光纤容置于所述的槽内。

通常,带槽衬套的槽的朝向(开口朝向)沿带槽衬套长度方向变化。本发明的光缆中,槽中带状光纤的朝向关于槽的朝向变化。也就是带状光纤改变其在槽内的朝向,以使其在槽翻转部分之间的中央处为带面朝着槽底,而在槽翻转部分处原为带面朝向槽中弯曲的情况,现形成弯曲内侧一方的光纤带侧缘朝着槽底(即光纤带立于槽内)。如果是这样地槽内朝向变化,就会使带状光纤无论在槽

之翻转部分之间的中央处,亦或是槽的翻转处,主要都是沿着使带面弯曲之方向弯曲,却几乎没有附加的朝侧缘方向的弯曲。另外,带状光纤很少附加有扭绞。由此,使得带状光纤中的光纤传输损耗增加极小。

再有,使槽的翻转角大于 180° ,这是因为要使从在槽之翻转部分之间的中央部分的带状光纤带面朝槽底的状态到槽的翻转部分处带之侧缘朝向槽底的状态,这中间不会有过分的朝向变化,那就至少要有 90° 的回转角。所以使槽的翻转角大于 180° 是必要的。

前述SZ螺旋形槽的翻转角最好在 180° 至 360° 范围内。若槽的翻转角超过 360° ,则自槽中取出带状光纤时易受损坏。若考虑到易于自槽中取出带状光纤,槽的翻转角要小于 360° 。因而,通常选定槽的翻转角为 180° - 360° 范围内。槽的翻转角之较佳范围为 210° - 330° ;最好为 270° - 300° 范围。

在把多条带状光纤置于一槽SZ螺旋形槽的情况时,最好使前述之多条带状光纤按层叠状态安置。在所述SZ螺旋形槽翻转部分之间的中央部分沿槽深度方向叠放,而在槽的翻转部分则沿槽宽度方向叠放。

另外,最好将SZ螺旋形槽的断面尺寸设定为使多条带状光纤层叠体的断面外接圆容纳于槽内的尺寸大小。

在特定情况下,若带状光纤宽为 W ,厚为 T ,叠层数为 N 时,则所述带槽衬套的SZ螺旋形槽的断面尺寸、槽的内接圆(与槽底面及两个内侧面这三个面相接的圆)直径 E 与槽深 D 满足下关系式:

$$D \geq E \geq [W^2 + (NT)^2]^{1/2} \quad (\text{mm})$$

若按上式设定槽的内接圆直径 E 和槽深 D ,则槽的尺寸比带状光

纤叠层体(含一条的情况)的对角线长度大;对于带状光纤层叠于槽中无过分的朝向改变。因此,带状光纤受屈折或扭绞时,容易分散内部应力。故而,如上之设定槽之尺寸,对抑制光纤传输损耗的增加是有效的。

前述带槽衬套的SZ螺旋形槽的形状为矩形时,因槽的内接圆直径E等于槽宽度B,所以槽宽B与槽深D满足下述关系式:

$$D \geq B \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm})$$

若如上式那样设定槽宽B与槽深D,可有效地抑制光纤传输损耗增加。

带状光纤最好是有4根以上纤芯的光纤。带状光纤中的纤芯数目越多,则其宽度越大,就会使光纤带朝侧缘方向弯曲的不良影响变大,而本发明对于使用4芯以上宽度较大的带状光纤的情况则有特殊效果。

再次,所述SZ螺旋形槽中的带状光纤最好以沿长度方向有多余的长度。

在特定情况下,带状光纤宽为W,厚为T,叠层数为N时,则所述带槽衬套之SZ螺旋形槽断面的尺寸,槽内接圆(与槽底面及两个侧面这三个面相接的圆)直径E,以及槽深D满足下式关系:

$$D \geq E \geq [W^2 + (NT)^2]^{1/2} \quad (\text{mm})$$

并且,当以下式规定带状光纤的余长率 β 时,即

$$\beta = \{(L - L_0) / L_0\} \times 100 \quad (\%)$$

其中: L_0 为带槽衬套的槽长,

L 为容装于槽内之带状光纤的长度,

则前述内接圆直径E与槽的深度D满足下述关系式:

$$D \geq E \geq [(\beta + 0.1)^2 / 0.08] + NT \quad (\text{mm})$$

在前述带槽衬套的SZ螺旋形槽成矩形形状的情况中,槽内接圆直径E与槽宽度B相等,则槽宽度B与槽深度D要满足下述关系式:

$$D \geq B \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm})$$

并且,当由下式规定带状光纤之余长率 β 时,即

$$\beta = \{(L - L_0) / L_0\} \times 100 \quad (\%)$$

其中: L_0 为带槽衬套的槽长,

L 为容装在槽内的带状光纤长度,

则前述槽宽度B与槽深度D要满足下式:

$$D \geq B \geq [(\beta + 0.1)^2 / 0.08] + NT \quad (\text{mm})$$

在光缆中,理想的情况是光纤并不相对于衬套的伸长形变而形变。所谓理想,即希望无论怎样光纤的形变都要比光缆的拉伸形变小。为此而使容装于槽中的带状光纤有多余的长度就是有效的。但是,如果带状光纤有多余的长度,就会在槽中形成带状光纤的起伏,产生宏观折曲问题。若按上述关系式设定槽宽度B与槽深度D,考虑到由光纤的宏观折曲所引致的弯曲形变以及长期的可靠性,应对容装于槽内带状光纤所具有的必要余长率限制在不足0.1%。

最好使所述SZ螺旋形槽的断面从所述宽度为B的槽底向着开口变宽。

在前述的带槽衬套中,所述SZ螺旋形槽是沿光缆之长度方向直接形成在一个衬套上的。或者在前述带槽衬套中,是将各自有槽的多个弧形槽部件沿SZ向互相扭接于张紧部件的周围而构成的。

容装有所述带状光纤的SZ螺旋形槽或者其它容装单芯光纤的SZ螺旋形槽中最好充填胶状物。而且最好将所述带状光纤支撑在

缓冲部件上而容装于所述SZ螺旋形槽中,并在容装所述带状光纤的前述SZ螺旋形槽中充填胶状物。

最好将所述带槽衬套支撑沿其所设的支撑线上。

参照附图,通过以下描述,将使本发明的上述目的和特征,以及其它目的和其它特征愈加明确,其中:

图1A和图1B 是说明作为本发明光缆基础之第一种具体实施方式光缆的断面图和侧视图;

图2是图1所示本发明光缆的带槽衬套侧视图;

图3A至图3K是说明图1B中a-a线至k-k 线处槽的朝向与带状光纤朝向关系一个示例的断面图;

图4A至图4K是说明图1B中a-a线至k-k 线处槽的朝向与带状光纤朝向关系另一示例的断面图;

图5A和图5B以图解方式说明带状光纤在SZ 螺旋形槽内容装状态的断面图;

图6A和图6B以图解方式说明带状光纤在SZ 螺旋形槽内另一种容装状态的断面图;

图7是说明本发明光缆的带状光纤尺寸与带槽衬套槽深及内接圆尺寸关系的断面图;

图8是说明本发明光缆的带状光纤尺寸与带槽衬套之槽的尺寸关系的断面图;

图9A和图9B 是作为本发明光缆第一种具体实施方式的第一实施例光缆的槽的翻转部分之间中央部分的断面图和槽的翻转部分断面图;

图10A至图10D分别为带状光纤的叠层情况断面图;

图11A和图11B 是作为本发明光缆第一种具体实施方式的第二实施例光缆的槽的翻转部分之间中央部分的断面图和槽的翻转部分断面图；

图12A至图12C 是作为本发明光缆第一种具体实施方式的第三实施例光缆的槽的翻转部分之间中央部分的断面图和槽的翻转部分断面图；

图13A至图13C 是作为本发明光缆第一种具体实施方式的第四实施例光缆的槽的翻转部分之间中央部分的断面图和槽的翻转部分断面图；

图14A和图14B 以图解方式说明本发明光缆第二种具体实施方式的将带状光纤容装到SZ螺旋形槽中的容装状态断面图；

图15是本发明光缆第三种具体实施方式之光缆槽的断面图；

图16A至图16C 是本发明光缆第四种具体实施方式光缆槽的翻转部分之间中央部分的断面图和槽的翻转部分断面图；

图17A至图17C 是本发明光缆第五种具体实施方式光缆槽的翻转部分之间中央部分的断面图和槽的翻转部分断面图；

图18 是本发明光缆第六种具体实施方式带槽衬套的槽中带状光纤起伏情况的说明图；

图19A和图19B是本发明第六种具体实施方式光缆的断面图；

图20A至图20C 是本发明光缆第五种具体实施方式光缆槽的翻转部分之间中央部分的断面图和槽的翻转部分断面图；

图21是本发明另一实施方式的自支撑型光缆的断面图；

图22是本发明又一实施方式的自支撑型光缆的断面图；

图23是本发明又一实施方式的自支撑型光缆的斜视图；

图24是本发明又一实施方式的自支撑型光缆的斜视图。

以下参照附图详细说明本发明光缆的具体实施方式。

图1A、图1B、图2以及图3A至图3K是表示本发明光缆第一种具体实施方式的光缆基本结构图。

图1A是设在光缆中的带槽衬套11的断面图,图1B是标准地表示带槽衬套11沿长度方向的侧视图。

图2是一带槽衬套11的侧视图,它有一条SZ螺旋形槽13。这是比图1B的图解更准确的图。

标码13A是在带槽衬套11圆周上沿其长度方向形成的SZ螺旋形槽的轨迹。另在图1B中以一条线图解式地表示SZ螺旋形槽13。在带槽衬套11中,沿长度方向可形成多条各自成波型的SZ螺旋形槽,但为图解以及说明简单起见,这里只述及仅设一条SZ螺旋形槽13的情况。

标码11表示带槽衬套;标码13表示在其圆周上形成的SZ螺旋形槽;标码15表示容装在SZ螺旋形槽13中的带状光纤。

SZ螺旋形槽是将S向螺旋(向右旋)的槽与Z向螺旋(向左旋)的槽交互组合而成的槽。另外,要注意SZ螺旋形槽13是沿衬套长度方向形成沟槽方向周期性翻转的"波型"状;衬套周围不是形成"单向螺旋型"的槽。

如图1B所示,SZ螺旋形槽13以波形朝向周期性翻转地形成于带槽衬套11的圆周上。标码17表示SZ螺旋形槽13的翻转部分,标码19表示槽的相邻二翻转部17之间的中央部分(槽的一个翻转部分17到下一个翻转部分17间的中央部分),符号P表示槽的翻转节距(从一个翻转部分17到下一个翻转部分17的带槽衬套中心轴线距离)。

另外,所谓"翻转部分的槽之弯曲内侧"即为图2的17a部分。也就是说,标码17是槽13的翻转部分,标码17a是翻转部分17的槽之弯曲内侧,标码17b是翻转部分17的槽之弯曲外侧。

图1A中符号 θ 为槽的翻转角(从槽的一个翻转部分17到下一个翻转部分17沿带槽衬套圆周方向的回转角)。本实施方式中, $\theta=300^{\circ}$ 。

图3A至图3K分别是图1B中a-a线至k-k线处的带槽衬套11和带状光纤15的断面图。图3A是在翻转部分17处的带槽衬套11和带状光纤15的断面图,图3F是翻转部分之间的中央部分19处的带槽衬套11及带状光纤15的断面图,图3K是图3A所示翻转部分17之相邻(光缆的背面)翻转部分17处的带槽衬套11和带状光纤15的断面图。

本实施方式中,在一条SZ螺旋形槽13中以层叠状态容装3条带状光纤15。SZ螺旋形槽13不是沿光缆外围形成单向螺旋状,而是呈周期性翻转的波状,因此,带状光纤15叠层体是沿着SZ螺旋形槽13扭转导入SZ螺旋形槽13内的。为此,为了识别3条带状光纤15中的每一条及其朝向,在外侧2条带状光纤15上分别印有O和X标记。

在图3A至图3K只示出一个翻转节距P,其接续的下一个翻转节距可以相反方向的图3K至图3A说明其情况,以下其它的节距则交互反复形成。

在SZ螺旋形槽13的翻转部分之间的中央部分19处,有如图3F所示那样,带状光纤15以带面朝着SZ螺旋形槽13槽底之状态容装在SZ螺旋形槽13中。如图3A和图3K所示,在SZ螺旋形槽13翻转部分17处,则是带状光纤15以光纤带的侧缘朝着螺旋形槽13之槽底状态(光纤带直立在槽中的状态)被容置在SZ螺旋形槽中。不过,图3A与图3K

中的带状光纤15相对于SZ螺旋形槽13的朝向相反。也就是说,图3A中与带状光纤15带O和X标记一侧相对的那侧朝向槽底,而图3K中则是带状光纤15带O和X标记的这侧朝向槽底。总之,这种情况在翻转部分那里,若假定原来以带面朝着槽底而置于槽内,在此则以位于"翻转部分的槽之弯曲内侧"一边的光纤带侧缘朝向槽底。

被容置在SZ螺旋形槽13内的带状光纤,无论在SZ螺旋形槽13的翻转部分17,亦或在翻转部分之间的中央部分19,都应在主带面被弯曲的方向上弯曲。于是,这种情况是带状光纤15朝带的侧缘方向弯曲最少的情况。

而且,如此把带状光纤15容装在SZ螺旋形槽中的方法,在带状光纤15上产生的扭绞最少。初看图3A至图3K,SZ螺旋形槽13中的带状光纤15层叠体似是回转扭绞着的,实际上在图1B中的a-a线至d-d线间和h-h线至k-k线之间,只是SZ螺旋形槽13的朝向发生变化,而带状光纤15的方向几乎没有变化。这意味着,带状光纤15在所述区间内没有附加扭曲;仅在d-d线至h-h区间带状光纤15上有附加扭曲。也即,在整个翻转角 $\theta=300^\circ$ 内,仅在 $90^\circ-210^\circ$ 内有扭曲。

现有光缆中,从一个翻转部分到下一个翻转部分之间的各处都在带状光纤上附加扭曲。与之比较,本发明的第一种具体实施方式之光缆,大幅度减少了带状光纤的附加扭曲;在一个翻转节距上减少了 $(\theta=300^\circ)-120^\circ=180^\circ$ 的扭曲。

翻转角 θ

以下说明带槽衬套的槽之翻转角 θ 。带状光纤15从侧缘朝向SZ螺旋形槽13槽底的图3A状态变成带面朝向槽底的图3D状态,SZ螺旋形槽13的朝向须转过 90° 。同样,从图3H状态变至图3K状态,SZ

螺旋形槽13的朝向也须转过 90° 。换句话说,为使带状光纤15在槽13翻转部分17处的带之侧缘朝向槽底,得到在翻转部分之间的中央部分19处的带面朝向槽底的状态,必须使翻转部分两侧各自的槽之朝向至少沿带槽衬套圆周方向转过 90° 。

因此,带槽衬套11的SZ螺旋形槽13的翻转角需大于 180° 。就 $\theta=180^\circ$ 而言,带状光纤15为全无附加扭曲的情况。如前所述,槽13翻转角的上限希望在 360° 下。因此,通常将翻转角设定在 180° 至 360° 范围的适当值。较好的翻转角是 $210^\circ-300^\circ$;最好是 $270^\circ-300^\circ$ 。在如此的最佳翻转角 θ 时,带状光纤15的扭曲范围很窄,其有关应力也很小,不易发生形变。

图3A至图3K所示二螺旋形槽13的朝向与带状光纤15的朝向关系是理想的情况。实际上,由于带状光纤15在槽13内是自由的,会因带状光纤15自身的弹性、刚性或因翻转部的弯曲力等,使它在槽13内向着最稳定状态的方向变化。图4A至图4K表示这样的具体示例。图4A至图4K分别是与图3A至图3K对应的图1B中a-a线至k-k线的断面图。

如图4F所示,带状光纤15在SZ螺旋形槽13的翻转部分之间的中央部分19处,以带面朝向槽底的状态被容装于槽13中。这点与图3F所示情况相同。从图4F所示状态开始,槽13的转向转过 $+90^\circ/-90^\circ$,即如图4C和图4I所示,SZ螺旋形槽13中的带状光纤15变成在槽内呈大致直立状态。而如图4A及图4K所示,在槽13的翻转部分17处,带状光纤15相对于SZ螺旋形槽13底面由直立状态变成倒向翻转部分17的槽之弯曲内侧17a一边的状态。

本发明所谓"带状光纤15在槽13翻转部分17处以光纤带侧缘朝

向槽底的状态被容装在槽13中",包括图4A、图4K状态。

图3和图4示出了SZ螺旋形槽13翻转部分17处,带状光纤15层叠体的侧面全部或一部分与槽底接触,但由于带状光纤15有关张力或SZ螺旋形槽13翻转角 θ 的大小,也有带状光纤15层叠体不接触槽底而自槽底浮起的情况。图5A和图5B就是表示这种情况的断面图。其中图5A是表示图3A带状光纤层叠体侧面从SZ螺旋形槽13槽底浮起情况的断面图,图5B则是表示图4B带状光纤15层叠体侧面从槽底浮起情况的断面图。标码17a表示翻转部分17弯曲的内侧,标码17b表示翻转部分17弯曲的外侧。本发明中有关"带状光纤在翻转部分以光纤带侧面朝着槽底的状态被容装在槽中"的表现,也意味着图5A和图5B所示带状光纤从SZ螺旋形槽13槽底浮起的情形。

容置在SZ螺旋形槽13内的带状光纤15层叠体,因其多条带状光纤15是彼此不限定的,所以就有各带状光纤15侧面从不错开的完整层叠情况成为侧面多少错开些的情况。图6A和6B示出这种情况的SZ螺旋形槽13和带状光纤15的断面图。其中图6A表示带状光纤15层叠体与SZ螺旋形槽13槽底接触着的情形,带状光纤15层叠体的叠层状态多少有些错开,而图6B表示带状光纤15层叠体从SZ螺旋形槽13槽底浮起的情形,带状光纤15层叠体的叠层状态多少有些错开。本发明中有关"带状光纤在翻转部分以光纤带侧缘朝着槽底的状态被容装在槽中"的表现,也包含图6A和图6B所示带状光纤层叠体有错开的情形。

带槽衬套尺寸

以下说明带槽衬套的槽的尺寸。

为了在带槽衬套13中获得带状光纤15 的带面朝槽底状和带的侧面朝槽底状,最好使槽13中带状光纤15的层叠体其叠层情况不被破坏地相对改变朝向。一方面,要使槽13的断面尺寸沿其长度方向变化,从带槽衬套的制造上是极难的。所以,令槽13 的尺寸沿整个长度都一样,可按下述设定带槽衬套槽13的尺寸。

这就是将SZ螺旋形槽13的断面尺寸设定为容装在SZ 螺旋形槽13中带状光纤15层叠体(含一层情况)断面外接圆之尺寸大小。可如下确定带槽衬套11之槽13的尺寸。

如图7所示,当带状光纤15宽为W、厚为T、叠层数为N(图7例中N=3)时,将所述带槽衬套11之槽13的断面尺寸设定为其槽的内接圆(与槽底面及二侧面相接的圆)直径E与槽深D满足下式:

$$D \geq E \geq [W^2 + (NT)^2]^{1/2} \quad (\text{mm}) \quad \dots\dots (1)$$

特别是如图8所示者,在所述带槽衬套的SZ螺旋形槽13 为矩形的情况下,带状光纤宽为W、厚为T、叠层数为N(图8例中N=3)时,为了得到槽内接圆直径E、槽宽B等,设定槽宽B与槽深D满足下式:

$$D \geq B \geq [W^2 + (NT)^2]^{1/2} \quad (\text{mm}) \quad \dots\dots (2)$$

也就是说,使SZ螺旋形槽13的宽度B和和深度D比N 层带状光纤15的对角线L之长 $[W^2 + (NT)^2]^{1/2}$ 大。如此设定SZ螺旋形槽13 的尺寸,因为槽13的宽度B和深度D都比带状光纤15层叠体的对角线长度大,所以槽13中的带状光纤15层叠体的叠层状态不会被破坏,也不会产生过分的应力;相对朝向可能变化,但没有使带状光纤15 扭曲的应力,不会发生形变。

另外,若采用挤压成型法制造带槽衬套11,则在槽13 翻转部分17处的槽13两个侧壁朝翻转部分17的弯曲内侧17a一方倾斜。槽13

之翻转部分17处发生如此之倾斜,不会妨碍容纳带状光纤15层叠体。在槽13翻转部分17处发生槽13倾斜的情况下,可将槽13翻转部分17以外其它部分的槽13宽度B和深度D设定满足关系式(2)。

第一种具体实施方式的实施例1

以下根据上述第一种具体实施方式揭示具体实施例。

图9A和图9B 表示本发明光缆第一种具体实施方式的更为具体的断面结构。图9A是图1Bf-f线处槽13翻转部分之间中央部分19那里的断面图,图9B是图1B a-a线或k-k线处槽13翻转部分17 那里的断面图。

带槽衬套11A为聚乙烯挤压成型体,中心处有钢绞线的张力元件21。带槽衬套11A外径为15.8mm,槽底直径10mm。SZ螺旋形槽13A并不具有如图3至图5图解所示的矩形断面,而是开口宽,底部窄的槽。这种槽13A的断面尺寸为槽底宽1.3mm,槽上端宽1.5mm,槽深2.3mm。槽13A的翻转角 θ 约为 300° ,翻转节距P约为240mm。

带槽衬套11A中被形成8条槽13A,其中一条槽13A容装4条带状光纤15的层叠体,而与此槽13A隔两个的槽13A容装2条带状光纤15的层叠体。如图9A所示那样,在槽13A翻转部分之间的中央部分19处,带状光纤15层叠体的带面向着槽底,而如图9B所示那样,在翻转部分17处,则为光纤带的侧缘向着槽底容装于槽13A中。各带状光纤15均以不受张力的状态被容装于槽13A内。标码23表示压紧筒,标码25表示外护套。

如图10A所示,各带状光纤15在平行配置着的4芯光纤27上加以共同覆盖层29;其断面尺寸为宽1.1mm、厚0.4mm。图10D 图解地示

出4条带状光纤层叠体的断面尺寸,图10B图解地示出2条带状光纤层叠体的断面尺寸。

试制图9所示之光缆,在把带状光纤15置入带槽衬套11A中,包以压紧筒23阶段和加以外护套25阶段,测定各带状光纤15的传输损耗。测量波长 λ 为 $1.55\mu\text{m}$,结果如表1所示。

[表 1]

		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
2条带状光纤层叠	平均	0.23 dB/Km	0.22 dB/Km
	最小	0.21	0.19
	最大	0.27	0.25
4条带状光纤层叠	平均	0.23	0.24
	最小	0.19	0.19
	最大	0.26	0.28

传输损耗的标记值平均在0.25dB/Km以下,足可认为本发明光缆有十足之性能。

第一种具体实施方式的实施例2

以下根据上述第一种具体实施方式揭示另一具体实施例。

制作条件图解地示于图11A和图11B中,SZ螺旋形槽13A 翻转部分处有如图5和图6所示那样,为带状光纤15层叠体浮起于槽底的状态。但是,在这种情况下,传输损耗也在0.25dB/Km以下,足可确认

本发明光缆有十足之性能。

第一种具体实施方式的实施例3

以下根据上述第一种具体实施方式揭示第3具体实施例。

图12A至图12C表示本发明光缆的又一实施例。图12A是SZ螺旋形槽13一个翻转部分17处的断面图(相当于图1B a-a线断面处),图12B是槽13翻转部分之间的中央部分19处的断面图(相当于图1B f-f线断面处),图12C是槽13另一翻转部分17处的断面图(相当于图1B k-k线断面处)。

带槽衬套11为聚乙烯挤压成型体,中心处有单钢线张力元件21。带槽衬套11的外径为10.8mm,槽底直径8.0mm。SZ螺旋形槽13的断面尺寸为槽宽2.0mm、槽深1.4mm。槽13的翻转角 θ 约为 290° ,翻转节距P约为250mm。

带槽衬底11上形成5条SZ螺旋形槽13,第一条槽13中容纳1条带状光纤15,第二条槽13中容纳2条带状光纤15的层叠体,第三条槽13中容纳3条带状光纤15的层叠体,第四、第五条槽13中分别容纳2条带状光纤15的层叠体。带状光纤15或者其层叠体被容装在槽13内,如图12B所示,在槽13翻转部分之间的中央部分处,带面向着SZ螺旋形槽13槽底,在翻转部分17处,则如图12A和图12C那样,是在倾斜状态下光纤带侧缘向着槽底的。各条带状光纤15均在不受张力的情况下被置于槽13中。另外,标码23表示压紧筒,标码25表示外护套。

如图10A所示,各带状光纤15在4芯光纤27上加有共同覆盖层29,断面尺寸为宽1.1mm、厚0.4mm。2条带状光纤15层叠体的断面尺寸如图10B所示,3条带状光纤15层叠体的断面尺寸如图10C所示。

试制上述光缆,把带状光纤15容装于带槽衬套的槽13中,在包

以压紧筒23阶段和加以外护套阶段测定各带状光纤15的传输损耗。
测量波长 λ 为 $1.55\mu\text{m}$,结果如表2所示。

[表 2]

	槽的编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
1层带状 光纤	第1槽	平均 最小 最大	0.20 dB/km 0.19 0.21	0.21 dB/km 0.20 0.22
2层带状 光纤层 叠	第2槽	平均 最小 最大	0.22 0.21 0.24	0.22 0.21 0.23
	第4槽	平均 最小 最大	0.22 0.21 0.24	0.23 0.22 0.25
	第5槽	平均 最小 最大	0.22 0.21 0.24	0.22 0.21 0.23
3层带状 光纤层 叠	第3槽	平均 最小 最大	0.23 0.22 0.25	0.23 0.22 0.25

传输损耗的标记值平均在0.25dB/km以下, 足可确认本发明光缆有十足之性能。

第一种具体实施方式的实施例4

以下根据上述第一种具体实施方式描述第4具体实施例。

制作条件图解地示于图13A至图13C中, SZ螺旋形槽13翻转部分处有如图5和图6所示那样, 为带状光纤15层叠体浮起于槽底的状态。但是, 在这种情况下, 传输损耗也在0.25dB/km以下, 足可确认本发明光缆有十足之性能。

第二种具体实施方式

图14A和图14B表示本发明光缆的第二种具体实施方式。

图14A是SZ螺旋形槽13翻转部分之间中央部分的断面图(相当于图1B f-f断面处), 图14B是槽13翻转部分的断面图(相当于图1B a-a线断面处或k-k线断面处)。

第二种具体实施方式是将多条带状光纤15 的层叠体被容置于带槽衬套11之SZ螺旋形槽13中, 该层叠体的各带状光纤的侧面以并排成面方式顺着由泡沫塑料等制成的缓冲性保护带31放置。这样的带状光纤的侧面不直接紧压在槽底或槽壁上, 在带状光纤15上产生应力和形变的可能性就非常小, 这对抑制传输损耗是有效的。

第三种具体实施方式

图15表示本发明光缆的第三种具体实施方式。

这第三种具体实施方式, 作为带槽衬套11采用诸如将多个各自带槽13的扇形槽部件33成SZ扭绞于张力元件21周围, 扭合而成。除此之外的构造与图9A和图9B图示之光缆相同, 对相同部分付以相同标码, 并省略对构成部件的说明。

另外,以上实施方式中说明了使用厚度为0.4mm 之带状光纤的情况,但本发明中可使用其它厚度的带状光纤。例如,使用4芯的、厚0.25-0.27mm、宽1.1mm之带状光纤(即由光纤外径为0.25mm的光纤构成厚度与此外径大致相同的带状光纤);一条槽内容装有5条带状光纤的层叠体,槽宽1.6mm、槽深1.6mm;具有五条槽的带槽衬套外径可为约11mm。这样,可提高带状光纤容装密度,同时还有可防止因外力而使衬套切口末端处带状光纤配列混乱的效果。另外,在这种尺寸的光缆中带状光纤的传输损耗,在"包以压紧筒阶段"平均为0.21dB/Km,最小0.19dB/Km,最大0.25dB/Km,在"加以外护套阶段"平均为0.20dB/Km,最小0.19dB/Km,最大0.24dB/Km。

第四种具体实施方式

图16A-C表示本发明光缆的第四种具体实施方式。图16A 是槽13一个翻转部分那里的断面图(相当于图1B a-a线断面处),图16B是槽13翻转部分之间的中央部分处的断面图(相当于图1B f-f线断面处),图16C是槽13另一翻转部分处的断面图(相当于图1B k-k 线断面处)。

这种光缆是在带槽衬套11上所形成的多条SZ螺旋形槽13中,一部分槽容纳带状光纤15,另一部分槽中容纳着单芯光纤35,同时充填胶状物37。

带槽衬套11为聚乙烯挤压成型体,中心处有张力元件21。带槽衬套11外径15.6mm。槽13的断面尺寸:槽底宽度与槽上端宽度相等的第1、4、5、6条槽是槽宽2.4mm、槽深3.4mm;槽上端宽度比槽底宽度大的第2、3条槽是槽底宽2.0mm、槽上端宽4.3mm、槽深3.4mm。槽13的翻转角 θ 约为 280° ,翻转节距P约为250mm。

第1、4条槽13装有3条成层叠状的带状光纤15;第2、3条槽13装有第4根单芯光纤35,同时充填胶状物37。带状光纤15被容装在槽13内,如图16B所示那样,在槽13翻转部分之间的中央部分,带面向着槽底;如图16A、C所示那样,在翻转部分处,光纤带侧面成倾斜状态向着槽底。各条带状光纤15均以不受张力之状态被容置在槽13内。另外,标码23为压紧筒,标码25为外护套。

如图10A所示者,各带状光纤15在4芯光纤27上加有共同覆盖物29,其断面尺寸宽为1.1mm、厚0.4mm。3条带状光纤15层叠体的断面尺寸如图10C所示。单芯光纤35为外径0.9mm之尼龙包覆线。

试制上述光缆,把带状光纤15以及单芯光纤35容装于带槽衬套11中,在包以压紧筒23阶段和加以外护套25阶段测定各光纤的传输损耗。测量波长 λ 为1.55 μm 。

结果,带状光纤传输损耗为:在"包以压紧筒阶段"平均0.22dB/Km,最小0.20dB/Km,最大0.24dB/Km;在"加以外护套阶段"平均0.23dB/Km,最小0.21dB/Km,最大0.24dB/Km。单芯光纤的传输损耗为:在"包以压紧筒阶段"平均0.21dB/Km,最小0.20dB/Km,最大0.21dB/Km;在"加以外护套阶段"平均0.22dB/Km,最小0.21dB/Km,最大0.23dB/Km。足以确认这种光缆也有十足之性能。

鉴于槽的特点,当把单芯光纤放在SZ螺旋形槽内时,一般会使其布设状态处于不稳定状态,但本实施例的单芯光纤不仅被置放在槽内,还充填着胶状物,可使单芯光纤处于半固定状态,而得到性能稳定的光缆。

第五种具体实施方式

图17A至17C表示本发明光缆的第五种具体实施方式。图17A是

槽13一个翻转部分处的断面图(相当于图1B a-a线断面处), 图17B是槽13一个翻转部分之间的中央部分处的断面图(相当于图1B f-f线断面处), 图17C是槽13另一翻转部分处的断面图(相当于图1B k-k线断面处)。

这种光缆, 在带槽衬套11上形成的多条SZ螺旋形槽13中容装有带状光纤15, 同时充填有胶状物37。这样的光缆结构具有充分抑制由于胶状物所致光缆中的游动性的效果。

第六种具体实施方式

由于架设时光缆中的张力, 要使其影响不波及光纤, 使SZ螺旋形槽中的带状光纤15沿长度方向有多余的长度则是有效的。

使带状光纤15有多余的长度, 就会如图18所示那样, 有使处于SZ螺旋形槽13中的带状光纤15发生如蛇行样"周期性折曲(起伏)"的可能性。若SZ螺旋形槽13中带状光纤15的起伏是沿长度方向均匀发生的, 则槽13内的带状光纤15可近似描绘成正弦曲线。这里, 设起伏的正弦曲线之节距为 P_a , 起伏的幅度为 a , 槽13中心轴线方向为 X 轴, 则以下式近似表示起伏:

$$f(x) = aX \sin(2\pi X/P_a) \quad \dots (3)$$

这时, 余长率 β 与起伏节距 P_a 及起伏幅度 a 的关系可由下式近似表示:

$$\beta = \left(\int_0^{P_a} \left\{ 1 + \left(\frac{2\pi a}{P_a} \right)^2 \cos^2 \left(\frac{2\pi X}{P_a} \right) \right\}^{1/2} dX \right) / P_a - 1 \times 100 \quad (96) \quad \dots (4)$$

起伏折曲(下称宏观折曲)的最小曲率半径 ρ 由下式近似表示:

$$\rho = (Pa/2\pi)^2/a \quad \dots (5)$$

如果光纤直径为d, 由曲率半径 ρ 的弯曲所生的光纤畸斜度 ε 就可由下式近似表示:

$$\varepsilon = d/(2\rho) \quad \dots (6)$$

考虑到长期可靠性时, 重要的在于将因光纤的宏观折曲所生的折曲畸斜度 ε 控制在0.1%以下。为此, 应结合槽13的尺寸决定多余的长度。

由(4)、(5)、(6)三式, 在将余长率 β 的宏观折曲所生之折曲畸斜率控制在0.1%以下的情况下, 起伏幅度a的最大值可由下式近似表示:

$$a = (\beta + 0.1)^2/0.16 \quad \dots (7)$$

另外, 由于带状光纤15的层叠体(厚度NT) 要容许起伏的幅度a在槽13内, 所以必须由下式设定槽13的内接圆直径E和槽深D:

$$D \geq E \geq 2a + NT \quad (\text{mm}) \quad \dots (8)$$

因此, 为了把在余长率为 β 时的宏观折曲所生折曲畸斜率控制在0.1%以下, 可如上式(8)设定槽13的尺寸。

由(7)式和(8)式有:

$$D \geq E \geq \{(\beta + 0.1)^2/0.08\} + NT \quad (\text{mm}) \quad \dots (9)$$

另有

$$D \geq E \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm}) \quad \dots (1)$$

当槽的形状为矩形时, 槽内接圆直径E等于槽宽B, 槽宽B与槽深D有下式之关系。但如图10C和图10D所示那样, 有带状光纤15 层叠体(厚度NT) 的尺寸比带状光纤15的宽度W大的例子。

$$D \geq B \geq 2a + NT \quad (\text{mm}) \quad \dots (10)$$

因此,当余长率为 β 时,为了把宏观折曲所生折曲畸斜率控制在0.1%以下,可由上述(10)式设定槽13的尺寸。由(7)式和(10)式导出(11)式,于是,槽13的宽度B和深度D同时满足(2)式和(11)式。例如,将4芯带状光纤15(宽 $W=1.1\text{mm}$,厚 $T=0.4\text{mm}$)以1至5条层叠而容置于一个槽13中,则由(2)式和(11)式得到表3所示之与余长率 β 有关的槽13宽度B及深度D的最小必要尺寸值。表3中有记号 $\triangle$ 者为(2)式确定的值,无 $\triangle$ 记号者为(11)式确定的值。

$$D \geq B \geq \{W^2 + (NT)^2\}^{1/2} \quad (\text{mm}) \cdots (2)$$

$$D \geq B \geq \{(\beta + 0.1)^2 / 0.08\} + NT \quad (\text{mm}) \cdots (11)$$

[表 3]

余长率 β	1层槽	2层槽	3层槽	4层槽	5层槽
0.05%	1.2mm	1.4mm	1.6mm	2.0mm	2.3mm
0.10	1.2	1.4	1.7 $\triangle$	2.1 $\triangle$	2.5 $\triangle$
0.15	1.2 $\triangle$	1.6 $\triangle$	2.0 $\triangle$	2.4 $\triangle$	2.8 $\triangle$
0.20	1.6 $\triangle$	2.0 $\triangle$	2.4 $\triangle$	2.8 $\triangle$	3.2 $\triangle$

因为布设光缆时的最大负荷一般相当于0.2%的伸长形变负荷,所以希望余长率 β 高于0.2%。

再有,在光缆架空的情况下,相对于高温、有风时的光缆伸长,要求光行的伸长形变在0.1%以下。这里,对于大约0.2%的光缆伸长(高温、有风时),为使带状光纤15的形变低于0.1%,希望余长率 β 高于0.1%。如果余长率在0.2%以上,则即使在最恶劣的条件下,光

纤也能处于近于无形变形状,保持无传输损耗的有效特性。

第六种具体实施方式的实施例1

图18示出引入多余长度的第六种具体实施方式,适用于图9A、图9B和同等的图19A、图19B所图解表示的光缆。图19A是图1B f-f线处的SZ螺旋形槽翻转部分之间的中央部分19的断面图,图19B是图1B k-k线处的SZ螺旋形槽翻转部分17的断面图。

这种光缆的带槽衬套11是聚乙烯挤压成型体,中心有钢绞线的张力元件21,外围有8条SZ螺旋形槽13。

虽然8条槽中第一条槽内有一条带状光纤15,第四条槽内有两条带状光纤15的层叠体,但各槽中所容纳的带状光纤层叠数是任意的。如图19A所示的那样,在槽13翻转部分之间的中央部分19处,带状光纤15带面向着槽底;而如图19B所示那样,在翻转部分17处,则是光纤带的侧缘向着槽底(正确地说,是假定原来以带面向着槽底置于槽内,现在以位于翻转部分的槽之弯曲内侧一边的光纤带侧缘朝向槽底)被容置于槽13中。标码23表示压紧筒,标码25表示外护套。

第六种具体实施方式的实施例2

以图19的光缆结构试制表4所示的三种光缆。

[表 4]

试制 件号	带槽衬套尺寸 mm				带状光 纤叠层 数N	余长 率 β %	所容装 的槽的 编号
	外径	槽底径	槽宽B	槽深D			
1	15.8	10.0	1.2~4.5	2.3	1层/槽	0.10	1和4
2	15.8	10.0	1.2~4.5	2.3	1层/槽	0.15	1和4
3	15.8	10.0	1.4~4.5	2.3	2层/槽	0.10	1和4

另外,表4中槽宽B的左边数值表示"槽底宽",右边数值表示"槽上端宽"。

三种光缆中任一种的带槽衬底11的槽13翻转角 θ 都是大约 300° , 翻转节距P约为240mm。

如图10A所示那样,使用的带状光纤为一条的情况下,在4芯光纤27上加以共同覆盖层29,断面尺寸为宽1.1mm,厚0.4mm。两条带状光纤15的层叠体断面尺寸图解地说明于图10B中。

试制上述三种光缆,各自都如图18所示那样,把具有多余长度的带状光纤容装在带槽衬套的槽13中,在包以压紧筒23阶段和加以外护套25阶段,测定各带状光纤的传输损耗。测量波长为 $1.55\mu\text{m}$; 结果示于图5A至表5C中。

[表 5A]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
1 1层带状 光纤 $\beta=0.10$ %	1	平均 最大 最小	0.21dB/Km 0.22 0.20	0.22dB/Km 0.22 0.21
	4	平均 最大 最小	0.21 0.21 0.20	0.22 0.23 0.21

[表 5B]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
2 1层带状 光纤 $\beta=0.15$ %	1	平均 最大 最小	0.22dB/Km 0.22 0.21	0.22dB/Km 0.23 0.21
	4	平均 最大 最小	0.21 0.22 0.20	0.23 0.24 0.21

[表 5C]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
3 2层带状 光纤叠层 $\beta = 0.10$ %	1	平均	0.22dB/Km	0.22dB/Km
		最大	0.23	0.23
		最小	0.20	0.21
	4	平均	0.22	0.22
		最大	0.23	0.23
		最小	0.21	0.20

传输损耗的标记值平均在0.25dB/Km以下，足以确认根据第六种具体实施方式的光缆有十足之性能。

第七种具体实施方式

图20A至图20C表示本发明光缆的第七种具体实施方式。图20A至图20C等同于图12A至图12C，但图20A至图20C引入多余长度。

图20A是槽13一个翻转部分处的断面图(相当于图1B a-a 线断面处)，图20B是槽13翻转部分之间中央部分的断面图(相当于图1B f-f线断面处)，图20C是槽13另一个翻转部分处的断面图(相当于图1B k-k线断面处)。带槽衬套11为聚乙烯挤压成型体，中心有单钢线张力元件21，外围有5条SZ型槽13。

5条槽13中分别是第1条槽容装有3条带状光纤15的层叠体，第2

条槽容装有2条带状光纤15的层叠体,第3条槽容装有1 条带状光纤15,第4条槽容装有2条带状光纤15的层叠体,第5条槽容装有1 条带状光纤15,不过,各槽所容装的带状光纤层叠数是任意的。

如图20B所示,在槽13翻转部分之间的中央部分19处,带状光纤15带面向着槽底;而如图20A和20C所示,在翻转部分17 处成倾斜状的光纤带侧面向着槽底;如此而被容装在槽13中。另外,标码23 是压紧筒,标码25是外护套。

依图20的光缆结构试制表6所示的五种光缆。

[表 6]

试制 件号	带槽衬套尺寸 mm				带状光 纤叠层 数N	余长 率 β %	容装的 槽编号
	外径	槽底径	槽宽B	槽深D			
4	10.4	8.0	1.2	1.2	1层/槽	0.10	1和2和4
5	10.4	8.0	1.2	1.2	1层/槽	0.15	1和2和4
6	10.9	8.0	1.4	1.4	2层/槽	0.10	1和2和4
7	11.3	8.0	1.6	1.6	2层/槽	0.15	1和2和4
8	11.4	8.0	1.7	1.7	3层/槽	0.10	1和2和4

所有五种光缆的带槽衬套之槽13的翻转角 θ 都是约为 290° , 翻转节距P约为250mm。

所用的带状光纤15如图10A所示,即在4芯光纤27上加以共同覆

盖层29,断面尺寸宽为1.1mm,厚为0.4mm。2条带状光纤15层叠体的断面尺寸示于图10B,3条带状光纤15层叠体的断面尺寸示于图10C。

试制上述五种光缆,对于每种光缆,均在将带状光纤容装于带槽衬套11A的槽中时,于包以压紧筒23阶段和加以外护套25阶段,测定各条带状光纤的传输损耗。测量波长为 $1.55\mu\text{m}$;结果示于表7至表11中。

[表 7]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
4 1层带状 光纤 $\beta=0.10$ %	1	平均	0.21dB/Km	0.22dB/Km
		最大	0.21	0.23
		最小	0.20	0.21
	2	平均	0.21	0.23
		最大	0.22	0.24
		最小	0.20	0.21
	4	平均	0.21	0.22
		最大	0.22	0.23
		最小	0.20	0.21

[表 8]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
5 1层带状 光纤 $\beta = 0.15$ %	1	平均 最大 最小	0.22dB/Km 0.23 0.21	0.22dB/Km 0.23 0.21
	2	平均 最大 最小	0.22 0.23 0.20	0.22 0.22 0.21
	4	平均 最大 最小	0.23 0.24 0.21	0.23 0.24 0.21

[表 9]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
6 2层带状 光纤叠层 $\beta = 0.10$ %	1	平均	0.23dB/Km	0.22dB/Km
		最大	0.23	0.23
		最小	0.22	0.21
	2	平均	0.21	0.22
		最大	0.21	0.23
		最小	0.20	0.21
	4	平均	0.21	0.22
		最大	0.22	0.23
		最小	0.20	0.20

[表 10]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
7 2层带状 光纤叠层 $\beta = 0.15$ %	1	平均 最大 最小	0.21dB/Km 0.22 0.20	0.23dB/Km 0.23 0.22
	2	平均 最大 最小	0.21 0.22 0.20	0.23 0.24 0.21
	4	平均 最大 最小	0.22 0.22 0.21	0.22 0.23 0.21

[表 . 11]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
8 3层带状 光纤叠层 $\beta = 0.10$ %	1	平均 最大 最小	0.21dB/Km 0.21 0.20	0.22dB/Km 0.23 0.21
	2	平均 最大 最小	0.21 0.21 0.20	0.22 0.22 0.21
	4	平均 最大 最小	0.22 0.22 0.21	0.22 0.23 0.21

传输损耗的标记值平均在0.25dB/Km以下，足以确认这种光缆有十足之性能。

第七种具体实施方式的试制例

继而按图20之光缆结构试制出表12所示之两种光缆。

[表 12]

试制件号	带槽衬套尺寸 mm				余长率 β %	带状光纤层叠数N	容装的槽编号
	外径	槽底径	槽宽B	槽深D			
9	10.8	8.0	2.0	1.4	0.15	1层/槽	1和3
10	10.8	8.0	2.0	1.4	0.10	1层/槽 2层/槽	1和3 2和4

任一光缆之带槽衬套的槽13的翻转角 θ 都是大约 290° ，翻转节距P为大约250mm。

所用带状光纤15均如图10A、图10B所示者。

与前面所述各实施方式相比，本实施方式的光缆之SZ螺旋形槽13的槽宽B更大些，提高了带状光纤落入(插入)带槽衬套11之SZ螺旋形槽13的速度，用为将带状光纤15插入SZ螺旋形槽13的导板。

试制上述两种光缆，对于每种光缆，均在将带状光纤容置于带槽衬套之槽中时，在包以压紧筒23阶段和加以外护套25阶段，测定各带状光纤的传输损耗。测量波长为 $1.55\mu\text{m}$ ；结果示于图13 和表

14中。

[表 13]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
9 1层带状 光纤 $\beta = 0.10$ %	1	平均	0.21dB/Km	0.22dB/Km
		最大	0.22	0.23
		最小	0.20	0.21
	3	平均	0.21	0.22
		最大	0.22	0.22
		最小	0.20	0.21

[表 14]

试制件号	槽编号		包以压紧筒阶段	加以外护套阶段
10 1层带状 光纤 $\beta = 0.10$ %	1	平均	0.22dB/Km	0.23dB/Km
		最大	0.22	0.24
		最小	0.21	0.21
	3	平均	0.21	0.22
		最大	0.21	0.22
		最小	0.20	0.21
10 2层带状 光纤叠层 $\beta = 0.10$ %	2	平均	0.22	0.23
		最大	0.23	0.23
		最小	0.21	0.22
	4	平均	0.22	0.22
		最大	0.23	0.22
		最小	0.20	0.21

传输损耗的标记值平均在0.25dB/Km以下，足以确认这种光缆有十足之性能。

第八种至第十一种具体实施方式

图21至图24 表示在把本发明光缆作为架空布设用的自支撑型光缆之结构的情况下的实施方式。

图21表示第八种实施方式,是将已加上压紧筒23的图20A 至图20C的光缆沿支撑线35并与之一起加上共同覆盖层37而成自支撑型光缆,所述覆盖层37的断面基本呈8字形。

图22表示第九种实施方式,是将已加上压紧筒23的图15的光缆沿支撑线35并与之一起加上共同覆盖层37而成自支撑型光缆,所述覆盖层37的断面基本呈8字形。

图23表示第十种实施方式,是用紧固钢绳41,沿图21或图22 所示的支撑线35将支撑线卷绕捆缚于图9、图11、图12、图13、图15、图16、图17、图19或图20所示的光缆39上,形成自支撑型光缆。

图24表示第十一种实施方式,是在图9、图11、图12、图13、图15、图16、图17、图19或图20所示的光缆39上,沿图21或图22所示支撑线35,于一定间隔设置模压成型件43,将光缆和支撑线二者一体化,形成自支撑型光缆。

另外,以上各实施方式中均使用有多条槽的衬套做为带槽衬套,但本发中使用的带槽衬套,其槽的数目并不受限制,比如,即使1 条槽没有也可。

再有,被容置于带槽衬套槽内的带状光纤层叠体,由于带状光纤彼此间不受约束,所以其叠层状态含有多少失去原形的情况。

按照上述说明,本发明中加于带状光纤上的扭曲主要在带面内,而朝使光纤带侧缘受到弯曲方向的折曲是很小的。同时,由于可使带状光纤保持多余的长度,就可将带状光纤的传输损耗抑制得充分

地小。由此,本发明对这种类型光缆的实用化方面实为特别之贡献。

图 1A

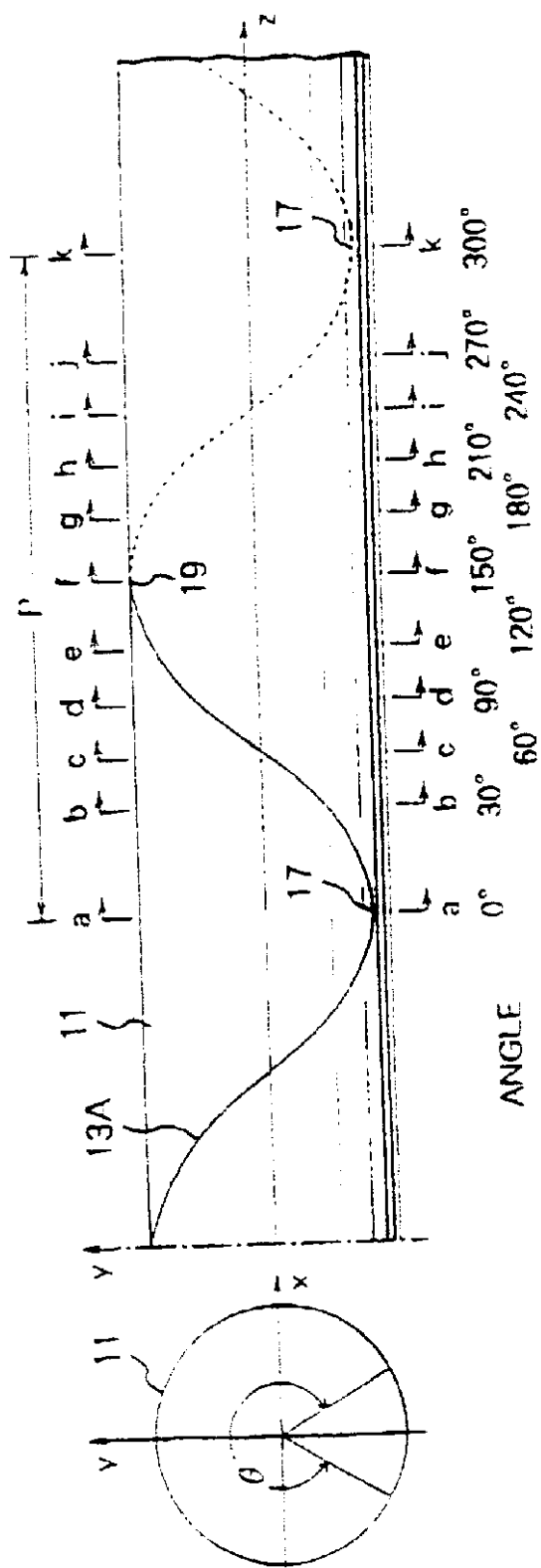


图 1B

图 2

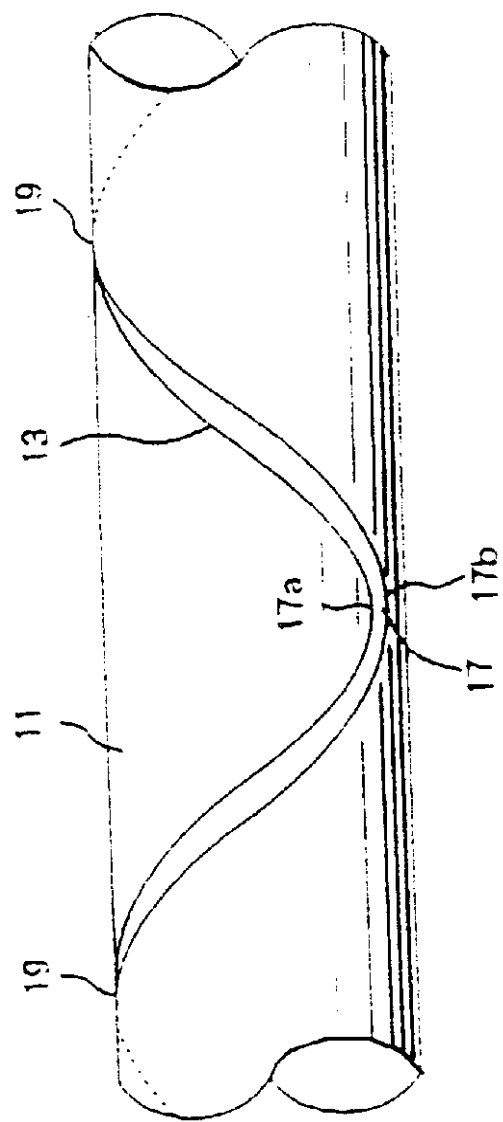


图 3G

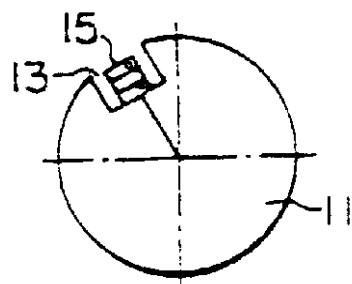


图 3F

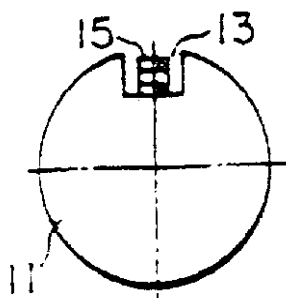


图 3E

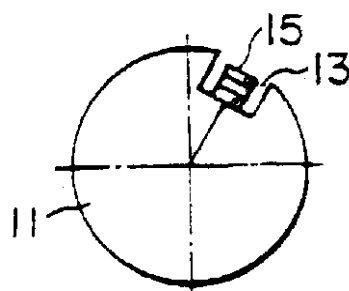


图 3H

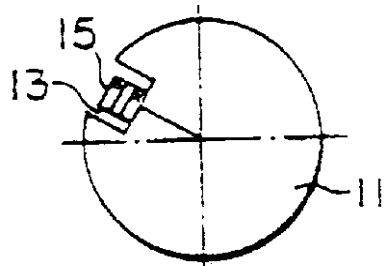


图 3D

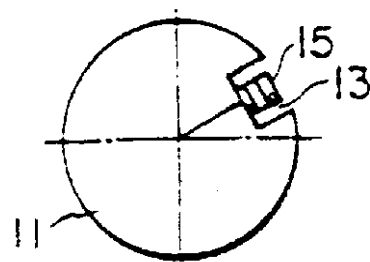


图 3I

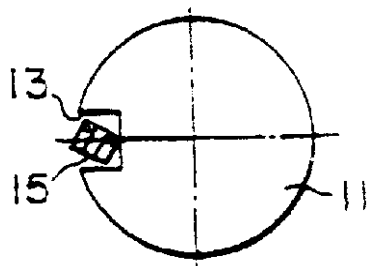


图 3C

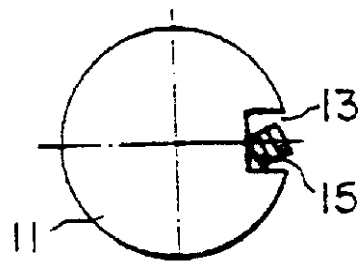


图 3J

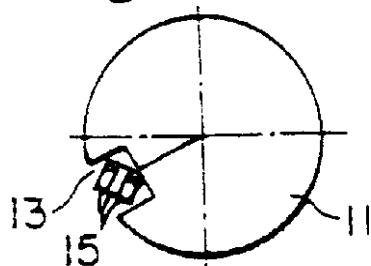


图 3B

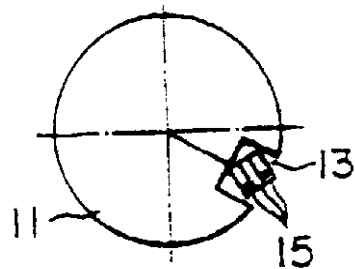


图 3K

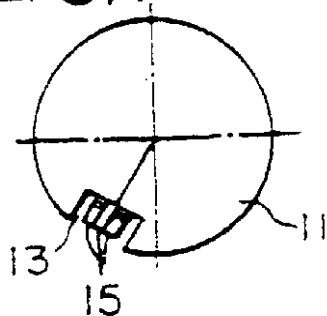


图 3A

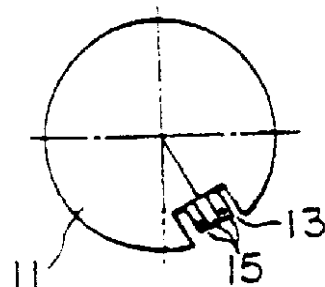


图 4G

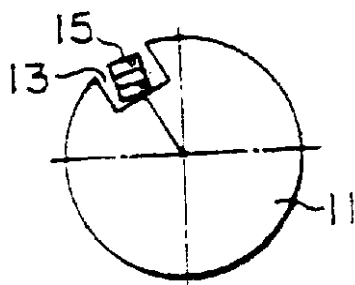


图 4F

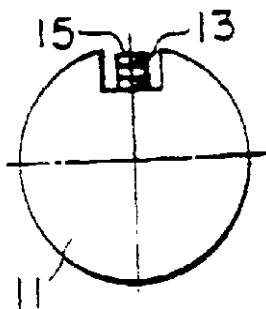


图 4E

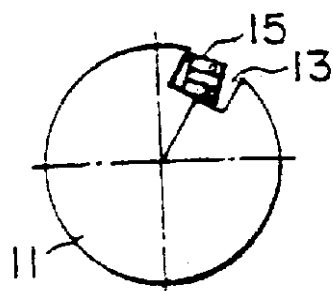


图 4H

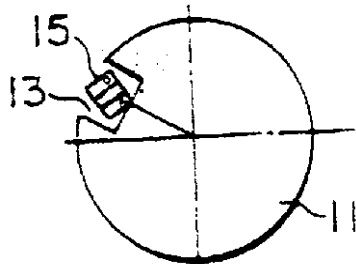


图 4D

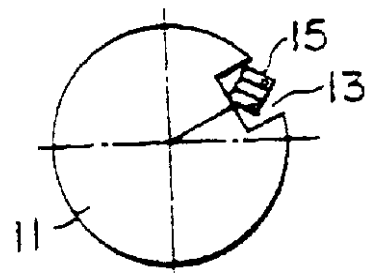


图 4I

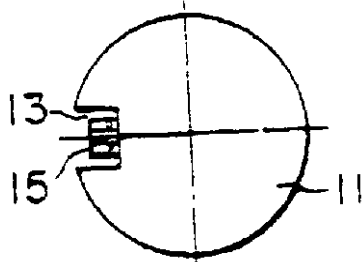


图 4C

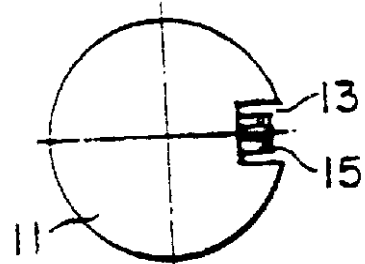


图 4J

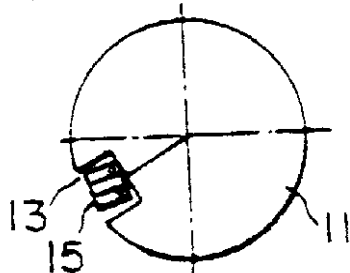


图 4B

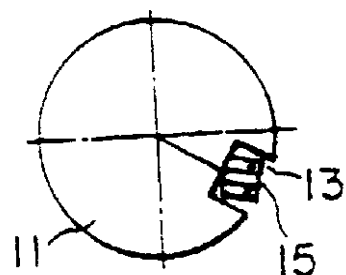


图 4K

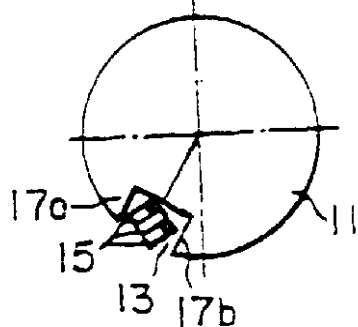


图 4A

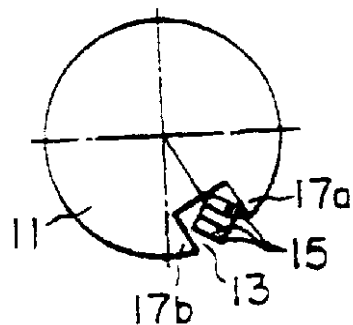


图 5A

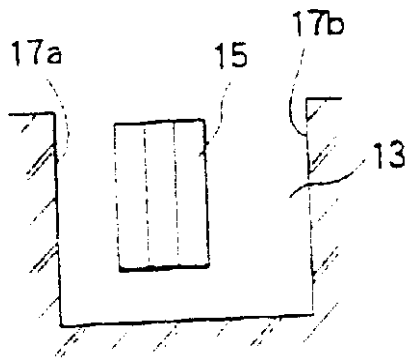


图 5B

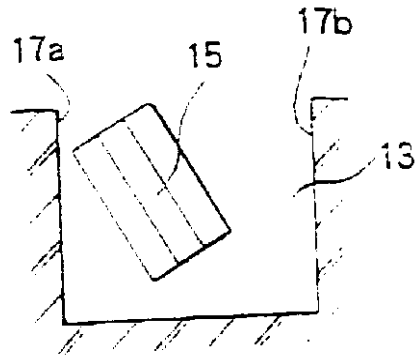


图 6A

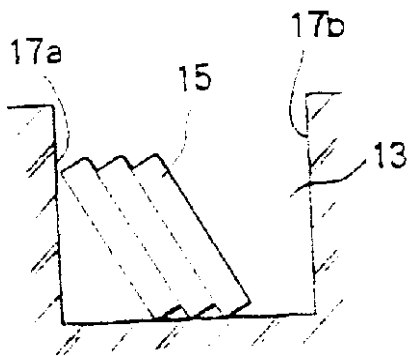


图 6B

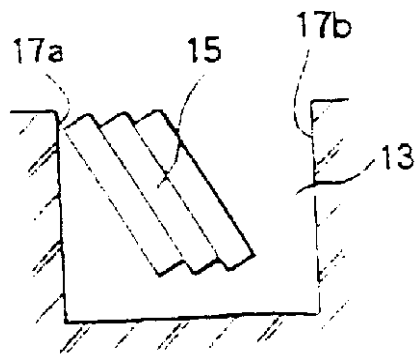


图 7

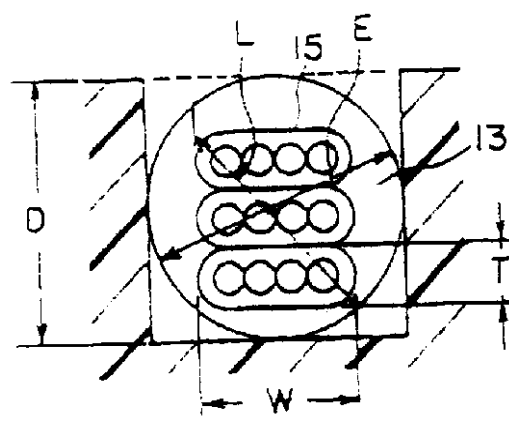


图 8

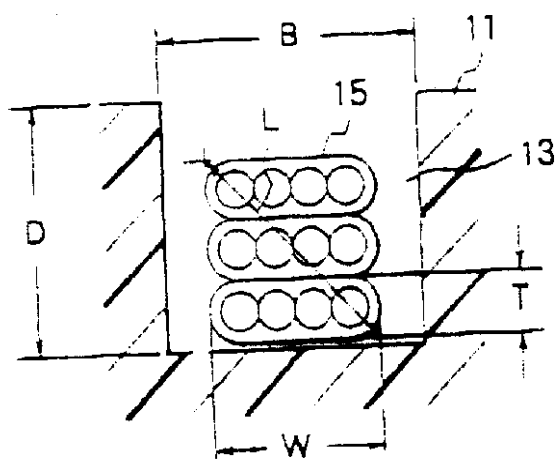


图 9A

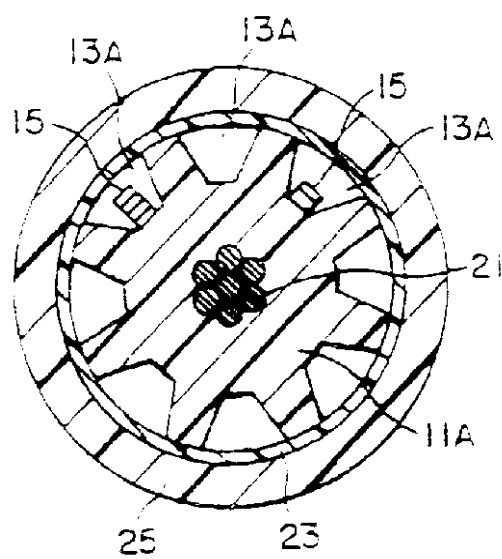


图 9B

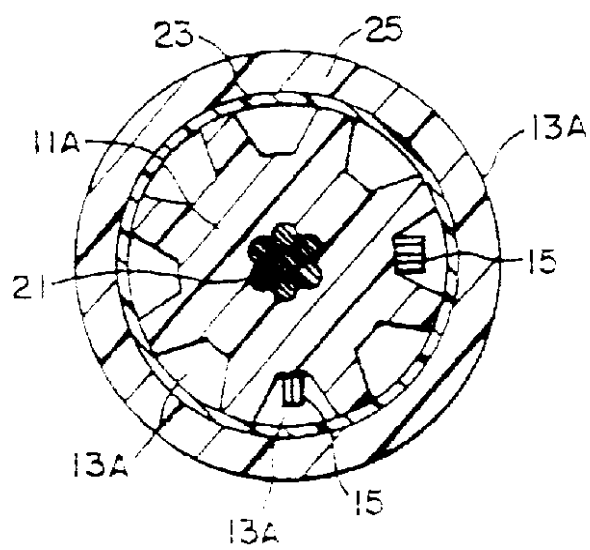


图 10A

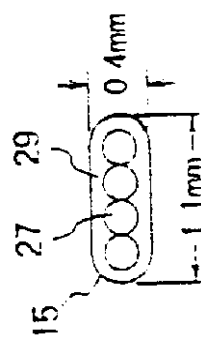


图 10B

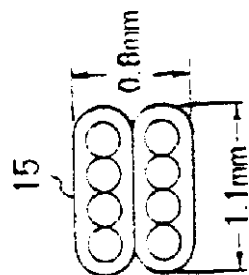


图 10C

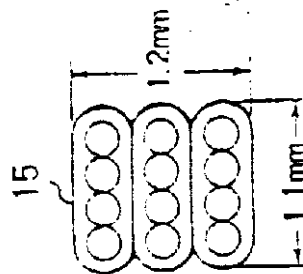


图 10D

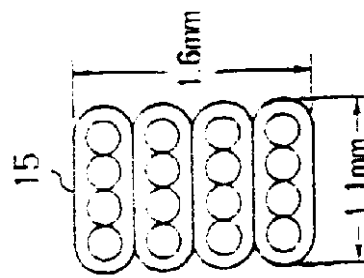


图 11A

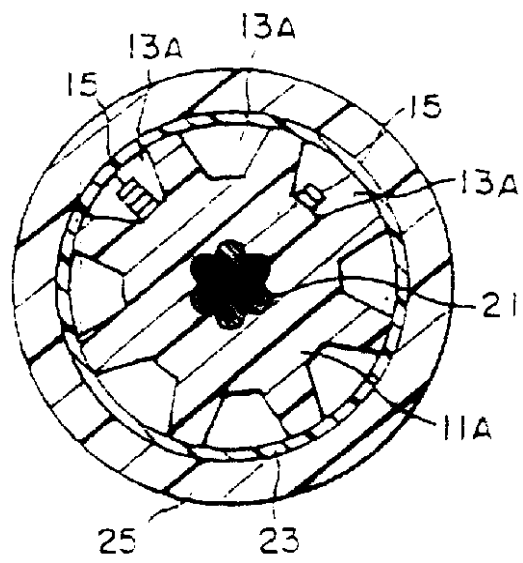


图 11B

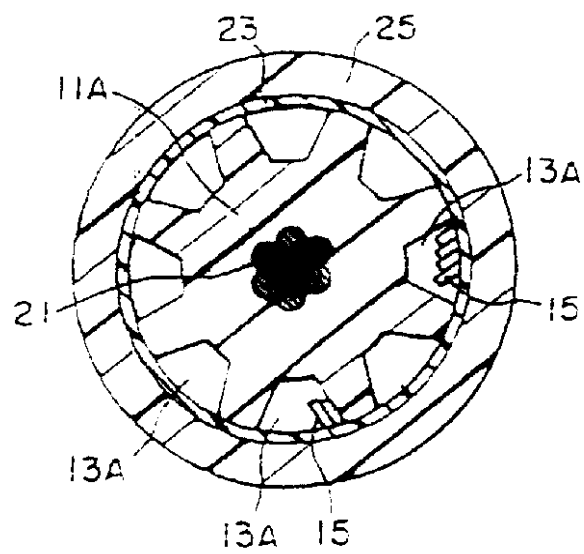


图 12B

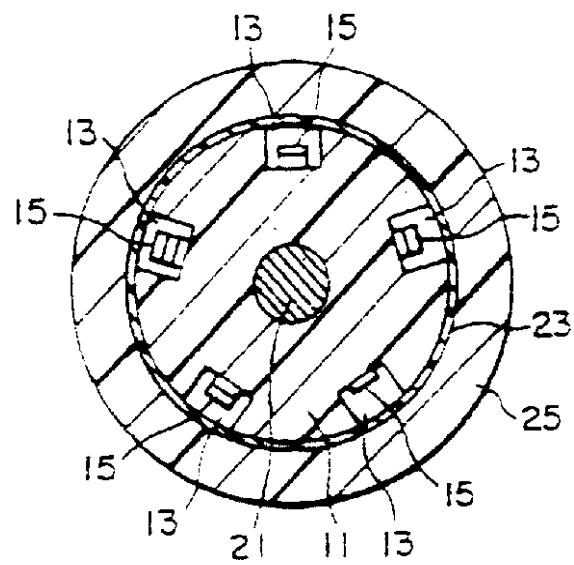


图 12C

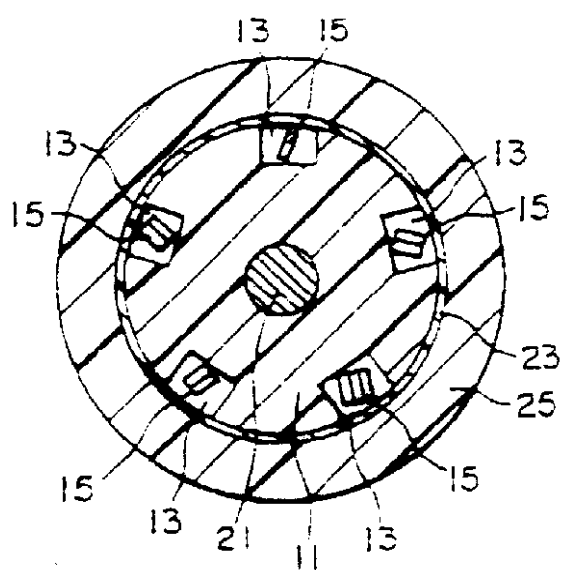


图 12A

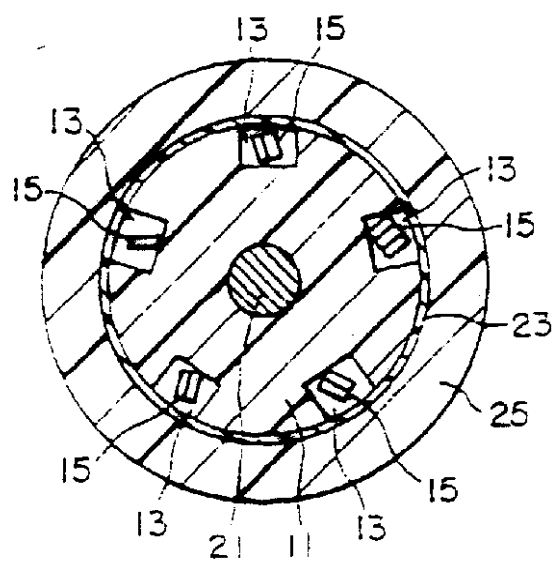


图 13B

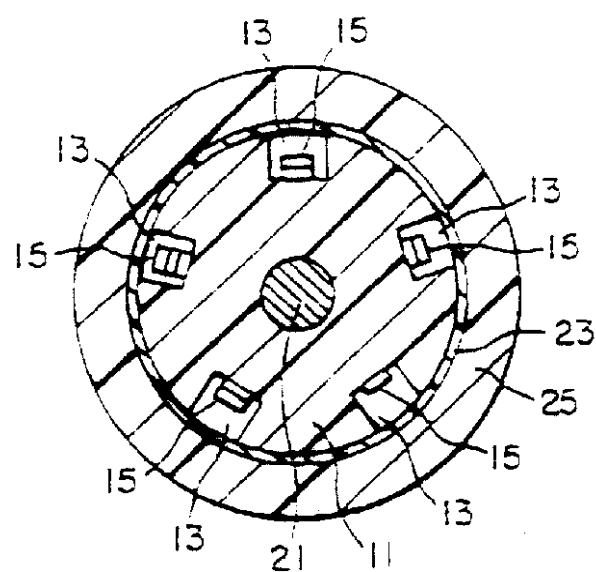


图 13C

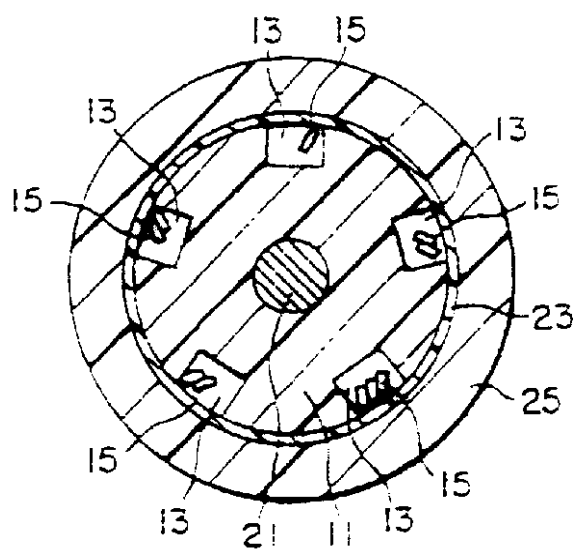


图 13A

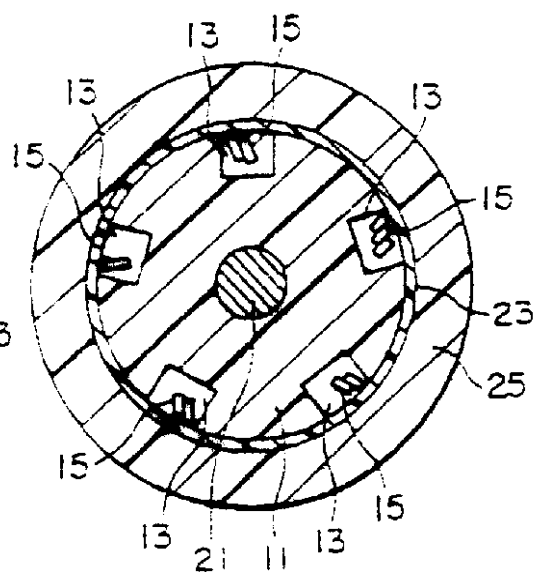


图 14A

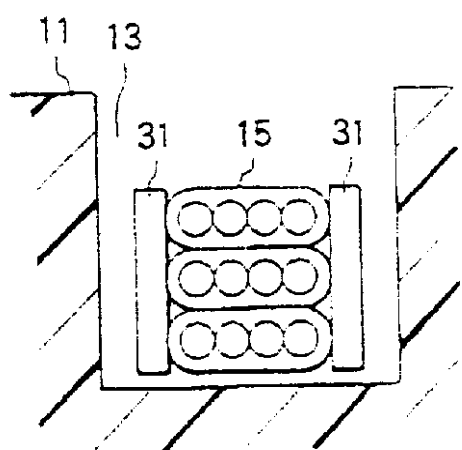


图 14B

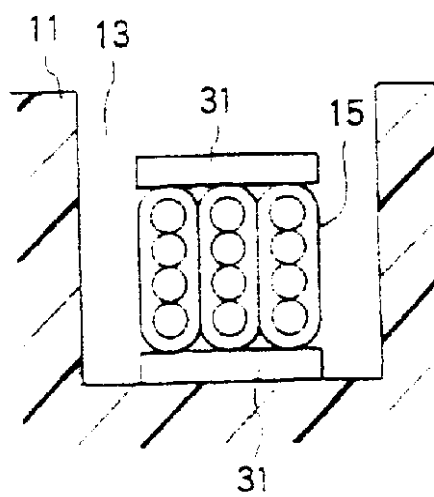


图 15

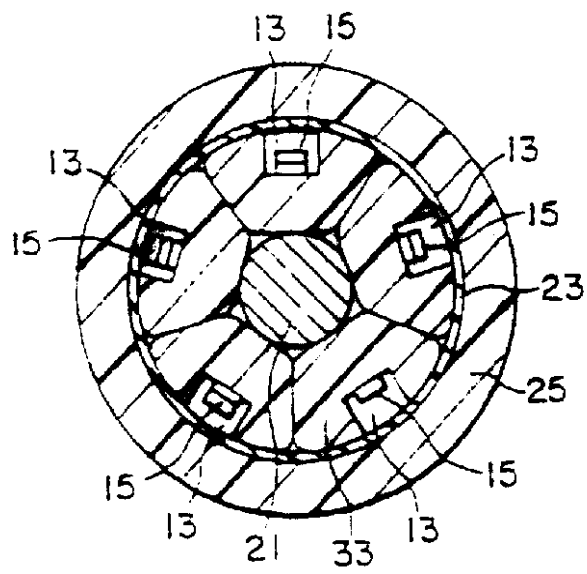


图 16B

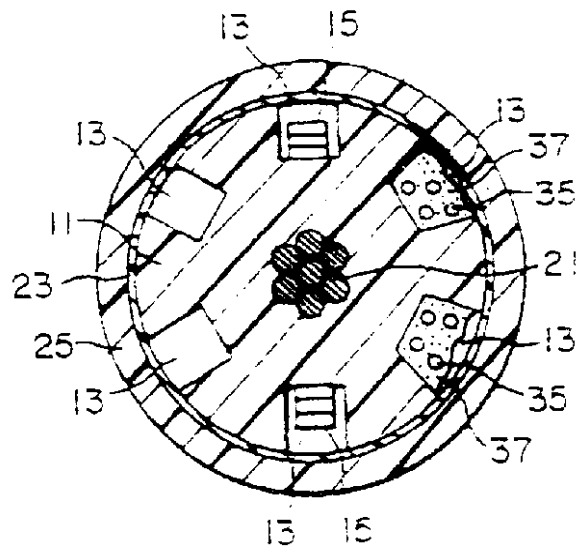


图 16C

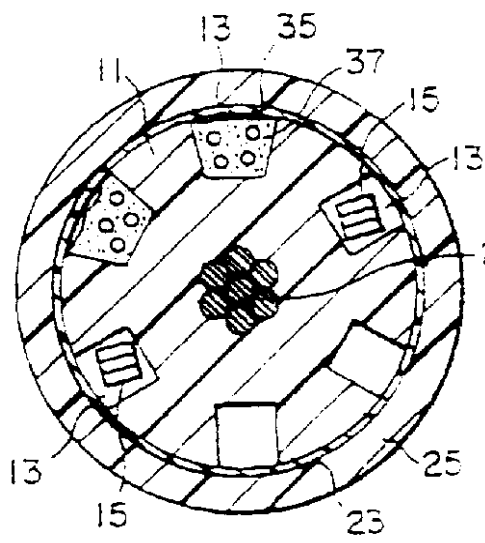


图 16A

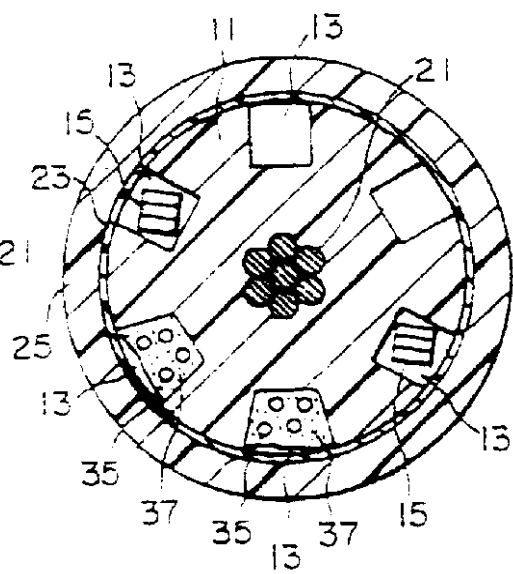


图 17B

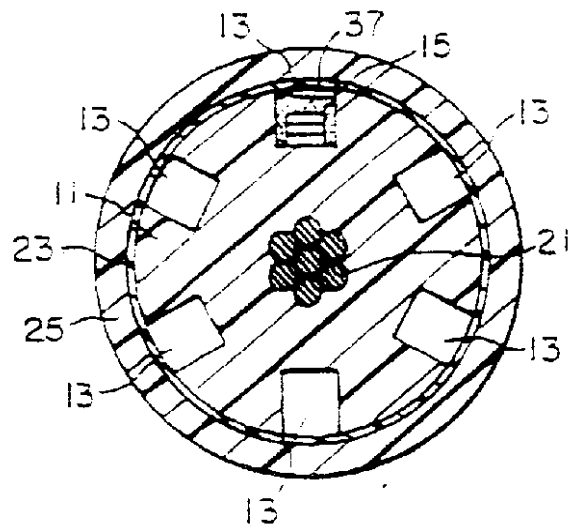


图 17C

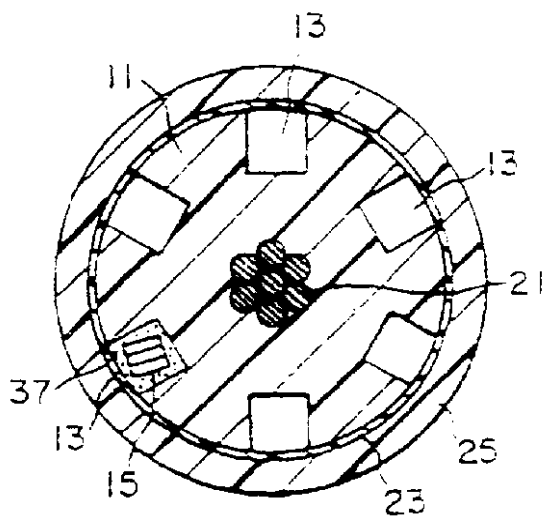


图 17A

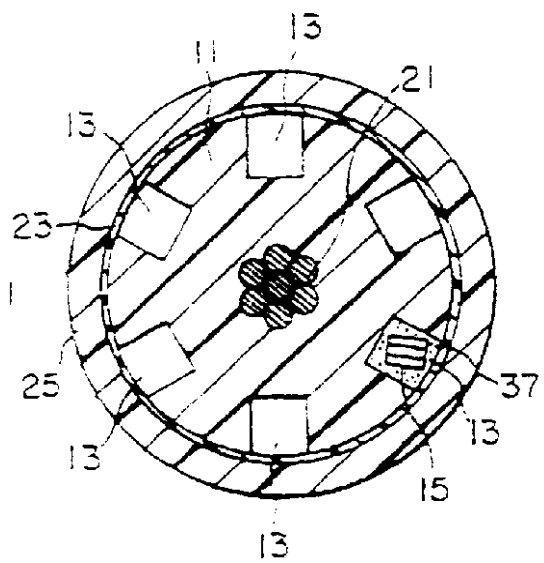


图 18

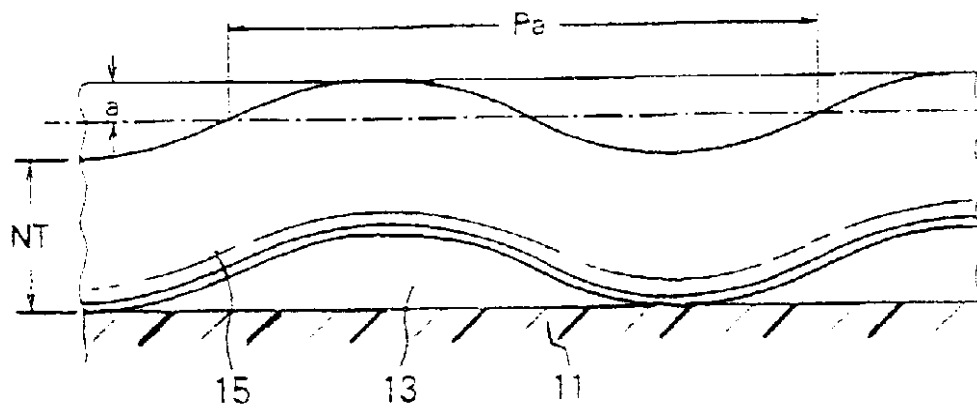


图 19A

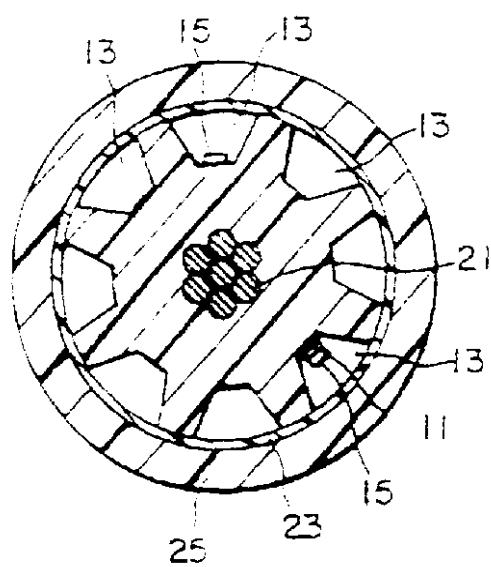


图 19B

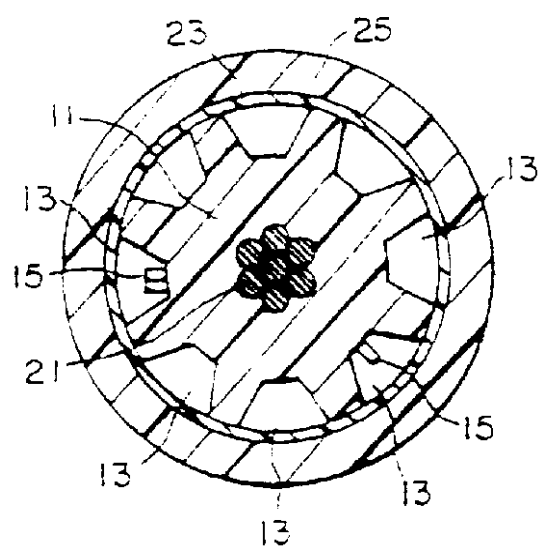


图 20B

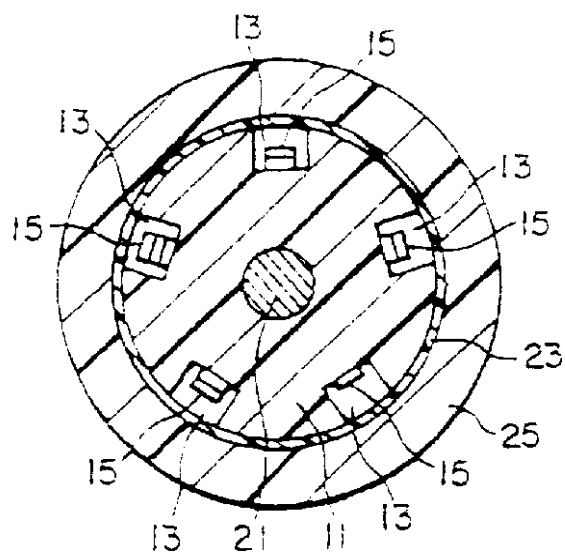


图 20C

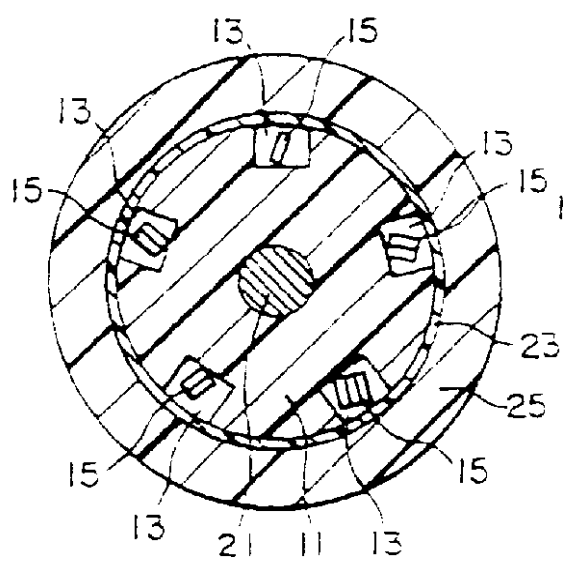


图 20A

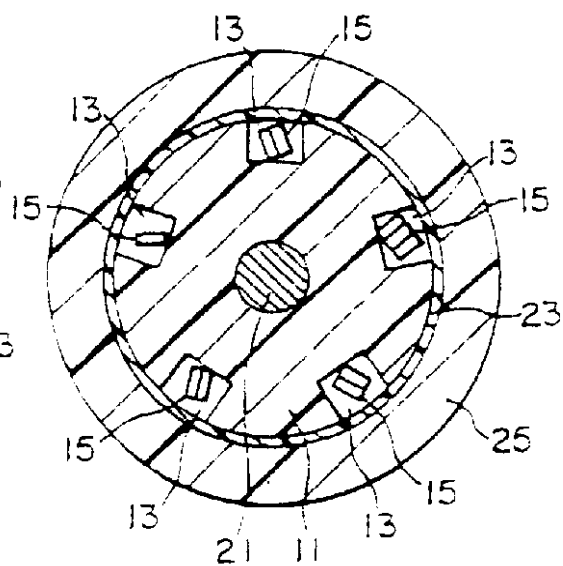


图 21

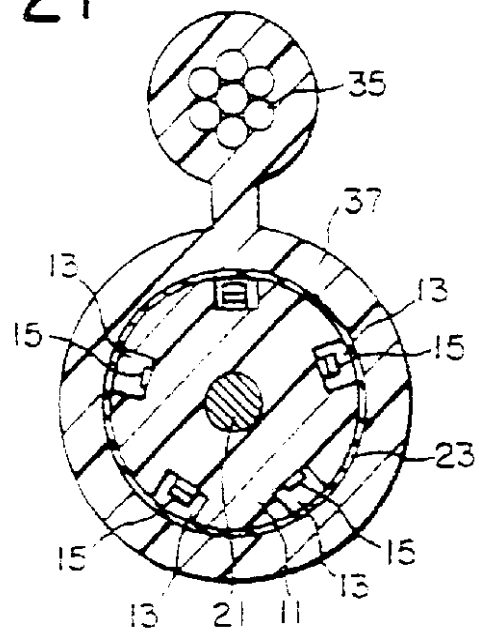


图 22

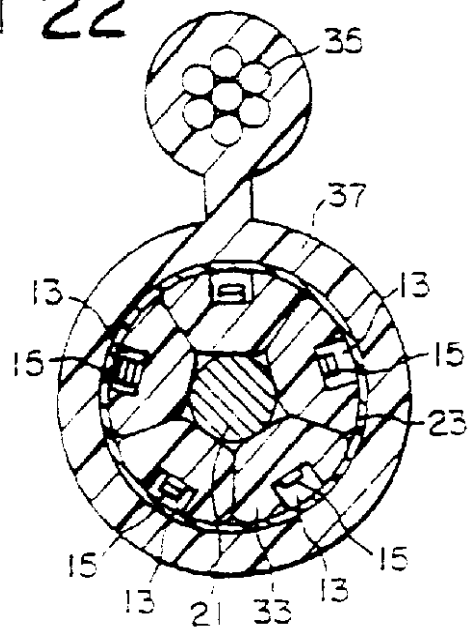


图 23

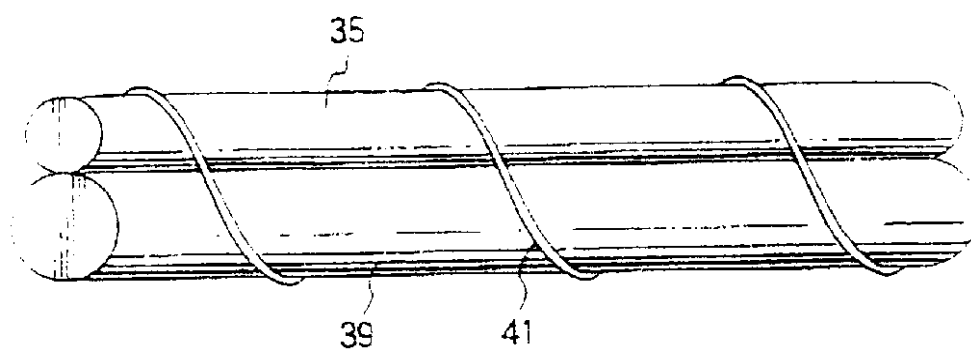


图 24

