

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

D07B 1/06

D07B 7/02

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94193801.8

[45]授权公告日 1999 年 11 月 10 日

[11]授权公告号 CN 1046332C

[22]申请日 94.12.9 [24]颁证日 99.8.28

[21]申请号 94193801.8

[30]优先权

[32]93.12.15 [33]EP [31]93203523.1

[32]94.3.8 [33]EP [31]94200584.4

[32]94.5.19 [33]EP [31]94201415.0

[86]国际申请 PCT/EP94/04096 94.12.9

[87]国际公布 WO95/16816 英 95.6.22

[85]进入国家阶段日期 96.4.16

[73]专利权人 贝克特股份有限公司

地址 比利时兹韦弗海姆

[72]发明人 弗兰斯·V·盖尔

泽维尔·D·沃斯

[56]参考文献

USA,5020312 1991. 6. 1 D07B1/06

审查员 王维宁

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

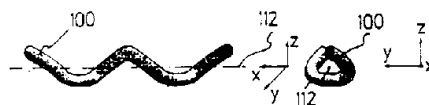
代理人 陈申贤

权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 开放式钢丝绳结构

[57]摘要

一种可用来加强橡胶制品的钢丝绳(114),具有强度元件(100、132)、长度、一条纵向中心轴线(112)和一个绳节距。每一元件(100)在垂直于纵向中心轴线的 YZ 平面上都有一个突出部。这些突出部中至少有一个的形状为曲线,其曲率半径在一最大值和一最小值之间变动。该曲线还具有一个曲率中心。曲率半径和曲率中心位在曲线内,因此可得到一条凸曲线。该钢丝绳(114)还有所述特性中的一个或两个作为特征。该钢丝绳(114)可在不大的直径和较低的部分复荷延伸率(PLE)下使橡胶得以充分渗透。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种具有至少一个强度元件 (100、116、118) 和一条纵向中心轴线 (112) 的钢丝绳 (114)，所说元件都按捻制节距捻曲在所说钢丝绳内并在垂直于纵向轴线的平面 (YZ) 上具有突出部，所说突出部形成曲线 (178、180、182、184)，其中至少有一条为凸形曲线，其曲率半径在一最大值和一最小值之间交替变化，所说钢丝绳还以下列特性中的一个或两个作为特征：

(i) 沿着纵向中心轴线量得的所说至少一条曲线在两个最小曲率半径之间的距离与形成所说至少一条曲线的元件的半节距不同；
或

(ii) 所说曲线中至少有一条曲线与所说曲线中另一条曲线基本不同。

2. 按照权利要求 1 的钢丝绳，其特征为，沿着纵向中心轴线量得的所说至少一条曲线在两个最小曲率半径之间的距离小于形成所说至少一条曲线的元件的半节距。

3. 按照权利要求 1 的钢丝绳，其特征为，所说凸形曲线基本上像一个多角形。

4. 按照权利要求 1 的钢丝绳，其特征为，所有所说强度元件都形成所说凸形曲线。

5. 按照权利要求 1 的钢丝绳，其特征为，所说强度元件为一具有多根钢丝 (120、122、124、126、128、130) 的股绳 (116、118)。

6. 按照权利要求 1 的钢丝绳,其特征为,所说强度元件为一根钢丝 (100)。

7. 按照权利要求 6 的钢丝绳,其特征为,所说强度元件具有三到五根钢丝 (100、132)。

8. 按照权利要求 7 的钢丝绳,其特征为,所说钢丝绳的每一根所说钢丝在拉伸张力为 50 牛顿时都有一个部分负荷延伸率 (PLE),该延伸率与每一根其他钢丝的 PLE 值比较相差都不超过 0.20%。

9. 按照权利要求 7 的钢丝绳,其特征为,所说钢丝绳在拉伸张力为 50 牛顿时有一低于 0.30% 的部分负荷延伸率。

10. 按照权利要求 6 的钢丝绳,其特征为,所说钢丝绳具有多于五根的钢丝 (138、140、142、144、146、148、150、152)。

11. 按照权利要求 10 的钢丝绳,其特征为,所说钢丝都具有相同的捻制步骤和相同的捻制方向。

12. 按照权利要求 11 的钢丝绳,其特征为,所说钢丝绳中每一个能将相邻的三根钢丝在横断截面上组成一个三角形的三钢丝组合,至少应有一根所说钢丝形成所说凸形曲线。

13. 按照权利要求 1 的钢丝绳,其特征为,所说捻制节距具有一个无穷大值。

14. 按照权利要求 6 的钢丝绳,其特征为,所说钢丝绳只有一根钢丝。

15. 一种具有纬线 (160) 和经线 (162) 的钢丝绳织物,其特征为,所说纬线或所说经线或两者至少部分为按照权利要求 1 到 14 制成的钢丝绳。

16. 一种用来制造钢丝绳 (114) 的方法,该钢丝绳具有一条纵

向轴线 (112) 和至少一个强度元件 (100)，每一个强度元件都以一个捻制节距捻曲在所说钢丝绳内，所说方法具有下列步骤：

——使所说元件 (100) 中至少有一个元件接受弯曲操作，从而使所说至少一个元件得到特定的曲线，其曲率半径在一最大值和一最小值之间变动；

——使所说元件中的至少一个元件与其他元件一起组成所说钢丝绳；

所说方法还以下列特性中的一个或两个作为特征：

(i) 沿着纵向中心轴线量得的所说特定曲线在两个最小曲率半径之间的距离与形成所说特定曲线的所说至少一个元件的半节距不同；

(ii) 所说特定曲线基本上不同于其他元件所描绘出的曲线。

17. 一种用来使钢丝绳 (114) 的强度元件 (100) 变形的装置，其特征为具有一个基体 (102)，其上有一中心轴线和一周边表面 (108、110)，当一强度元件在所说基体的周边表面上被拉动超过一个至少为 90° 的角度时所说基体可环绕其中心轴线转动，所说周边表面有一在最大值和最小值之间交替变动的曲率半径，以使在其上绕过的元件得到一条曲线，其曲率半径在一最大值和最小值之间变动。

说明书

开放式钢丝绳结构

本发明涉及一种用来加强弹性制品如橡胶轮胎、输送带、聚氨酯或橡胶的同步胶带、胶管、心轴等的钢丝绳和钢丝绳织物。

本发明还涉及一种用来加强橡胶制品用的钢丝绳的制造方法和使钢丝绳的强度元件变形的装置。

对钢丝绳的主要要求之一为弹性体如橡胶的充分渗透性。这句话的意思是说橡胶必须能够渗透到钢丝绳的组成元件之间并且填满所有可能的间隙,为的是减少元件之间的磨损和张紧,并防止水分在钢丝绳上游动,因为水分会带来腐蚀由此而显著降低钢丝绳和橡胶制品的寿命。

现有技术曾提出数种方案来使钢丝绳具有橡胶的渗透性。专利文件 US-A-4 258 543 和 US-A-4 399 853 的方案为将组成钢丝绳的钢丝用机械方法在其弹性极限之外预先成形使钢丝绳具有开放的形式;由于钢丝的塑性变形,这种钢丝绳在沿其长度上具有“粗间隙”,这样便可确保橡胶渗透到钢丝绳内。但这种钢丝绳也有重大的缺点:为了确保橡胶的充分渗透,需要有一较大程度的塑性变形和随之而来的较大的开放度。这会导致钢丝绳的直径过大和部分负荷延伸率(PLE)过高,并会使捻制钢丝绳内的结构不稳定。当将这种钢丝绳埋藏在轮胎的护胎层内时,它会对轮胎的转向性能和耐用性产生不良的影响。

现有技术的专利文件 EP-A-0 462 716 曾对上述结构不稳定

的问题提出一种解决方案。该方案为将组成钢丝绳的钢丝变形成为螺旋形状,但其螺距小于钢丝绳的捻制节距,并且其螺旋直径略大于钢丝直径。由于这个变形成为螺旋形的钢丝的螺距小于钢丝绳的捻制节距,因此在每个捻制节距内造成的“微间隙”就不止一个。在这里采用微间隙一词为的是与上述的粗间隙一词有所区别。比起上述的粗间隙,微间隙的尺寸较少但数量较多。微间隙的尺寸基本上小于钢丝绳的捻制节距。由于这些微间隙,橡胶就能充分渗透到钢丝绳内而不会使钢丝绳产生绳径过大或部分负荷延伸率过大的缺点。但螺旋形的钢丝须用外部驱动的变形销才能获得,而该变形销必须以比捻制钢丝绳的倍捻捻线机的转速的两倍还要高的速率旋转,因此这是一个比较耗能而又费钱的制造方法。

还有一个现有技术的专利文件 US-A-5 020 312 公开了另一种方法来使组成钢丝绳的钢丝中的数根或全部变形以便得到能被橡胶充分渗透的钢丝绳。它是将数根或全部钢丝通过一对齿轮状元件的齿表面使钢丝得到曲折的形状。这种齿轮状元件的两齿间的节距是可以选择的,以使在钢丝绳的每一个捻制节距内可以在钢丝之间得到不止一个的微间隙。这样便可保证得到橡胶的充分渗透而不会发生部分负荷延伸率较大的缺点。并且这两个齿轮状元件不是由外力驱动的而是由钢丝本身驱动的。因此这个过程是不耗能而又不费钱的。但这种实施例也有其缺点,即齿轮状元件会在钢丝上滚轧到某种程度,以致钢丝,特别是其上的薄镀层(适宜为黄铜或锌,其厚度大大小于1微米)受到损伤,或者会导致齿轮状元件本身大量磨损,或者两种情况都有。对包有镀层的钢丝造成的损伤能可观地降低这种钢丝的抗疲劳性和粘着强度。

本发明的目的是要提供一种没有现有技术的缺点的钢丝绳。本发明的进一步目的是要提供一种能够被橡胶充分渗透的、具有低PLE值而制造起来不费钱并对其组成元件(钢丝)没有损伤的钢丝绳。

本发明还有一个目的是要提供一种能对反复弯曲和反复拉伸负荷提高抗力的钢丝绳。

按照本发明的第一方面提供的钢丝绳具有至少一个强度元件和一条纵向的中心轴线。

元件都以一个捻制节距捻曲在钢丝绳内并在垂直于纵向轴线的平面上具有突出部。这些突出部具有曲线构成的形状。这些曲线中至少有一条为凸曲线,其曲率半径在一最大值和一最小值之间交替变化。该钢丝绳还以下列特性中的一个或两个作为特征:

(i)沿着纵向中心轴线量得的所说凸曲线在两个最小曲率半径之间的距离与设有该凸曲线的元件的半节距不同;或

(ii)曲线中至少有一条与其他曲线基本不同的曲线。

“钢丝绳”一词并不意味着所有组成元件都必需是钢元件而只是意味着其中大部分组成元件为钢元件。其他元件如尼龙或芳族聚酰胺(aramide)也可作为强度元件或填充元件在钢丝绳中存在。

“元件”一词既可指单一钢丝,也可指具有多根单一钢丝的股绳。对元件的特定形状并无特殊限制。适宜的做法是元件具有一个基本上为圆形的横截面,但具有扁平、长方或椭圆横截面的元件并不排斥在外。

“强度元件”一词是指基本上承担钢丝绳全部断裂负荷的元件(钢丝或股绳)。“强度元件”一词并不用来指包裹纤维,因为包裹纤维

基本上并不承担钢丝绳的断裂负荷。就这个意义说,便可在本发明的钢丝绳与 JP-A-63-110 002 中所公开的钢丝绳之间作出明确的区别,因为后者只是包裹纤维的突出部在垂直于钢丝绳纵向轴线的平面上形成凸形的和多角形的曲线。

“节距”一词指钢丝绳内具体强度元件的捻制节距。一根钢丝绳可以有多于一个的捻制节距,例如对一根具有两层卷绕在一芯子上的钢丝绳,芯子结构有一个捻制节距,中间层有一个捻制节距,而外层另外还有一个捻制节距。捻制节距的具体值可从几个毫米如 5mm 变化到无穷大。在这最后一种情况下,有关的强度元件没有被捻曲。在钢丝绳内只有一个强度元件的情况下,节距也是无穷大。

特性(ii)中的一条基本上不同曲线是指这条曲线的幅度、或相位、或两者都基本上不同于其他曲线的幅度或相位。

作为特征的特性(i)和(ii)可将本发明的钢丝绳与现有技术如在 EP-A-0 363 893 中所公开的钢丝绳明确地区别开来。EP-A-0 363 893 所公开的钢丝绳具有本权利要求书前序部分所提到的所有特性。在这种现有技术的钢丝绳中,所有三到六根钢丝在垂直于钢丝绳的纵向轴线的平面上形成一个凸形的和椭圆形的曲线形状。沿着钢丝绳的纵向轴线量得的这种椭圆形在两个最大曲率半径之间的距离等于钢丝绳的半捻制节距,而所有三到六根钢丝的突出部都形成相同的椭圆形。这一点意味着所有钢丝都是互相平行地延伸的,结果就不会形成微间隙。

而本发明的钢丝绳较好地使两个最小曲率半径之间的距离小

于形成凸曲线的元件的半节距，这样波状钢丝绳的弧高便不会太高。

通常，被至少一个强度元件的突出部在垂直于纵向轴线的平面上，在超过该元件的捻制节距的长度上描绘出的凸形曲线近似一个带有圆棱的多角形，这个多角形可以是三角形、四角形、五角形或六

角形等等。

钢丝绳的所有组成的强度元件或只是其中的一部分都可形成所说的凸曲线。

在本发明的钢丝绳的第一个实施例中,强度元件为具有多根单一钢丝的钢股绳。这种钢丝绳的实例具有下列多股绳结构:

- 3×3 , 意为三股, 每一股有三根钢丝;
- 4×4 , 例如在高延伸(HE)式中;
- 4×2 , 意为四股, 每股有两根钢丝, 例如在延伸(E)式中;
- $4 \times (1+5)$, 意为四股, 每股有一根芯钢丝和五根层钢丝;
- 7×3 ;
- 3×7 , 例如在高延伸(HE)式中;
- 7×4 ;
- 4×7 , 例如在高延伸(HE)式中;
- 7×19 ;
- $19+7 \times 7$, 意为一根具有 19 根钢丝的芯股绳和七根层股绳, 每股有七根钢丝;
- 7×31 ;
- $1 \times 3+5 \times 7$ 。

按照本发明, 作为一个整体的股绳的突出部在一个垂直于钢丝绳纵向轴线上描绘出凸形曲线, 为的是让橡胶可在各股绳之间渗透进去。但每一股绳各可具有一根或多根钢丝, 它们的突出部也可描绘出凸形曲线, 为的是让橡胶在一根股绳内的各单一钢丝之间渗透进去。

在本发明的钢丝绳的第二实施例中, 强度元件为单一的钢丝。这

种钢丝绳的实例为:

$-1 \times n$ (其中 n 为钢丝的数目, 该数大于或等于一, 小于或等于五);

$-1 + m$ (其中 1 为芯钢丝的数目, m 为芯子周围层钢丝的数目, 例如: $1+6, 3+9, 3+6, 3+7, 2+7, 2+8, 3+8$);

$-1 + m + n$ (其中 1 为芯钢丝的数目, m 为芯子周围中间层的钢丝数, n 为外层的钢丝数, 例如: $1+6+12, 3+9+15, 3+8+13, 1+4+10$);

$-1 \times ncc$ (cc 代表一根所谓密集的钢丝绳, 其中所有 n 根钢丝都具有同一捻制节距和同一捻曲方向, n 在 6 和 27 之间变化)。

如果本发明的钢丝绳为 $1 \times 2, 1 \times 3, 1 \times 4$ 或 1×5 的钢丝绳, 那么不管钢丝的突出部是否形成凸曲线, 每根单一钢丝在拉伸张力为 50 牛顿时的 PLE 值与每根其他钢丝的 PLE 值相比, 相差应不大于 0.20%, 并且最好不大于 0.10% (绝对值而不是相对值)。这个特征, 即单纯由钢丝组成的钢丝绳具有在小范围内变化的 PLE 值, 有利于使钢丝绳获得结构上的稳定性。而 EP-A-0 462 716 的钢丝绳就没有这种特性, 因为螺旋形钢丝的 PLE 值比非螺旋形钢丝要高得多, 并且因为并不是所有钢丝都是螺旋形钢丝。US-A-5 020 312 的钢丝绳只有当所有组成钢丝均变形为曲折形状时才具有上述特性。以上是就钢丝层次的 PLE 值而言。

至于钢丝绳层次的 PLE 值, 对于 $1 \times 2, 1 \times 3, 1 \times 4$ 或 1×5 的本发明的钢丝绳来说, 绳 PLE 值低于 0.30%, 并且最好低于 0.25%, 例如低于 0.20%。上面已经说明过, 这样一个钢丝绳层次的低 PLE 值也可增长钢丝绳的结构稳定性。

对于钢丝绳层次和钢丝层次,PLE 值都是定义为试样(绳或丝)长度的增加,这个长度增加是从试样承受到一个限定的预张力(通常为 2.5 牛顿)算起上升到承受一个限定的力(通常为 50 牛顿)后得到的。延伸率以试样原始长度的百分比表示。

如果本发明的钢丝绳为 $1 \times ncc$ 密集钢丝绳,那么其横截面将显示出各单一钢丝横截面的密集形状。这时可将钢丝绳看作是由许多钢丝组合而成的,每一组合由相邻的三根钢丝组成,构成一个“三角形”,围着一个中心空隙。如果每一个这种组合的三根钢丝都互相紧贴,那么橡胶就不能渗透到中心空隙内,而水分却可在空隙内沿着整条钢丝绳游动。因此,在按照本发明的钢丝绳的一个具体实施例中,每一个这种组合的钢丝中至少须有一根钢丝具有形成凸曲线的突出部,为的是要在三根钢丝之间造成微间隙,以便使橡胶在硫化时能够渗透到中心空隙内。

按照本发明的第二方面提供具有纬线或经线的织物。纬线或经线或两者都至少部分是由按照本发明的第一方面的钢丝绳形成的。

按照本发明的第三方面提供的方法可用来制造具有纵向轴线及各以一个捻制节距在其内捻曲的强度元件的钢丝绳。本发明的方法包括下列步骤:

- 使元件中至少有一个元件接受弯曲操作,从而使至少一个元件得到特定的曲线,其曲率半径在一最大值和一最小值之间变动;
- 使该至少一个元件与其他元件一起组成所说钢丝绳。

该方法还以下列特性中的一个或两个作为特征:

- (i)沿着纵向中心轴线量得的曲线在两个最小曲率半径之间的

距离与形成所说特定曲线的元件的半节距不同;或

(ii)该特定曲线基本上不同于其他元件所描绘出的曲线。

按照本发明的第四方面提供的装置可用来使钢丝绳的强度元件变形。本发明的装置具有一个基体,其上有一中心轴线和一周边表面。当一强度元件在基体的周边表面上被拉动超过一个至少为 90° 的角度时基体可环绕其中心轴线转动。周边表面有一在最大值和最小值之间交替变动的曲率半径,因此使在其上绕过的强度元件得到一条曲线,其曲率半径在一最大值和一最小值之间交替变动。

本发明的钢丝绳基本上可用两种方式制成:

1)使元件的突出部形成凸曲线的本发明的装置并不随着捻曲设备旋转(虽然可环绕其自己的中心轴线旋转),而捻曲设备为单捻捻线机或倍捻捻线机,该捻线机能使各单一钢丝元件环绕其纵向轴线旋转;

2)使元件的突出部形成凸形曲线的本发明的装置随着捻曲设备旋转(并环绕其自身中心轴线旋转),而捻曲设备并不使各单一钢丝元件环绕其纵向轴线旋转;作为这种捻曲设备的一个例子为管状捻线机。

在这两种情况下,在一元件的横截面内至少在曲率半径最小的地方会造成一个塑性压缩区和一个塑性拉伸区。

在第一种情况下,压缩区和拉伸区对钢丝元件来说保持固定。钢丝元件环绕其中心轴线旋转。

在第二种情况下,钢丝元件本身并不环绕其中心轴线旋转,而压缩区和拉伸区则沿钢丝元件的长度环绕钢丝元件旋转。

附图简要说明

下面将结合附图对本发明作较详细的说明,其中:

图 1 示出了按照本发明的方法使本发明的钢丝绳的元件中的至少一个元件经受弯曲操作的步骤;

图 2a 和图 2b 概略地示出了按照本发明的方法使本发明的钢丝绳的元件中的至少一个元件经受弯曲操作的其他实施例;

图 3a 和图 3b 分别示出了本发明的钢丝绳的一个强度元件在经受本发明的方法后的纵向视图和前视图;

图 4 所示为以钢股绳作为强度元件的本发明的钢丝绳的横断截面图;

图 5 所示为以钢丝作为强度元件的本发明的 1×4 的钢丝绳的横断截面图;

图 6 所示为本发明的 1×4 的钢丝绳的 PLE 曲线;

图 7a、图 7b、图 8a、图 8b、图 8c 和图 9 所示为本发明的钢丝绳的横断截面图;

图 10 为本发明的织物的概略图;

图 11a 和图 11b 概略地示出为了区别现有技术的钢丝绳与本发明的钢丝绳而进行的测量;

图 12、图 13、图 14 和图 15 所示为本发明的钢丝绳的 YZ 曲线;以及

图 16、图 17 和图 18 所示为现有技术的钢丝绳的 YZ 曲线。

参阅图 1,有一直径为 0.28mm 的硬拔钢丝 100 经过本发明的变形装置 102。该变形装置 102 具有许多固定连接在其上的变形销 104。变形装置 102 的特征包括所有这些变形销 104 的外接圆的直径 D,变形销 104 的数目和变形销 104 的直径。直径 D 确定 PLE 值。对

于直径为 0.28mm 的钢丝 100 来说,变形销 104 的直径小于 5mm。当变形销的直径大于 5mm 时则会导致钢丝绳完全闭合所需的拉伸张力过于小。对于直径为 0.28mm 的钢丝来说,变形销的直径最好大于或等于 2mm。当变形销的直径小于 2mm 时由于局部变形过大将会使钢丝的抗拉强度大大降低。

更一般地说,变形销直径的合适范围取决所要变形的元件的抗拉强度和直径。元件的抗拉强度越高,变形销的直径越小,反之亦然。元件的直径越小,变形销的可能直径也越小,反之亦然。

变形销的直径确定着被变形元件的最小空间(三维)曲率半径。由于在扭转过程中变形后发生某些伸长,这个最小空间曲率半径大于变形销的直径。由于在变形销之间的变形并不大,最大空间曲率半径可以达到几乎是无穷大值。由此应该理解在权利要求书中提到的曲率半径为二维的或在 YZ 平面内的平面曲率半径,其值因此要小得多。

整个变形装置 102 可旋转地安装着,但并不是由外界的动力来驱动的。该变形装置 102 是由钢丝 100 本身来驱动的。在钢丝 100 和变形装置 102 之间不存在滑动,因此在变形装置上引起的磨损是有限的,而在钢丝 100 上可不致引起损伤。这是比 US-A-5 020 312 所公开的现有技术的钢丝绳优越之处。经过专用的变形装置 102 后,钢丝 100 便被按特殊的方式弯曲起来:曲率半径交替在预成形销 104 处的一个最小值和预成形销 104 之间的最大值两者之间变动。这样弯曲的钢丝 100 在除去张力后就不再成为其结果基本上为圆形的“模式”,而是成为其结果近似为具有圆棱的多角形的模式 106。多角形的圆棱相应于最小曲率半径而多角形的边相应于最大曲

率半径。最小曲率半径是由变形销 104 的直径确定的而多角形的边长是由两个相邻变形销 104 之间的距离确定的。

可以设想能够制出类似的变形钢丝但结构与图 1 公开出来的变形装置不同的其他变形装置:例如,一个由硬金属制成的可旋转的单一变形销 102,其上设有一个具有圆棱 108 和边 110 的基本上为多角形横截面的型板(图 2a)或一个瘦长形横截面的型板(图 2b),也能使钢丝按照本发明的方式变形。

这样变形的钢丝 100 与其他按同一方式变形或没有变形的钢丝一起用倍捻捻线机进一步被捻制成钢丝绳。这样就可制成图 3a(纵向视图)和图 3b(前视图)中示出的钢丝 100。其 X 轴线平行于纵向中心轴线 112,而其 Y 轴线和 Z 轴线位在一个垂直于中心轴线 112 的平面上。请注意图 3b 还示出一个具有圆棱的近似多角形的形状,而不是通常的圆形(由此理解为 Y 方向和 Z 方向的比例尺要比 X 方向的比例尺大得多)。该钢丝 100 的曲率半径交替在两个极端之间变动:一个为在那些受到最高度弯曲的点上发生的最小值而另一个为在那些受到最小弯曲的点上发生的最大值。当钢丝 100 环绕其自身纵向轴线旋转时,该钢丝的曲率半径总是指向钢丝绳的沿着其长度的中心轴线 112。这一点意味着多角形具有凸边的形状。换句话说,在变形后,在捻制后并在去除所有外部的拉力后,钢丝 100 的塑性拉伸区总是位在沿着径向向内的地方,而塑性压缩区位在沿着径向向外的地方。这一点基本上不同于在 US-A-5 020 312 中所公开的在两个齿轮状元件之间经受到变形处理的钢丝,因为钢丝的曲折形所具有的弯曲半径是不断改变方向的,这样在前视图(YZ 平面)上会成为既有凸形也有凹的形状。

一般地从理论上说,当两个最小曲率半径之间的距离等于三分之一捻制节距时所得到的三角形,当两个最小曲率半径之间的距离等于四分之一的捻制节距时所得到的四角形,等等……。

图4所示为适宜(包括其他用途)用于加强输送带的7×19多股绳钢丝绳结构的横断截面图。钢丝绳114具有一根芯股绳116,它被六根层股绳118包围着。芯股绳116具有一根芯钢丝120,六根包围芯钢丝120的中间层钢丝122和十二根包围中间层钢丝122的外部层钢丝124。每一层股绳118具有一根芯钢丝126,六根包围芯钢丝126的中间层钢丝128和十二根包围中间层钢丝128的外部层钢丝130。

为了使橡胶能在股绳116和118之间充分渗透,大体上可使一根或多根股绳接受上述对单一钢丝100那样的变形操作。用这种方式变形的股绳在YZ平面上具有特定的凸形曲线并可在它们和其他股绳之间造成许多微间隙以便使橡胶得以渗透。

在图4中,以及在图5,7a,7b,8a,8b,8c和9中,那些曾经经受图1那样变形过程并且在YZ平面上形成特定凸曲线的钢丝都被画上交叉阴影线并被称为“特殊变形钢丝”,而其他钢丝只是被画上单斜阴影线。

回过来单独参阅图4,为了使橡胶能在每一股绳116、118之内充分渗透,可以应用按照本发明的下列指示:在每根股绳116、118的中间层内的六根中间层钢丝122、128中有三根为特殊变形钢丝并与其他三根钢丝交错排列;在每根股绳116、118的外部层内的十二根外部层钢丝124、130中有六根为特殊变形钢丝,并与其他六根钢丝交错排列。

图 5 所示为按照本发明的一根单股钢丝绳 114 的横断截面图。本发明的钢丝绳 114 具有一根特殊变形钢丝 100 和三根“正常”钢丝 132。为了使钢丝绳 114 的结构稳定,所有四根钢丝都具有同一长度,因此三根“正常”钢丝 132 也被塑性变形(虽然并不是按照本发明的特殊方式)。这就是图 5 中为什么在钢丝 132 相互之间仍然有间隙存在的原故。这些间隙虽然是“粗间隙”,但被保持在限度内,因为这样形成的钢丝绳还要经过一次校直操作。这种校直操作不仅可以降低 PLE 值,还可改善钢丝绳的弧高。

图 6 所示为本发明的 1×4 钢丝绳的具体的 PLE 曲线 134。值得注意的是,其中一条直线留在 PLE 曲线 134 上部的点 136 处,而该点 136 位在预拉伸力 20 牛顿之上。须知该点 136 为钢丝绳的各根钢丝靠拢在一起以致橡胶不再可能渗透之点,该点既在预拉伸力 20 牛顿之上,而 20 牛顿的预拉伸力是在将钢丝绳埋入到橡胶内时通常使用的。换句话说,在预拉伸力为 20 牛顿时仍能保证橡胶的渗透。

图 7a 和图 7b 为按照本发明的 1+6 钢丝绳的两个实施例的横截面图。该钢丝绳 114 具有一根芯钢丝 138 和六根包围着芯钢丝 138 的层钢丝 140、140'。在图 7a 的实施例中,只有芯钢丝 38 是特殊变形钢丝,其他钢丝 140 都没有经过特殊变形。在图 7b 的实施例中,六根层钢丝中的三根 140' 是特殊变形钢丝,而芯钢丝 138 和其他层钢丝 140 都没有经过特殊变形。在层内特殊变形钢丝 140' 与正常钢丝 140 交错排列。

图 8a 所示为按 SS 或 SZ 方式捻制而不是按密集方式的 3+9 钢丝绳的横截面图。该钢丝绳 114 具有一由三根芯钢丝 142 组成的芯和一由九根层钢丝 144 组成的层包围着。三根芯钢丝 142 是特殊变

形钢丝,九根层钢丝 144 是正常钢丝。采用这种方式三根芯钢丝 142 中间的中心间隙便可被填没,橡胶便能包覆在每根单一钢丝 142、144 上。

图 8b 所示为密集方式的 $1 \times 12\text{CC}$ 钢丝绳的横截面图,而图 8c 所示为密集方式的 $1 \times 10\text{CC}$ 钢丝绳的横截面图。芯钢丝 146、150 的直径可以比层钢丝 148、152 大,也可不大。芯钢丝 146、150 是特殊变形钢丝,其他钢丝都是正常钢丝。对于每一个可能将横截面上三根相邻钢丝组成一个三角形的组合,至少应有一根钢丝是特殊变形钢丝,这样才能填没中心空隙并保证橡胶的渗透。

图 9 所示为密集方式的 $1 \times 19\text{CC}$ 钢丝绳的横截面图。芯钢丝 154 的直径可以比其他钢丝 156、158 大,也可不大。六根中间层钢丝中有三根 156' 是特殊变形钢丝,并且与正常钢丝 156 交错排列在中间层内。十二根外部层钢丝中有六根 158' 是特殊变形钢丝,并且与正常钢丝 158 交错排列在外层中。

本发明并不仅限于上面清楚揭示的钢丝绳实例,而可应用到各种橡胶渗透会成为问题的钢丝绳上。

参阅图 10,本发明的钢丝绳还可用作一个例如用来加强输送带的织物的元件。纬线元件 160 或经线元件 162,或两者,都是含有特殊变形钢丝的钢丝绳。

试验 1

按照本发明将四根钢丝绳制造出来并加以试验,其中:

- 1 号: 4×0.28 钢丝绳,只有一根特殊变形钢丝;
- 2 号: 4×0.28 钢丝绳,有两根特殊变形钢丝;
- 3 号: 4×0.28 钢丝绳,有三根特殊变形钢丝;

4号: 4×0.28 钢丝绳, 有四根特殊变形钢丝。

虽然曾经发现在具有上述这些特殊变形钢丝时, 捻制节距可以较大, 但所有上述钢丝绳 1 到 4 现都采用 12.5mm 的节距。

在本试验中应用的特殊变形装置 102 具有六根直径为 2mm 的变形销 104。

在下面的表中列出所得的试验结果。在这个橡胶渗透试验中, 一根长度为 12.7mm 的样品钢丝绳在 20 牛顿的预拉伸力下被埋入到一根小的橡胶梁内, 然后使该梁承受 1 巴的压力。压力的损失被记录下来。这个压力损失可指出橡胶渗透程度。没有压力损失意为橡胶充分渗透。

表 1: 试验结果

	本 发 明 的 钢 丝 绳			
	1	2	3	4
橡胶渗透	0	0	0	0
(压力损失%)	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0.230	0.223	0.244	0.229
PLE(50N)(%)	0.242	0.218	0.244	0.244
	0.236	0.223	0.242	0.240
	206571	210902	194463	194816
E 模数(MPa)	227170	197466	210723	199752
	196534	211182	213430	205776

尽管在 50 牛顿力的作用下部分负荷延伸率 PLE 较低,所有 PLE 值都在 0.25% 以下,但所有四个实施例的橡胶渗透都是充分的。

试验 2

在第二试验中,用两根本发明的钢丝绳与现有技术的钢丝绳就对反复弯曲的抗力和对反复拉伸负荷的抗力进行比较。

曾经试验过下列这些钢丝绳:

1) 4×0.28 本发明的钢丝绳,有四根特殊变形钢丝,捻制节距为 16mm;

2) 4×0.28 本发明的钢丝绳,有四根特殊变形钢丝,捻制节距为

12.5mm;

3) 4×0.28 密封式钢丝绳,即在一横截面上所有钢丝都互相接触,捻制节距=12.5mm;

4) 4×0.28 开放式钢丝绳,即按照 US-A-4 258 543 的钢丝绳,捻制节距=12.5mm;

5) 4×0.28 钢丝绳,有一根钢丝按照 EP-A-0 462 716 预成形为螺旋形,节距=12.5mm;

6) 4×0.28 钢丝绳,有一根钢丝具有按照 US-A-5 020 312 的曲折形状,节距=12.5mm;

7) 4×0.28 钢丝绳,有四根钢丝具有按照 US-A-5 020 312 的曲折形状,节距=12.5mm;

8) $2 + 2 \times 0.28$,按照 US-A-4 408 444,节距为无穷大值及 12.5mm。

对反复弯曲抗力的测定方法是將包覆橡胶的钢丝绳样品绕在一个直径为 26mm 的轮子上使钢丝绳在 1200MPa 的拉伸张力下进行反复的弯曲一直到钢丝绳断裂。这个试验进行两次,一次是不用水预先处理试样,一次是用水预先处理试样。用水预先处理试样的方法是将试样上钢丝绳的长度从橡胶内伸出的那一侧连接到一根水压为 1.5 巴的水管上,持续时间为 5 分钟。

对反复拉力复荷抗力的测定方法是使包覆橡胶的钢丝绳样品承受一个在 $880\text{MPa} - X\%880\text{MPa}$ 与 $880\text{MPa} + X\%880\text{MPa}$ 之间作周期性变化的拉伸张力。开始时的幅度 X 为 50%,意为 440MPa。经过 100000 个周期后将幅度 X 增加 10%,然后这样做下去一直到钢丝绳断裂。这个试验进行三次。

表 2: 试验结果

钢丝绳	对反复弯曲的抗力		对反复拉力 负荷的抗力 (X 以%计)
	干的	用水预先处理的 (弯曲次数)	
1)	128453	122203	80/90/100
2)	112886	117414	80/80/90
3)	94346	15635	80/90/80
4)	43293	21922	70/70/80
5)	50002	52080	70/90/80
6)	54470	78743	60/70/70
7)	22508	23089	>50/50/50
8)	98612	71250	80/80/80

本发明的钢丝绳 1) 和 2) 的突出的特性是对反复弯曲具有极高的抗力, 同时这个高抗力在包覆橡胶的钢丝绳用水预先处理后也不降低。

本发明的钢丝绳 1) 和 2) 对反复拉力复荷的抗力则高于或等于现有技术钢丝绳的抗力。

图 11a 和 11b 概略地示出一台用来区分现有技术钢丝绳与本发明钢丝绳的试验设备的框架。

为了这个目的, 可从捻制的钢丝绳上不使钢丝 100 塑性变形地

解开一段样品长度约为 10cm 的钢丝 100。将样品钢丝 100 水平地装
在两个固定点 166 和 168 之间,在钢丝上施加一个微小的张力,该张
力大到正好能使钢丝保持水平同时又能防止该钢丝至少在其样品长
度的中部发生显明的变形。如果安装时不是精确地达到水平,以后还
可用软件校正。然后用一个由激光束投射器 170 和激光束接收器
172 组成的 KEYENCE LS 3034 激光头沿纵长 X 方向 174 扫描该
样品钢丝 100。激光头 170、172 量出在一个基准水平面与该样品钢
丝 100 下边之间的距离(=距离 Z)。测量过程是用 KEYENCE LS
3100 单元进行的。在沿整个长度量出距离 Z 后,将样品钢丝转过
90°,然后沿整个长度量出距离 Y。利用个人计算机便可画出 YZ 曲
线。

上述区别试验曾在七根 $1 \times 4 \times 0.28$ 的钢丝绳上进行,其捻制节
距均为 16mm。这些钢丝绳中的四根为本发明的钢丝绳,其 YZ 曲线
在图 12 到 15 中示出,另外三根钢丝绳是现有技术的钢丝绳,其 YZ
曲线在图 16 到 18 中示出。

图 12 示出从 $1 \times 4 \times 0.28$ 本发明钢丝绳取出的特殊变形钢丝的
YZ 曲线,而这只是两个固定点 166 和 168 之间距离的一部分,即长
度 X 为 17mm 的 YZ 曲线。在 Y 和在 Z 方向上的最大值都是 + 0.
385mm,而在 Y 和 Z 方向上的最小值都是 -0.133mm。预成形装置
102 的直径 D 为 10mm,变形装置具有六个直径各为 3mm 的销钉
104,销钉间距离为 5mm。理论上,该 YZ 曲线应为一多角形,在钢丝
绳的每一捻制节距内具有 $16\text{mm}/5\text{mm}=3.2$ 条带圆角的边。更一般
地说,捻制节距除以变形销间距离即可确定多角形的形状。

根据图 8 绘制的曲线 178 的形状近乎一个压扁的三角形,具有

三条带圆角的边。压扁是由于钢丝绳成形后在其上进行校直操作造成的,三条带圆角的边基本上与理论预测因数 3.2 相当。该曲线为一凸形多角形,没有凹形部分。

图 13 示出从 $1 \times 4 \times 0.28$ 本发明钢丝绳取出的特殊变形钢丝的 YZ 曲线,该曲线为从长度 X 为 16.9mm 上测下来的。预成形装置 102 的直径 D 为 8mm,变形装置具有九根直径各为 2mm 的销钉 104,销钉间距离为 2.5mm。理论上,该 YZ 曲线应为一多角形,在钢丝绳的每一捻制节距内具有 $16\text{mm}/2.5\text{mm} = 6.4$ 条带圆角的边。根据图 9 绘制的曲线 180 的形状为一压扁的六角形,具有六条带圆角的边。压扁也是由于钢丝绳成形后在其上进行校直操作造成的,六条带圆角的边基本上与理论预测因数 6.4 相当。

图 14 和 15 示出从本发明的钢丝绳上取出的特殊变形钢丝其他两个 YZ 曲线。

所有图 12 到 15 都有一个共同点,即它们的形状为或多或少被压扁的多角形,并具有带圆角的边。它们的形状除了测量误差之外,总是凸形的而决不会是凹形的。这是因为本发明的预成形所采用的特殊方式可为每一个横断截面造成一个指向钢丝绳中心轴线的拉伸区。请注意在钢丝绳的每一个捻制节距内多角形并不是必需闭合的。

图 16 示出按照 US-A-4 258 543 的现有技术的钢丝绳的 YZ 曲线 186。这里变形装置只是一个圆筒形的变形装置,它使钢丝得到一个恒定的曲率半径,从而 YZ 曲线在理论上应该是圆形。曲线 186 的形状非常近似圆形。

图 17 示出按照 EP-A-0 462 716 的现有技术的钢丝绳(螺旋形的变形)的 YZ 曲线 188。曲线 188 上具有数个凹形部分 190。

最后,图 18 示出按照 US-A-5 020 312 的现有技术的钢丝绳(曲折的形状)。这里又一次可看到,在曲线 192 上具有数个凹形部分。

凹形部分 190 和 194 是由于沿着钢丝的长度,拉伸区的位置发生改变而造成的。在一个点上拉伸区位在沿径向向内的地方,而在另一个点上拉伸区则位在沿径向向外的地方。

不用多说,上面所述的本发明可以应用于各种适宜用来加强弹性体的钢丝,而可不管其确切的直径、其特定的钢的成分、其抗拉强度或其特有的镀层如何。

就这方面而言,钢丝适宜的直径为从 0.03mm 到 0.80mm,最好为 0.15mm 到 0.45mm。钢丝的成分可按下列:碳 0.70 到 0.98%,锰 0.10 到 1.10%,硅 0.10 到 0.90%,硫和磷应限制在 0.15%以下,最好在 0.010%以下,还可添加补充元素如铬(可达 0.20—0.40%),铜(可达 0.20%),镍(可达 0.30%),钴(可达 0.20%)及钒(可达 0.30%)。钢丝的最终抗拉强度 R_m 取决于其直径:例如,一根 0.2mm 的正常拉力钢丝的 R_m 约在 2800 兆帕(MPa)以上,一根 0.2mm 的高拉力钢丝的 R_m 约在 3400MPa 以上,一根 0.2mm 的超高拉力钢丝的 R_m 约在 3600MPa 以上,一根 0.2mm 的特高拉力钢丝的 R_m 约在 4000MPa 以上。

钢丝上可镀覆能促进与橡胶粘合的镀层;铜合金镀层如黄铜镀层(铜可低到 63.5%或高到 67.5%)或复合黄铜镀层(Ni+黄铜、黄铜+Co……)都是特别适用的(这些镀层还可利用等离子喷镀技术镀覆)。

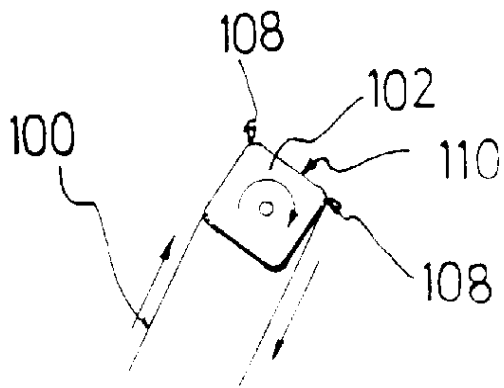
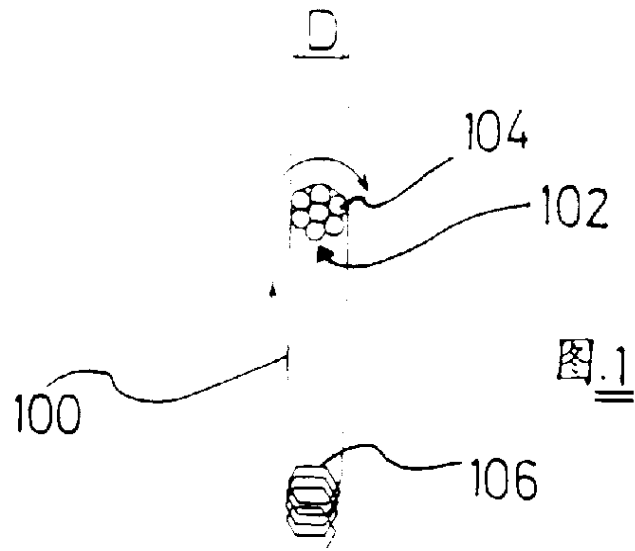


图.2a

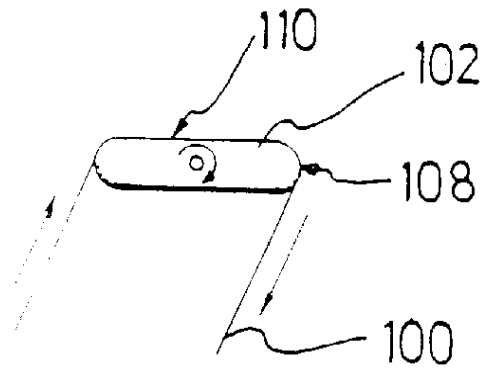


图.2b

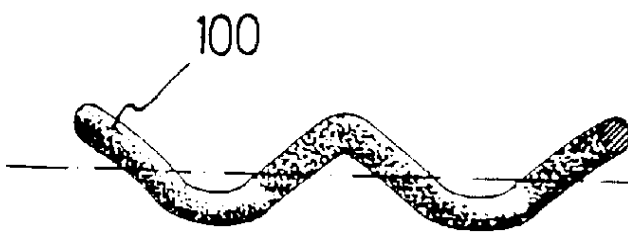


图.3a

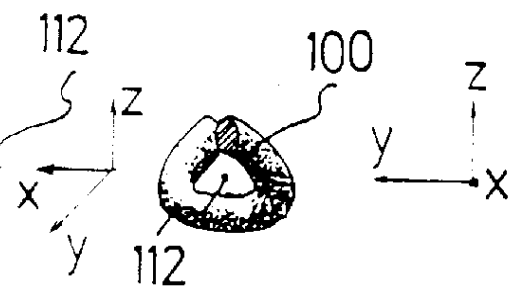


图.3b

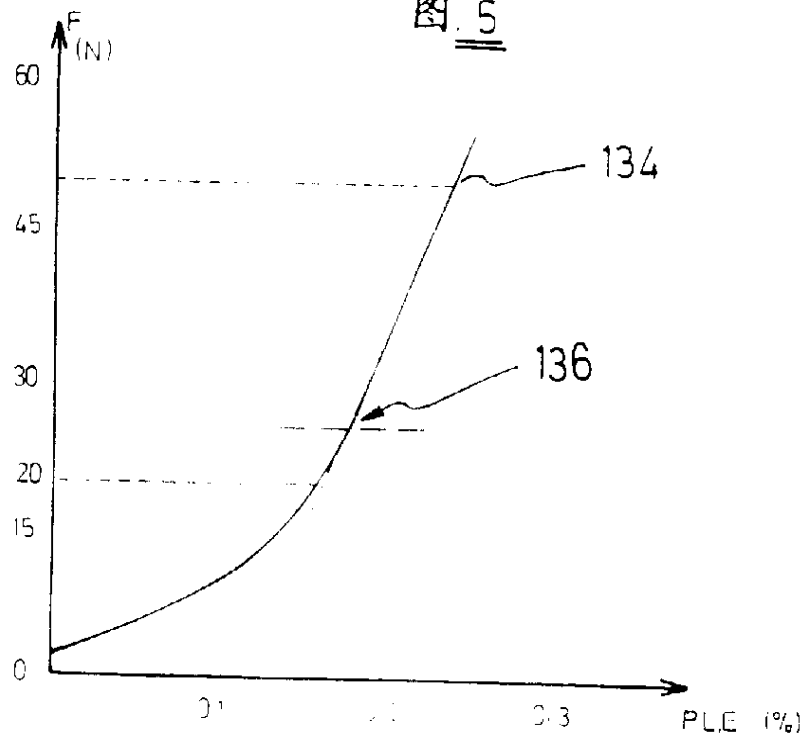
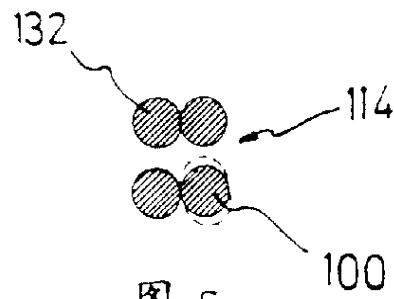
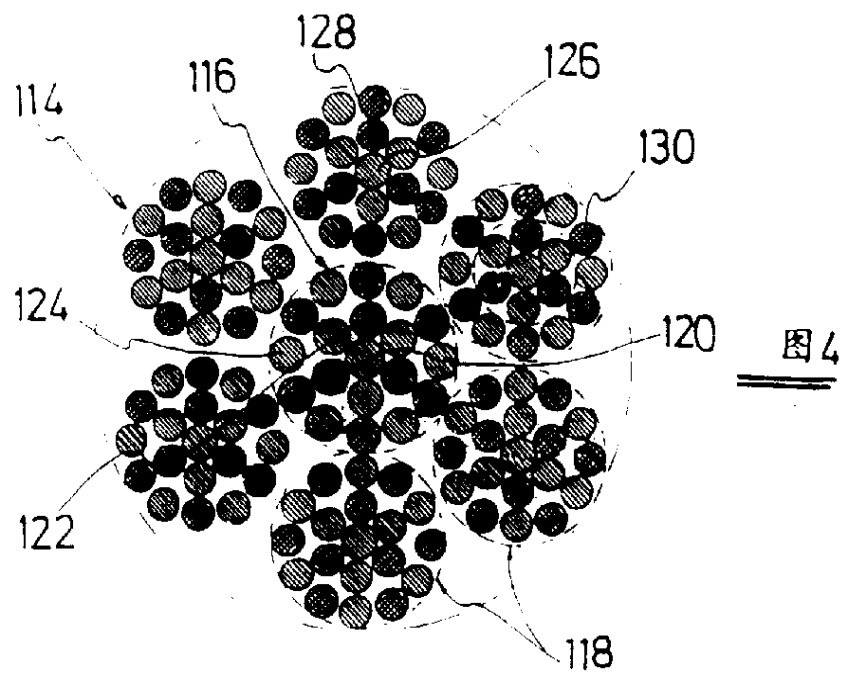


图.6

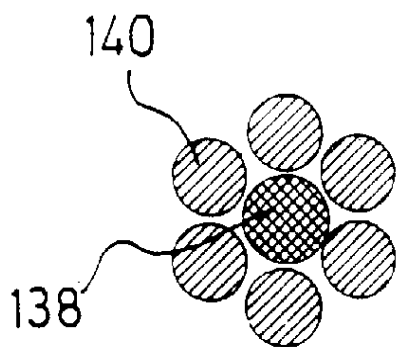


图. 7a

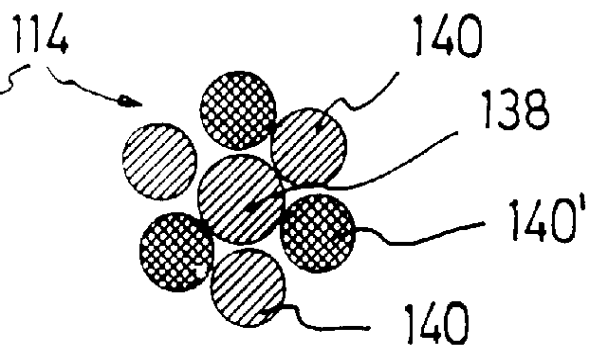


图. 7b

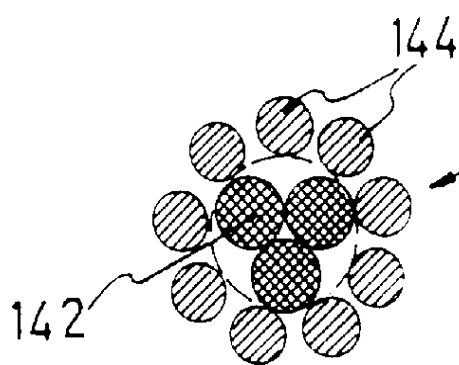


图. 8a

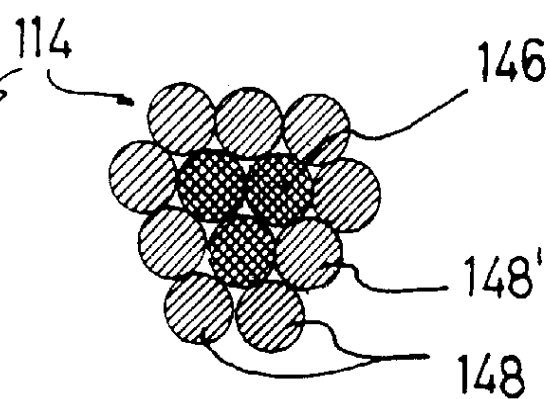


图. 8b

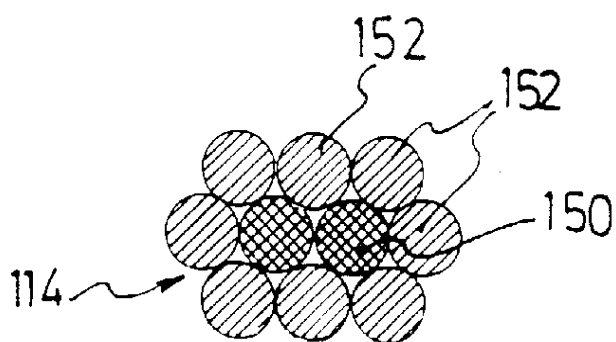


图. 8c

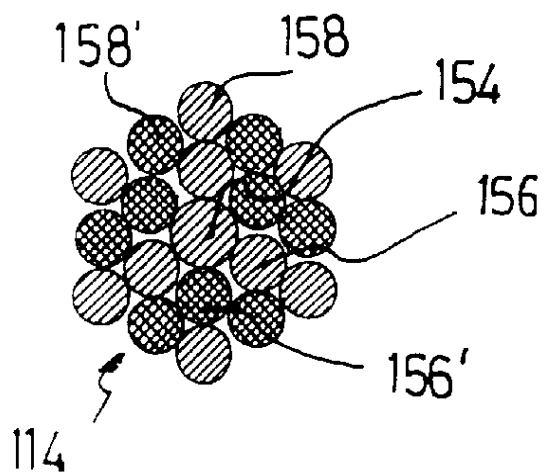


图. 9

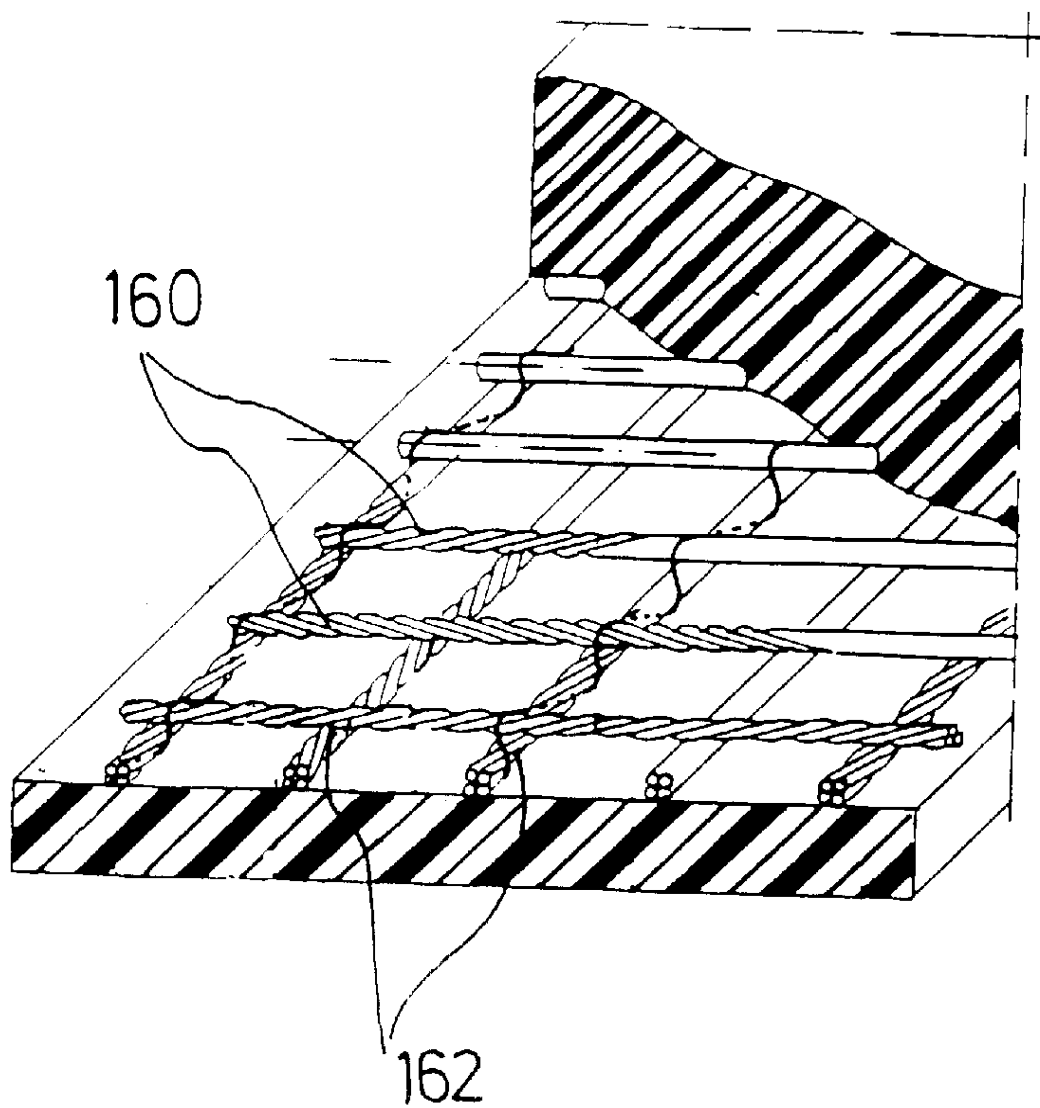


图 10

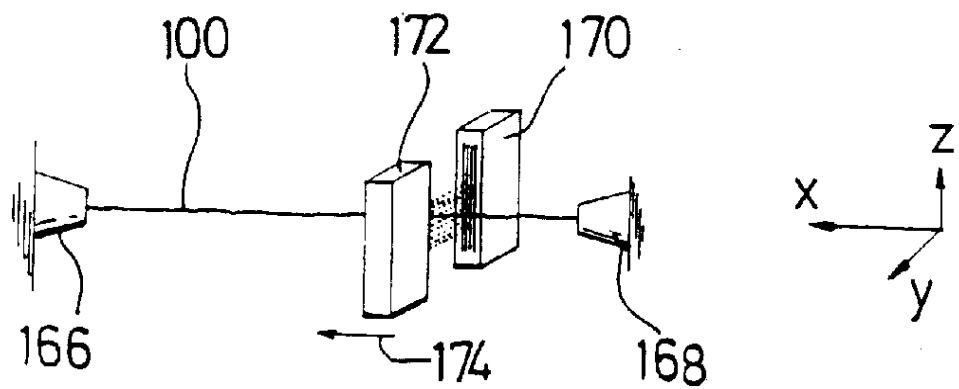


图.11a

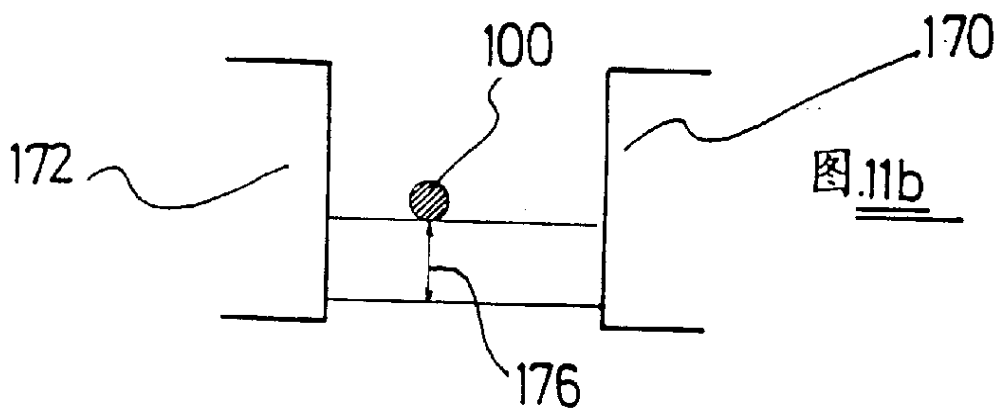


图.11b

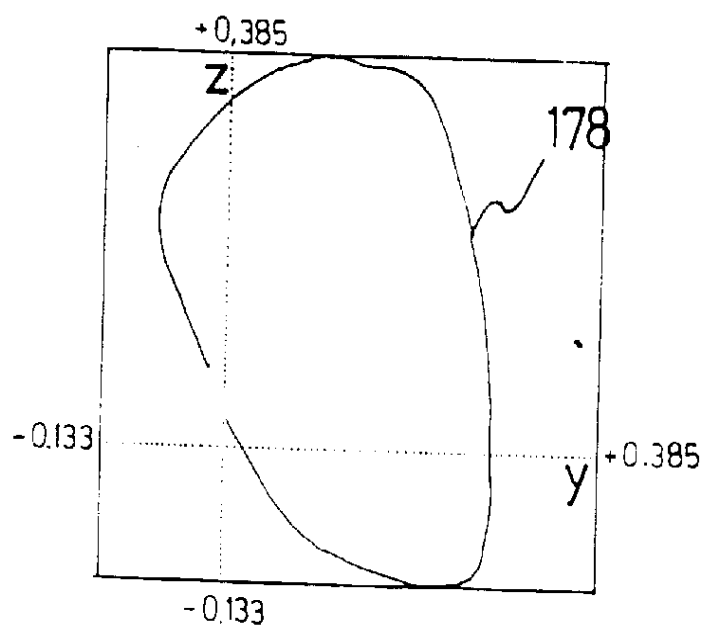


图.12

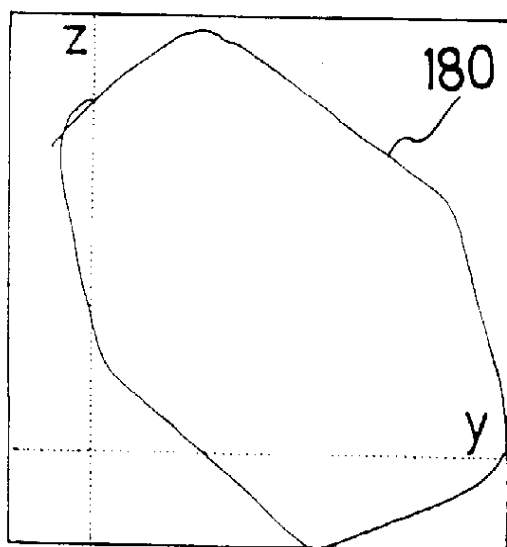


图.13

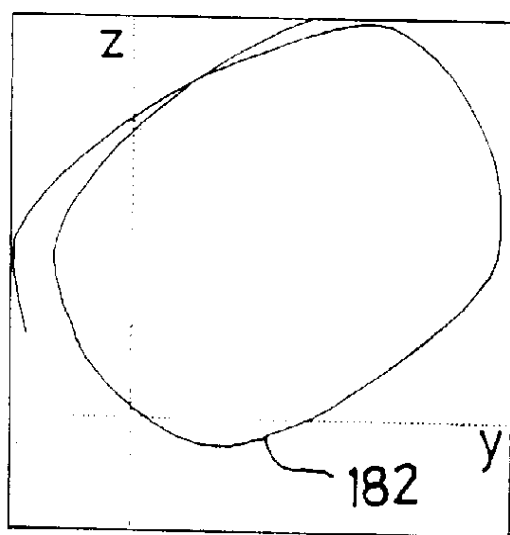


图.14

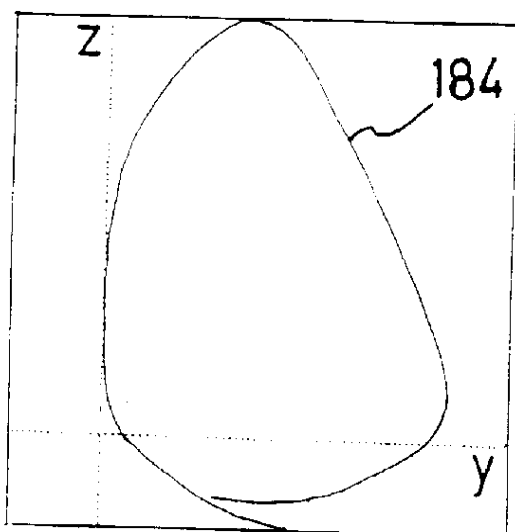


图.15

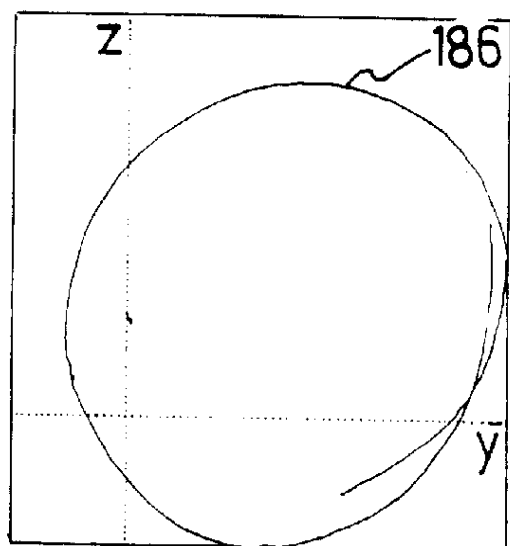


图.16

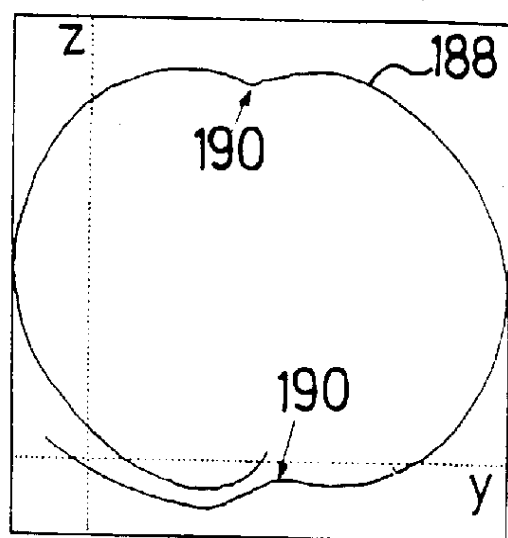


图.17

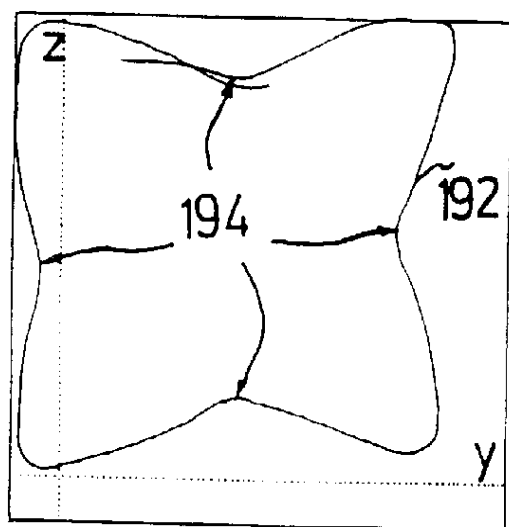


图.18