(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101449082 B
(45)授权公告日 2012.08.08

(21)申请号 200780018130.6
(22)申请日 2007.03.30
(30)优先权数据
11/394,838 2006.03.31 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2008.11.18
(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2007/007985 2007.03.30
(87)PCT申请的公布数据
WO2007/123739 EN 2007.11.01
(73)专利权人 盖茨公司
地址 美国科罗拉多
(72)发明人 J·G·诺克斯
(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 11038
代理人 柳爱国
(51)Int.Cl.
F16G 1/28(2006.01)
(56)对比文件
EP 1616993 A1,2006.01.18, 说明书第[0011],[0043]-[0045]段、附图1.
US 4721496 ,1988.01.26, 说明书第2栏第53行至第3栏第2行.
US 5209961 A,1993.05.11, 说明书第6栏第29-55行.
US 5807194 A,1998.09.15, 全文.
CN 1726356 A,2006.01.25, 全文.
JP 特开4-331844 A,1992.11.19, 全文.
US 5531649 A,1996.07.02, 说明书第3栏第41行至第10栏第56行、附图1-3.
审查员 黄振山

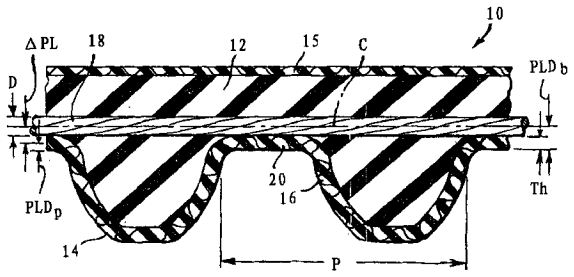
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

(54)发明名称

有齿动力传输带

(57)摘要

一种有齿皮带，包括本体(12)；由所述本体形成的至少一个齿(14)；夹套(16)，所述夹套沿所述至少一个齿的外周表面设置并且压缩夹套厚度在0.5mm至约0.8mm的范围内；以及至少一个帘线(18)，所述帘线嵌入所述本体且具有帘线直径。所述至少一个帘线和所述夹套具有小于1.8的所述帘线直径与所述夹套厚度的比率；并且所述帘线直径和所述夹套厚度限定约1.2mm或更窄的光学皮带PLD。



CN 101449082 B

1. 一种有齿皮带 (10)，包括 ：

弹性的本体 (12) ；

由所述本体 (12) 形成的至少一个齿 (14) ；

夹套 (16)，所述夹套沿所述至少一个齿 (14) 的外周表面设置并且具有在从大于 0.5mm 至 0.8mm 的范围内的压缩夹套厚度 (Th) ；

至少一个帘线 (18)，所述帘线嵌入所述本体 (12) 且具有一帘线直径 (D) ；

所述至少一个帘线 (18) 和所述夹套 (16) 具有小于 1.8 的所述帘线直径与所述压缩夹套厚度的比率 ；

并且所述帘线直径和所述压缩夹套厚度限定 1.2mm 或更窄的光学皮带节线差 (PLD)，并且

其中所述帘线直径大于 0.85mm，或者所述帘线直径与所述压缩夹套厚度的所述比率小于 1.5，或者所述帘线直径大于 0.85mm 且拥有小于 1.5 的所述帘线直径与所述压缩夹套厚度的比率。

2. 如权利要求 1 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述至少一个帘线 (18) 由选自以下的纤维材料制成 ：碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、以及从碳素、玻璃、芳族聚酸胺和聚对苯撑苯并二恶唑中选出的至少两项组成的混合物。

3. 如权利要求 2 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述皮带拥有范围从 0.85mm 至 1.1mm 的光学皮带节线差。

4. 如权利要求 2 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述皮带能够与具有设计节线差的皮带轮 (6) 啮合，以及所述光学皮带节线差比所述设计节线差大 0.09mm 至 0.51mm。

5. 如权利要求 1 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述至少一个帘线 (18) 包括碳素纤维，并且所述帘线直径在从 0.5mm 至 0.95mm 的范围内。

6. 如权利要求 1 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述至少一个帘线 (18) 由中心碳素纤维芯与围绕所述芯设置的多个玻璃纤维制成。

7. 如权利要求 1 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述至少一个帘线 (18) 由选自 12K-1、6K-2、3K-4、6K-1、3K-1 和 3K-2 的碳素纤维结构制成。

8. 如权利要求 1 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述压缩夹套厚度在从 0.57mm 至 0.75mm 的范围内。

9. 如权利要求 8 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述帘线 (18) 包括选自碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、芳族聚酸胺、玻璃以及前述项的混合物的纤维材料。

10. 如权利要求 8 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述帘线 (18) 包括选自碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、芳族聚酸胺、高强度玻璃以及前述项的混合物的纤维材料。

11. 如权利要求 1 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述帘线直径与所述压缩夹套厚度的的比率小于 1.5。

12. 如权利要求 11 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述帘线包括选自碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、芳族聚酸胺、玻璃以及前述项的混合物的纤维材料。

13. 如权利要求 11 所述的有齿皮带 (10)，其中，所述帘线包括选自碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、芳族聚酸胺、高强度玻璃以及前述项的混合物的纤维材料。

14. 一种同步驱动组件，具有预定设计节线差，并且至少包括 ：驱动器 (32) 和从动皮带

轮以及与所述皮带轮驱动啮合的有齿皮带 (10) ;所述有齿皮带包括 :

弹性的皮带本体 (12) ;

可拉伸帘线 (18),所述可拉伸帘线具有一直径 ;

夹套 (16),所述夹套具有一压缩夹套厚度 ;

以及光学皮带节线差 ;

其中,所述光学皮带节线差与所述设计节线差的比率在从大于 1.24 至 1.75 的范围内 ;

并且所述帘线直径与所述压缩夹套厚度的比率在从 0.7 至 1.7 的范围内。

15. 如权利要求 14 所述的同步驱动组件,其中所述帘线直径与所述压缩夹套厚度的比率在从 0.7 至不超过 1.5 的范围内。

16. 如权利要求 15 所述的同步驱动组件,其中,所述光学皮带节线差与所述设计节线差的比率在从大于 1.24 至 1.6 的范围内 ;并且所述帘线直径与所述压缩夹套厚度的比率在从 1.0 至不超过 1.5 的范围内。

17. 如权利要求 15 所述的同步驱动组件,其中,所述帘线 (18) 包括选自碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、芳族聚酸胺、玻璃以及前述项的混合物的纤维材料。

18. 如权利要求 15 所述的同步驱动组件,其中,所述帘线 (18) 包括选自碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、芳族聚酸胺、高强度玻璃以及前述项的混合物的纤维材料。

19. 如权利要求 14 所述的同步驱动组件,其中,所述帘线 (18) 包括选自碳素、聚对苯撑苯并二恶唑、以及选自碳素、玻璃、芳族聚酸胺、和聚对苯撑苯并二恶唑中的至少两项的混合物的纤维材料。

20. 如权利要求 14 所述的同步驱动组件,其中,所述帘线 (18) 包括碳素纤维,并且所述帘线具有数量从 1k 至 48k 的碳素纤维丝。

有齿动力传输带

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种有齿皮带，而更具体地涉及一种具有相对较厚夹套、较细帘线的有齿皮带。

背景技术

[0002] 已知的是给发动机提供一种诸如同步带之类的有齿皮带，所述有齿皮带通过模压齿在用于发动机的皮带轮的凹槽中的作用而传输负载和运动。典型地，有齿皮带包括：皮带本体；夹套，所述夹套沿皮带本体的至少一个齿形外周表面设置；以及拉伸构件，所述拉伸构件嵌入所述皮带本体。皮带本体具有多个由本体形成并以预定节距间隔开的皮带齿。拉伸构件包括一个或多个嵌入皮带本体的帘线。

[0003] 同样还已知的是有齿皮带和皮带轮具有特定的几何关系。例如，如图 1 所示，皮带轮 6 具有相对皮带轮 6 的中心 (C) 的外径 (OD) 和描述圆周齿节 (CP) 或齿重复距离的外径 (PD)。皮带 8 具有皮带节线 (BPL) 或同样描述 CP 的中性轴线。为了正确地啮合或适配，皮带的 CP 必须与皮带轮的 CP 相匹配。皮带轮 6 的节线差 (PLD) 是皮带轮 6 的 PD 和皮带轮 6 的 OD 之间的差值的一半。皮带 8 的 PLD 等于 BPL 和皮带分型面之间的距离。所述分型面是皮带的纵向间隔的相邻齿之间的凹槽的底表面，并在图 3 中由附图标记 20 表示。典型地，拉伸构件的中心或中性轴线设置为或假定设置为沿着皮带的 BPL。

[0004] 进一步已知的是在发动机的设计中，发动机设计者维持标准 PLD 和节线差。示例性的标准包括用于汽车底盘同步驱动器的 SAE J1278 和 ISO 9010 以及用于工业同步驱动器的 RMA IP-24 和 ISO 5296-1。PLD 和节距是确保皮带的齿和配合的皮带轮之间充分啮合的关键尺寸。结果，为现有发动机设计的皮带通常必须具有标准 PLD。一般实践中，将皮带的 PLD 设计成匹配皮带轮系统的 PLD，从而如图 1 所示，在应用公差内，BPL 和 PD 一致。通过恰当地选择模具尺寸而总体上控制皮带的节距。通过拉伸构件和夹套的尺寸和性质而总体上控制皮带的 PLD。然而，一些发动机设计者设计了结合有多种皮带轮的皮带驱动系统，这些皮带轮彼此不匹配和 / 或具有非标准 PLD，由此将在皮带上产生危险应力。

[0005] 此外，汽车设计者要求顶置凸轮皮带系统还驱动诸如水泵、燃料泵之类的额外部件，从而在皮带上产生增加的危险负载。以前，为了增大同步带的负载承载能力，改变用于皮带本体的弹性化合物的物理性质，从而总体上减小了皮带的柔韧性。作为选择或者此外，对改变夹套和 / 或拉伸构件的构造或使用新型高性能纤维材料进行了研究。然而，拉伸构件或夹套尺寸的改变以使皮带具有更大的柔韧性和 / 或负载能力将导致 PLD 改变，从而可能对节距适配产生不利影响。由此，尽管对拉伸构件或夹套的改变还将对承载能力产生有利影响，然而上述几何限制对这种改变的实际程度设置了相当严格的限制。

[0006] 因此，皮带本体、拉伸构件和夹套之间的相互作用对于皮带几何特性、在给定的驱动系统中的操作、以及皮带的寿命和性能非常重要。这种相互作用的实例和操纵帘线和夹套变量以获得性能改进的在先努力已经被公开。在 Yokoyama 等的美国专利第 4,721,496 号中，公开了玻璃纤维帘线直径在 0.9 至 1.1 毫米 (mm) 这样的非常窄的范围，并且帘线直径

与夹套厚度的比率在从 1.8 至 5.0 的范围内。在 Osako 等的美国专利第 5,531,649 号中，公开了具有玻璃或芳族聚酰胺帘线的皮带，所述皮带具有介于 0.73 至 0.85mm 的上述标称 PLD，并且具有厚度在 0.3mm 至 0.5mm 之间的夹套。在 Yokoi 的美国专利第 5,209,961 号中，公开了具有直径为 0.63mm 至 0.85mm 的玻璃帘线的皮带，并且其中帘线直径与夹套厚度的比率在从约 1.5 至 2.2 的范围内。因此，除非考虑到其它要素，否则仅改变这些要素中的一个是无益的。然而，在这些常规参数范围内设计的皮带的性能并不能满足所需的性能标准，并且在有些情况下不能获得诸如碳素纤维之类的新型高性能材料的最小期望潜能。因而，理想的是特别注重改变拉伸构件和夹套，所述改变相互补偿以获得所需的皮带几何特性以及性能的改善。

[0007] 因此，理想的是提供一种用于同步带的新的皮带构造，所述皮带构造特别注重拉伸构件和夹套，以获得所需的皮带几何特性以及包括改进负载能力和柔韧性的性能的改进。同样理想的是，提供一种用于同步带的新的皮带构造，所述皮带构造使用用于拉伸构件的具有较小直径的帘线。进一步理想的是，提供一种新的皮带设计方法，所述皮带设计方法因高强度、高系数帘线材料而产生改进的性能。进一步理想的是，提供一种新的皮带构造，所述皮带构造在预定的节线差范围内，在多种皮带轮中恰当地发挥作用。因此，在本领域中需要提供一种满足这些要求中的至少一项的有齿皮带。

发明内容

[0008] 因此，本发明的一个实施方式是一种适于汽车同步驱动的具有相对较厚夹套、较细帘线的有齿皮带。所述有齿皮带包括：弹性的皮带本体；由所述本体形成的至少一个齿；夹套，所述夹套沿皮带本体的外周表面设置；以及嵌入皮带本体的拉伸构件或帘线。夹套的压缩厚度为 0.5mm 至约 0.8mm，帘线直径与夹套厚度的比率小于 1.8，而皮带的节线差不超过约 1.2mm。

[0009] 本发明的一个方面是从以下群组中选择帘线纤维材料：碳素、聚对苯撑苯并二恶唑 (PBO)、芳族聚酰胺、玻璃以及上述两项或更多项的混合物。帘线可以是碳素纤维，并且其直径为约 0.5mm 至约 0.95mm。夹套的压缩规格厚度为约 0.57mm 至约 0.75mm。

[0010] 在另一个实施方式中，本发明是一种包括至少一个驱动器和具有预设 PLD 的从动皮带轮以及与所述皮带轮驱动啮合的有齿皮带的同步驱动组件。所述有齿皮带包括：弹性的皮带本体；具有一直径的拉伸帘线；具有一定压缩厚度的夹套；以及皮带光学 (optical) PLD。皮带 PLD 与设计 PLD 的比率在从约 1.2 至约 1.75 的范围内；而帘线直径与夹套厚度的比率在从约 0.7 至约 1.7 的范围内。帘线可以是细丝数量从约 1K 至约 48K 的碳素纤维。

[0011] 本发明的一个优点在于向车辆提供具有厚夹套、细帘线的有齿皮带。本发明的另一个优点在于有齿皮带结合有由用于其帘线的 6K 纤维束制成的新的拉伸构件，从而增加了皮带的柔韧性。本发明的又一个优点在于有齿皮带具有厚夹套，所述厚夹套为“硬夹套”，从而增加了皮带的齿负载承载能力。本发明的又一个优点在于有齿皮带具有结合至小直径帘线的厚夹套，所述夹套改善了皮带构造的负载承载能力以及其它皮带性能特征。本发明的又一个优点在于有齿皮带在标准 PLD 或一定范围的 PLD 的皮带轮中恰当地发挥作用。本发明的又一个优点在于有齿皮带改善了发动机的潜在使用寿命，这是因为厚夹套采用的纤维将不会象薄夹套的纤维那样快地磨损。本发明的又一个优点在于，例如当需要“细帘线”

用于“高挠曲”驱动时，有齿皮带允许使用小直径“高挠曲”如 6K 碳素纤维帘线。本发明的又一个优点在于有齿皮带具有小直径高挠曲帘线，从而降低了皮带运行温度，由此减少了化合物热降解（即，化合物老化）发生。本发明的又一个优点在于有齿皮带具有 6K 纱线，从而不会随着时间或马达引擎的周期而受到拉伸性能的退化，由此延长了皮带的寿命。当与现有的皮带构造进行比较时，本发明的又一个优点在于有齿皮带包括具有带有直径小的物理几何特性的帘线的拉伸构件和厚度大的夹套。

[0012] 在结合附图阅读了随后的说明之后，由于能够更好地理解本发明，因此本发明的其它特征和优点也将被容易地了解。

附图说明

[0013] 图 1 是皮带轮和有齿皮带的简图，其示出了皮带轮和有齿皮带的几何关系。

[0014] 图 2 是根据本发明的厚夹套、细帘线的有齿皮带的立体图。

[0015] 图 3 是图 2 的有齿皮带的局部视图。

[0016] 图 4 是图 2 的有齿皮带的片断的局部视图。

[0017] 图 5 是用于描述本发明一个方面的特征的测试构造的简图。

具体实施方式

[0018] 参考附图且尤其是参考图 2 和图 3，示出了根据本发明的厚夹套、细帘线、有齿皮带 10 的一个实施方式。有齿皮带 10 包括由任何适当的硫化弹性体合成物形成的皮带本体 12。皮带本体 12 包括至少一个，优选地为多个由皮带本体 12 形成且间隔开预定齿节距 (P) 的皮带齿 14。

[0019] 为了用在皮带本体弹性体合成物中，可以采用任何适当的和 / 或传统的弹性体类型，包括可浇铸的和不可浇铸的弹性体以及热塑性弹性体。作为热塑性弹性体，可以有益地采用热塑性聚亚胺酯（“TPU”）。作为不可浇铸的弹性体，可以有益地采用氯丁二烯橡胶（“CR”）、丙烯腈聚丁橡胶（“NBR”）、氢化 NBR（“HNBR”）、苯乙烯 - 丁二烯橡胶（“SBR”）、烷基氯磺化聚乙烯（“ACSM”）、表氯醇、丁二烯橡胶（“BR”）、天然橡胶（“NR”）、以及诸如三元乙丙橡胶（“EPDM”）和乙烯丙烯共聚物（“EPM”）之类的乙烯 α 烯烃弹性体，或者前述项的任意两种或多种的合成物。

[0020] 作为适用于用作根据本发明的皮带的皮带本体的弹性体的可浇铸弹性体，可以采用作为非限制实例的聚氨酯、聚亚胺酯、乙烷 / 尿素以及尿素。对于可浇铸弹性体，皮带本体 12 由液态皮带材料浇铸，当硫化时，液态皮带材料具有动力传输皮带所需的必备物理特性。例如，材料可以具有如在 Westhoff 的美国专利第 4,838,843 号、Patterson 等的美国专利第 5,112,282 号、或者 Wu 等的国际专利公开第 96/02584(1996 年 2 月 1 日）号中任意一个公开的特性。

[0021] 包括填料、短纤维、硫化剂、活化剂、加速剂、焦痕阻滞剂、稳定剂、抗氧化剂、抗臭氧剂和增塑剂的传统的弹性体合成物添加剂可以以为此目的通常采用的用量与弹性体组分本身协同使用，以形成皮带本体部。具有如图 2 和图 3 中示出的齿型的本发明的皮带可以利用公知的皮带构造技术制造，许多技术都是本领域技术人员易于理解的。动力传输皮带（即有齿皮带或同步皮带）的实例在美国专利第 2,507,852 号和第 3,138,962 号中公开。用

于生产这种皮带的方法的实例在美国专利第3,078,206号、第3,772,929号和第4,066,732号中公开。应当理解，这些专利参考仅仅是各种类型的有齿动力传输皮带及现有形成技术的一些实例。

[0022] 由皮带本体12形成的皮带齿14可以具有诸如梯形、曲线形或截顶曲线形之类的任何所需横截面形状。曲线形齿形的实例在Miller的美国专利第3,756,091号、Cathey等的美国专利第4,515,577号以及Westhoff的美国专利第4,605,389号中出现。应当理解，皮带齿14通过预定节距(P)彼此间隔开。

[0023] 有齿皮带10还包括覆盖皮带本体12的背面的可选夹套15。皮带的背面可以选择为不具有夹套和/或打磨平滑或给出波纹图案。皮带可以是双侧同步皮带，两侧上均具有齿，相对于单侧皮带的所有几何和材料考虑都可以沿双侧应用在这种双侧同步皮带上。皮带齿14覆盖有如所示出的沿皮带齿14的外周表面设置的夹套16。夹套16由耐磨织物制成，以提升齿剪切强度，并且尤其是在可浇铸皮带结构中，能够减轻当插入链轮或皮带轮的纹槽时，皮带齿14的攻击性。夹套16相对较厚。夹套16具有压缩规格厚度(Th)。应当理解，在皮带制造完成后，当夹套是皮带结构的一部分时，在皮带中被压缩，压缩夹套厚度就是夹套的厚度。

[0024] 可以采用任何适当的或传统的材料制造夹套16，包括起皱尼龙、纺织尼龙、棉花、大麻、黄麻、芳族聚酸胺、聚酯、聚四氟乙烯(PTFE)以及玻璃纤维。织物可以是纺织品、双纺织品、编织品或无纺织品。可以采用一层以上的织物，或者可以在多层中结合一种类型以上的织物以实现所需总厚度。这种合成物的实例公布在Westhoff的美国专利第5,971,879号中。如果需要，织物可以斜裁，这样绳束相对于有齿皮带时的行进方向形成一定的角度。织物可以是诸如由经线和纬线以任何所需角度组成的传统纺织品，或可以由挑选的帘线组成，或者由编织或编结构造组成之类的任何所需构造。应当理解，多个横向纹槽(未示出)可以可选地形成在有齿皮带10的外层或背侧。尽管不是必须的，还应当理解，纹槽降低了皮带重量并且在一些应用中或者在某些环境下，尤其是其中使用可浇铸材料形成皮带本体12的情况下能够提高皮带弹性。夹套纤维可以经由适于结合至皮带本体的橡胶合成物进行处理。所述处理可以是橡胶溶解或RFL浸沾，或者压光、摩擦或胶贴橡胶等。一层橡胶可以设置在织物的一侧，作为织物和帘线之间的衬垫层。织物可以具有层压至一侧的热塑薄膜，如美国专利第3,964,328号所公开的。

[0025] 在一个尤其适用于汽车应用的实施方式中，其中，系统设计PLD为约0.686mm或者实际皮带轮PLD在从约0.6mm至约0.8mm的范围内，夹套厚度(Th)在从约0.5mm至约0.8mm的范围内，并且帘线直径与夹套厚度的比率小于1.8，并且皮带PLD不超过约1.2mm。示例性夹套16包括具有斜纹图案的尼龙6-6膨体纱纺织品，织物重量介于约500至约700克每平方米(gsm)之间，优选地重量介于约550gsm至约650gsm之间。在这种实施方式中，夹套16具有初始规格厚度为约1.83mm的原坯织物以及在压缩成压缩规格厚度(Th)之前规格厚度为约2.1mm的经处理的织物/初始夹套。因此，当在这个实施方式中与直径从约0.5mm至约0.9mm的适当的帘线结合时，帘线直径(D)与初始夹套规格厚度的比率可以在从约0.24至约0.43的范围内，并且比率D/Th可以在从约0.7至约1.8的范围内。优选地，帘线直径可以在从约0.6mm至约0.85mm的范围内。适当的帘线包括6K碳素纤维，并且具有约0.7mm至约0.8mm的直径。

[0026] 有齿皮带 10 包括嵌入皮带本体 12 中的拉伸构件 18。拉伸构件 18 包括至少一个，优选的是多个嵌入皮带本体 12 中的螺旋形盘绕的帘线。在这个实施方式中，帘线形式的拉伸构件 18 螺旋形盘绕通过有齿皮带 10 的宽度，如根据本领域的普通实践成对的 S 和 Z 双绞帘线以并排的方式间隔开。在本发明的非限制性实施方式中的帘线可以由此占据皮带宽度的从约百分之五十六 (56％) 至约百分之九十五 (95％)，并且优选的是皮带宽度的从约百分之六十五 (65％) 至约百分之九十二 (92％)。

[0027] 拉伸构件 18 的帘线包括多个双绞和 / 或成捆纱线，至少一根纱线包括纤维纱。在本文本中以及在整个本申请中，术语“纤维”和“细丝”可交替地使用，以表示具有例如 4-9μm 的小横截面直径且长度至少约为其直径的一百倍的，然而通常具有非常大或者甚至无限的长度的材料，并且“纤维”和“细丝”形成纱线的基本元件。在此以及整个本申请中使用的术语“纱线”表示至少两个，然而通常对纤维纱线而言是一千个或更多的纤维，所述纤维被置放和 / 或绞拧和 / 或其它方式捆扎在一起成连续的绳索，以形成帘线部件。整个本申请中使用的术语“帘线”表示可以被绞拧的 (如在本领域所公知的也可以被置放和 / 或捆扎和 / 或绞拧在一起和 / 或通过粘合剂处理物进行处理) 一个或多个纱线的产品，并且其中采用两个或更多的纱线。

[0028] 纤维为具有高强度、高模数的纤维。所述纤维可以由例如玻璃纤维、芳族聚酸胺、聚对苯撑苯并二恶唑 (PBO)、碳素、或者上述项的混合合成物制成。优选地，所述纤维为碳素纤维。用在本发明的实施方式的实践中的实例性碳素纤维例如在前述的美国专利第 5,807,194 号中进行的描述，该专利的涉及可以用在本发明的实施方式的实践中的例证性碳素纤维类型、配置以及牌号的内容在此通过援引并入。碳素纤维通常由碳化诸如聚丙烯腈 (PAN)、人造纤维、或其中在碳化过程中纤维的直径充分地减小的节距纤维之类的初始纤维而制成。由一个或多个碳素纤维形成的纱线典型地具有每单位长度的质量从约 66tex 至约 1,650tex，并且细丝量 (即，每根纱线的单独碳素纤维量) 从约 1,000 至约 54,000。根据本发明所使用的碳素纤维拥有拉伸模量从约 50GPa 至约 600GPa，优选的是从约 100 至约 300GPa，以及更优选的是从约 150GPa 至约 275GPa，如根据 ASTM D4018 确定的。在本发明的实施方式中，各个碳素纤维的横截直径在从约 5μm 至约 9μm 的范围内，用在上述汽车动力传输应用中的帘线的细丝量可以从约 3000 至约 12,000，优选的是约 6,000。如本领域所公知的，碳素纱线和由碳素纱线形成的帘线可以由包含在其中的纤维的数量而不是由丹尼尔 (denier) 或德士 (decitex) 来表现其特征。使用数字和字母“K”的术语来表示一根纱线中碳素纤维的数量。因此，在“3K”碳素纤维纱线中，“K”是“1000 纤维”的简化表示，并且“3”表示倍数。因此，“3K”碳素纱线表示具有 3000 纤维或细丝的纱线。此外考察关于帘线的术语，例如在“3K-2”碳素纤维帘线中，“2”表示 3K 纱线绞拧和 / 或通过其它方式捆扎在一起，以由此形成具有 6,000 细丝量的帘线。

[0029] 碳素纤维帘线包括适于给定的应用的任何纱线的组合物，包括但不限于 1K-1、3K-1、3K-2、6K-1.....6K-9、12K-1.....12K-4、18K-1.....18K-3、24K-1、24K-2、48K-1 等，其提供具有由将在下面讨论的设计方法确定的直径 (D) 的帘线。适用于本发明的实践的碳素纤维的非限制性实例由 Toray Industries，Inc. 以标准 TORAYCA-T400 HB 6K40D 和 TORAYCA-T700 GC 6K 出售；类似的材料也由 Toho TenaxCo.，Ltd. 以标准 UT500-6K 出售；以及类似的材料还由 CytecIndustries，Inc. 以标准 T-650/35 6K 309NT 出售。适当的玻璃

纤维包括 E- 玻璃，或者优选的是诸如 S- 玻璃、R- 玻璃或 U- 玻璃之类的高强度玻璃。适用在本发明的实践中的玻璃纤维的非限制性实例由南卡罗莱纳州的艾肯市的 AGY 以标准 762 S-2 玻璃出售。适用于本发明的实践的芳族聚酰胺纤维的非限制性实例由 Dupont Chemical Company 以商标 Kevlar™ 和 Nomex™ 出售，以及由 Teijin Techno ProductsLimited 以商标 Technora™，Twaron™ 和 Teijinconex™ 出售。适用于本发明的实践的 PBO 纤维的非限制性实例由 Toyobo Co.，Ltd. 以商标 ZyIon™ 出售。

[0030] 此外，帘线可以具有混合的帘线结构，例如，帘线可以具有碳素纤维 (6K) 中心芯，其中玻璃纤维或芳族聚酰胺纱围绕中心芯的外侧缠绕。在适于前述汽车应用的混合的帘线结构中，中心芯的直径 (D) 小于 0.8mm，优选地，所述芯的直径 (D) 介于约 0.55mm 和约 0.8mm 之间。应当理解，碳素纤维束是主要负荷承载部件。

[0031] 纤维制造商典型地用胶料涂布纤维，当纤维被加工成纱线并且卷绕在线轴上时，胶料通常有助于抑制脆裂，和 / 或便于用帘线处理物润湿纤维和由纤维形成的纱线。在一些情况下，胶料因而可以具有符合应用于纱线和 / 或细丝的帘线处理物的化学结构，从而将处理的帘线合并入动力传输皮带，并且例如胶料可以是水基或溶剂基环氧溶液。在整个本申请中，术语“胶料”用于表示以从约 0.2％至 2.0％干重（即基于干燥的，也就是经处理的纱线或细丝（即为了实现上述功能，已经涂敷有胶料的干燥的纱线或细丝）的重量）的级别施加在纱线和 / 或纱线细丝上的普通薄膜。

[0032] 根据本发明的实施方式，RFL 合成物，即进一步包括间苯二酚 - 甲醛反应产物的弹性体乳胶合成物可以作为帘线处理施加至纱线的至少一部分和 / 或一个或多个其碳素细丝。在整个本申请中，术语“帘线处理”用于表示施加至纱线和 / 或纱线细丝（可以或可以不包括胶料）并且至少位于纱线的一部分上和 / 或纱线细丝表面上的材料，并且在通过捆扎和 / 或绞拧和 / 或这种经处理的帘线的纱线的其它合成或构造形成的帘线的这种细丝和纱线之间形成一个或多个空隙的至少一部分；并且表示以大于经这样处理的帘线的最终重量的百分之二 (2.0％）的等级施加至这种纱线和 / 或纱线细丝。

[0033] 作为 RFF 组分，可以采用任何适当的材料。RFL 溶液中的间苯二酚 - 甲醛树脂分量优选地为干燥基的重量的约 2％至约 40％，乳胶分量为从约百分之六十 (60％）至约百分之九十八 (98％）。优选地，间苯二酚 - 甲醛树脂分量优选地为干燥基的重量的约 5％至约 30％，并且乳胶分量为从约百分之七十 (70％）至约百分之九十五 (95％）。已经发现本发明的实施方式中的这种比率允许碳素纤维的各种细丝被充分地灌注，以减小纤维的磨损和破裂，同时保持完成传统采用的绞拧和卷缆操作所需的足够的弹性。然而，无论被采用或所实现的提取级别的间苯二酚 - 甲醛树脂和乳胶的具体分量，已经发现，在本发明的实践中，帘线处理物溶液的固体级别应当形成或保持在这样的状态，其中在处理过程中 RFL 溶液残留物基本稳定。

[0034] RFL 溶液中的乳胶组分可以为任何适当的类型，包括 HNBR、NBR、羧酸盐 HNBR、羧酸盐 NBR、乙烯嘧啶 / 苯乙烯聚丁橡胶（“VP/SBR”）、羧酸盐 VP/SBR、SBR、氢化 SBR、氯磺化聚乙烯（“CSM”）、诸如 EPDM 和 EPM 之类的乙烯 α - 烯烃型弹性体，或者前述项的任意两个或多个的合成物。在优选的实施方式中，乳胶组分是羧酸盐 HNBR 型的，并且可以包括从微少至直到相等数量或加权比例，甚至更多的其它弹性体类型，所述其它弹性体类型包括诸如 EPDM 或 EPM 之类的乙烯 α - 烯烃型弹性体。乙烯 α - 烯烃型弹性体可以单独使用，或者可

以将它们中的任何两种或更多种合成使用，以改善最终合成皮带的诸如低温弹性之类的低温性能。

[0035] 也适于使用本领域公知的其它帘线处理，如在美国专利第 6,500,531 号中公开的用于碳素纤维帘线的环氧－乳胶 /RFL 两步处理；或者在美国专利第 6,824,871 号中公开的用于 PBO 帘线的类似处理；或者在美国专利第 4,883,712 号中公开的用于碳素纤维的溶剂基环氧－橡胶 /RFL 处理。

[0036] 在本发明的实施方式中，帘线可以具有从约 0.2mm 至超过 2.1mm 的直径 (D)。下面的讨论阐述了一种设计为适配标准汽车应用的、具有 0.686mm(0.027 英寸）的系统设计 PLD 的具体化皮带。对于这种皮带而言，D 可以在从约 0.5mm 至约 0.9mm 的范围内。优选地，帘线具有介于约 0.7mm 和约 0.8mm 之间的直径。适当的帘线可以包括 6K 碳素纤维。如图 2 中所示，帘线的中心 (C) 限定中心皮带轴线 / 节线。用于皮带轮 PLD 的标准设计公差是 +0.05-0.00mm。然而，在至少一种公知的汽车实例中，皮带轮 6（图 1）具有在约 0.648mm(0.0255 英寸）至约 0.775mm(0.0305 英寸）的宽泛的范围内的节线差 (PLD)，从而导致传统皮带的节距适配问题。本发明的皮带的中心皮带轴线位于最大皮带轮 PLD 的上方。皮带具有位于 PLD 或皮带的中心轴线和设计皮带轮 PLD 之间的差值的差节线（ΔPL），在本案例中所述设计 PLD 为 0.686mm。ΔPL 在约 0.09mm(0.003 英寸）至约 0.5mm(0.02 英寸）的范围内。优选地，ΔPL 在约 0.16mm 至约 0.51mm 的范围内，或者从约 0.16mm 至约 0.36mm 的范围内。应当理解，ΔPL 也是有齿皮带 10 和皮带轮 6 之间的节线中的差值。由此，上述拉伸构件 18 和夹套 16 一起提供可以具有 PLD 在从约 0.78mm 至约 1.2mm 的范围内，或者优选地在从 0.85mm 至约 1.2mm 的范围内或者在从约 0.85mm 至约 1.1mm 的范围内的皮带。上述拉伸构件 18 和夹套 16 一起提供可以具有 D/Th 在从约 0.7 至约 1.8 的范围内，或者优选地从约 0.9 至约 1.6 的范围内，或者从约 1.0 至约 1.5 内的范围内的皮带。

[0037] 如图 4 中所示，有齿皮带 10 的 PLD 可以基于夹套表面位置 (PFS)、帘线－织物界面 (P_CF) 和本体橡胶－帘线界面 (P_{RC}) 光学测量和计算，并且均在通过皮带分型面区域（图 3 中的 20）的横截面处确定。平均夹套厚度 (Th) 等于平均值 P_{CF} 和平均值 P_FS 之间的差值的绝对值。平均帘线直径 (D) 等于平均值 P_{RC} 和平均值 P_{CF} 之间的差值的绝对值。光学 PLD 等于平均夹套厚度 (Th) 加上平均帘线直径 (D) 的一半，即 PLD = Th+D/2。应当理解，有齿皮带 10 的光学 PLD 基于优选地在围绕皮带的一个或多个分型面 20 位置采集的多个读数的平均值测得。

[0038] 为了设计适于给定的驱动系统的皮带，必须考虑五个变量。这五个变量是 D（帘线的直径）、Th（夹套的厚度）、PLDp（皮带轮或驱动系统的节线差）、PLDb（基于在先描述的可见尺寸测量的皮带的节线差）、以及 ΔPL（皮带和皮带轮之间的节线的差值）。作为选择，PLr（节线或 PLD 比率）可以被用作取代 ΔPL 的第五设计变量。PLDp 通常通过设计给出并且考虑到传统皮带 / 驱动系统的设计 PLD。提供两个等式：

[0039] (1) ΔPL = PLDb-PLDp 或者 PLr = PLDb/PLDp；以及

[0040] (2)PLDb = Th+D/2。

[0041] 因此，为了确定皮带，设计者必须提供另外两个等式或变量。实际应用两种设计方法：(1) 如果变量 D/Th 处于给定范围，并且 ΔPL 或 PLr 也处于给定范围，则设计方法称为“厚度比率”方法。该设计方法也可以独立于 PLDp 考虑或应用于任何所需 PLDp。(2) 如果

D 和 Th 被给定范围或在给定范围内，则易于计算 PLDb，并且 ΔPL 或 PLr 成为取决于 PLDp 并且易于被计算，并且所述设计方法被称作“实际厚度”方法。确定 D 和 Th 通常产生仅仅适于具体 PLDp 的皮带。应当理解，有齿皮带 10 可以基于这些变量且通过任一种方法设计。

[0042] 因此，根据真实厚度方法，通过设计实例，可以确定优选夹套厚度从 0.5mm 至 0.7mm，且优选帘线直径从 0.6mm 至 0.8mm。结果，比率 D/Th 将在从约 0.9 至约 1.6 的范围内。同样结果，PLDb 将在从约 0.8mm 至约 1.1mm 的范围内。通常优选的是使指定范围略微变窄，以保持 D/Th 的比率在从约 1 至约 1.5 的范围内，并且 PLDb 在从 0.85mm 至 1.08mm 的范围内。这样，结果，对 0.686mm 的设计 PLDp 而言，皮带 / 皮带轮系统的 ΔPL 将在从约 0.16mm 至约 0.36mm 的优选范围内。这种设计实例可以应用在用于汽车顶置凸轮驱动系统的皮带。

[0043] 作为选择，通过实例的方式，根据厚度比率设计方法，比率 PLr 可以确定为在从约 1.2 至约 1.75、或从 1.24 至约 1.75、或优选地从约 1.24 至约 1.6 的范围内。比率 D/Th 在从约 0.7 至约 1.8 的范围内、或在从约 0.9 至约 1.6 的优选范围内，或从约 1.0 至约 1.5 的范围内。结果，对于例如 0.686mm 的确定的 PLDp，PLDb 必须在从约 0.83 至约 1.2、或优选地从约 0.85 至 1.2、或从约 0.85 至约 1.1 的范围内。给定的 PLr 以及 PLDp 和 D/Th，则可以恰当地选择帘线直径和夹套厚度以提供 PLDb。由此，根据本发明的厚夹套、细帘线的皮带可以设计为任意所需的皮带 / 皮带轮系统 PLD。通过实例的方式作用于在标准 RMA IR-24 中列举的标准工业同步皮带轮尺寸或“截面”的这种厚度比率方法将产生表 1 中列举的帘线直径和夹套厚度的范围。列举的各组合是使用以上列举的 PLr 和 D/Th 的最窄范围的本发明的厚夹套、细帘线的有齿皮带的成比率缩放的实施方式。应该理解的是，工业的 H 型截面皮带的 PLD 等于最常间的汽车的 PLD（为 0.686mm）。通过实例的方式，近似所需范围内的标称直径的碳素纤维帘线构造列举用于表 1 中的各皮带截面。应该理解的是各所需直径范围的适合帘线可由芳族聚酰胺、玻璃、PBO 或其它适合的高强度、高系数纤维构造。应当理解的是，相同的设计方法可以应用于如 2-mm、3-mm、5-mm、8-mm 和 14-mm 的公制皮带尺寸，并且用于任意所需的齿轮廓。

[0044] 表 1

[0045]

皮带截面	PLDp(mm)	PLDp- 范围 (mm)	碳素纤维帘线	标称 D (mm)	D- 范围 (mm)	Th- 范围 (mm)
MXL、XL	0.254	0.32-0.41	1k	0.29	0.21-0.35	0.18-0.27
L	0.381	0.47-0.61	3k	0.5	0.31-0.52	0.27-0.41
H	0.686	0.85-1.1	6k 或 12k	0.75 或 0.95	0.57-0.95	0.49-0.73
XH	1.397	1.73-2.24	18k 或 24k	1.24 或 1.45	1.15-1.92	1.0-1.5
XXH	1.524	1.89-2.44	24k	1.45	1.26-2.1	1.1-1.6

[0046] 有齿皮带 10 适配现有发动机的皮带轮 PLD，然而对传统皮带设计的显著变化在于减小了拉伸构件 18 的直径且更大比例地增加了夹套 16 的厚度。较小直径的拉伸构件 18 的弯曲需要较少的能量，这样降低了热量的产生，由此降低了有齿皮带 10 的运行温度，从而减小了用于本体 12 的化合物的老化。使用诸如碳素纤维之类的用于拉伸构件 18 的高强度、高系数纤维能够维持有齿皮带 10 的抗张强度。厚夹套 16 增加了皮带齿 14 的负载能力，

同时使用了标准弹性化合物。结果，在摩擦作用下，有齿皮带 10 能够维持更长的时间，这是因为需要更长的时间才能磨穿较厚夹套 16。应当理解的是，较大直径的拉伸构件弯曲需要更多的能量，因而会导致热量的产生以及本体化合物的更快老化。

[0047] 齿轮皮带 10 所具有的帘线与纤维的比率能够维持所需 ΔPL 或 PLr，而无需采用在相对高精度公差下匹配皮带轮 PLD 的传统方法。例如，具有 6K 碳素纤维纱的拉伸构件和相对较厚夹套的本发明的有齿皮带与具有玻璃纤维纱和 12K 碳素纤维的拉伸构件的传统的有齿皮带的比较如表 2 中示出如下：

[0048] 表 2

[0049]

构造	帘线 D(mm)	夹套 规格	比率	压缩规格 Th(mm)	比率 D/Th	PLDb (mm)
比较用 标准玻璃	1.0	1.6	0.63	0.2-0.3	4	0.75
比较用 碳素 12K	0.95	1.6	0.59	0.2-0.3	4	0.73
本发明的 碳素 6K	0.75	2.1	0.36	0.5-0.7	1.25	0.98

[0050] 这种比较显示具有 6K 碳素纤维纱的拉伸构件的本发明的有齿皮带 10 具有比传统皮带低的帘线直径与夹套厚度的比率而比传统皮带高的皮带 PLD。因此，具有 6K 碳素纤维纱的拉伸构件的有齿皮带 10 具有较低初始抗张强度，而具有能够降低皮带运行温度的高挠曲帘线。

[0051] 为了阐明本发明的效果，有齿皮带利用由标准玻璃纱、12K 碳素纤维纱、以及 6K 碳素纤维纱形成的拉伸构件而形成。皮带的差别仅仅在于夹套厚度和帘线材料。各皮带具有 25mm 的顶部宽度和 141 个齿（9.525mm 的节距）以及测得约 1343.025mm 的长度。所述齿是曲线形的。为了保持标准汽车齿节距并且在标称皮带长度下适配具有 9.525mm 节距的皮带轮，本发明的皮带所用的模子仅仅被切割成具有 0.94mm 的 PLD。在表 3 中提及的各以下实例中，各皮带具有初始皮带抗张强度，并且对最终皮带抗张强度测试了数个小时。

[0052] 表 3

[0053]

皮带 （识别）	皮带抗张强度 初始 (KN/20mm)	测试时间 (s) （小时）	皮带抗张强度 最终 (KN/20mm)
比较用 标准玻璃	37	330（平均）	全部拉伸断裂

比较用 12K 碳素	34	792/803	完全皮带断裂
比较用 6K 碳素	25	1362/1574/1936	21.9/21.5/21.2

[0054] 如对在表 3 中提及的实例中的每一个所描述的三种不同帘线材料的皮带采用如表 2 所提及的且在如图 5 中示出的测试设备 30 上测试的帘线 - 夹套构造。测试设备 30 被构造为模拟用在 1900cc、四缸、直喷式柴油机上的定时带。测试设备 30 包括七个皮带轮 32、34、36、38、40、42 和 44，如图 4 中提供的示意性绘图所示。皮带轮 32 代表驱动器或曲轴皮带轮，皮带轮 34 代表张紧皮带轮，皮带轮 36 代表凸轮轴皮带轮，皮带轮 38 代表空转皮带轮，皮带轮 40 代表燃料喷射泵皮带轮，皮带轮 42 代表水泵皮带轮，以及皮带轮 44 代表空转皮带轮。皮带轮 32、皮带轮 36、皮带轮 40 和皮带轮 42 分别拥有用于与皮带齿啮合的、节距为 9.525mm 的链轮齿纹槽（分别用数字 22、44、44 和 19 表示），然而这些链轮齿纹槽具有不同的 PLDp（分别为 0.648mm、0.749mm、0.749mm 和 0.775mm）。皮带轮 38 和皮带轮 44 是普通的，即为无齿皮带轮，测得直径分别是 28mm 和 80mm，并且自动张紧皮带轮 34 是普通的，并且测得直径是 67mm。测试装置包括容纳测试设备 30 的腔，并且在整个测试中，所述腔中的温度保持在 120℃。

[0055] 在“4-mm”负载下，沿顺时针方向在测试设备 30 上运转皮带，（其中“4-mm”负载表示燃料喷射器泵的最大负载或排量），通过电马达使曲轴或驱动皮带轮 32 实现 4000RPM，通过自动机械式张紧轮 34 施加 500N 的适配张力，并且如由皮带轮 34 中的应变仪所测量的，具有由 2500N 的燃料喷射泵产生的顶点受拉侧张力。对皮带进行测试直到断裂或实现最终皮带拉伸量。这些结果表明具有由标准玻璃纤维纱形成的拉伸构件的三个比较用有齿皮带在约 330 个小时时均具有拉伸断裂，而具有由 12K 碳素纤维纱形成的拉伸构件的两个比较用有齿皮带分别在 792 和 803 小时时才完全皮带断裂。另一方面，具有由 6K 碳素纤维丝形成的拉伸构件的三个本发明的有齿皮带分别被测试了 1362、1574、和 1936 个小时，且分别具有最终皮带拉伸量 21.9、21.5、和 21.2kN/20mm。本发明的皮带显示出正常磨损断裂的标志，包括在分型面区域中和在齿面上的夹套磨损。因此，具有相对厚夹套和 6K 碳素的相对细帘线的有齿皮带 10 具有低初始拉伸强度，而具有非常长的寿命，以及更令人满意的断裂模式。

[0056] 相应地，本发明的有齿皮带 10 具有较小直径的帘线以及厚纤维 / 夹套，以保持皮带 PLD 比皮带轮 PLD 大很多。有齿皮带 10 具有低初始拉伸强度和高柔韧性的帘线，从而能够降低皮带运行温度。有齿皮带 10 具有改善齿负载能力以及齿和分型面耐磨性的高规格纤维。

[0057] 本发明已经以示出的方式进行了描述。应当理解所使用的术语旨在采纳所说明的词汇的本意，而不是进行限制。通过上述教导，本发明的许多修改和变化都是可行的。因此，在所附权利要求的范围内，本发明可以以与具体描述不同的方式施行。当缺乏未在此具体公开的任何元件时，也可以适当地施行在此公开的本发明。

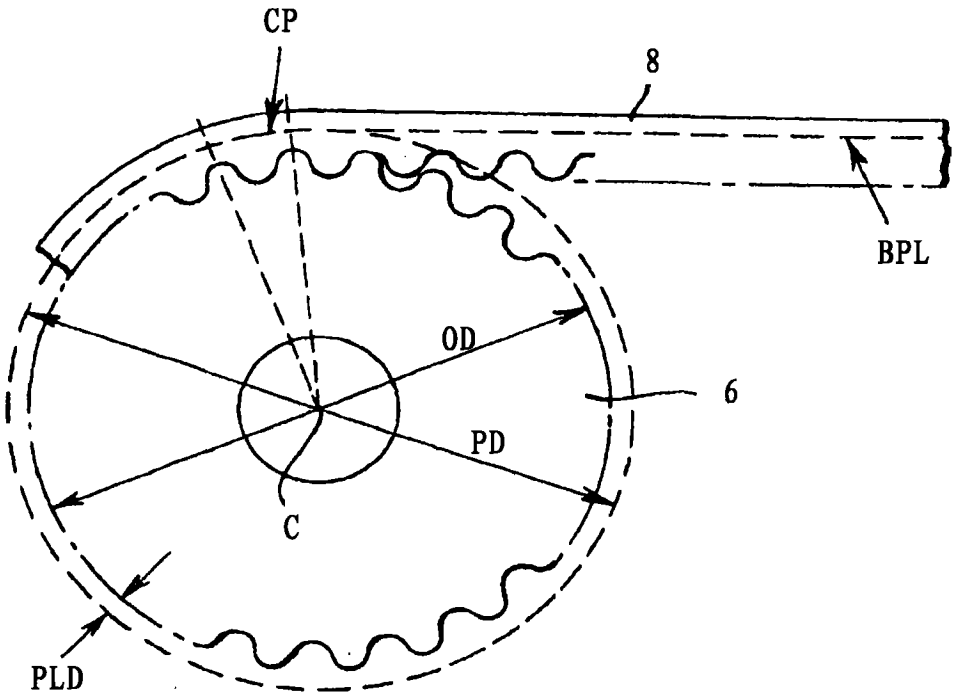


图 1

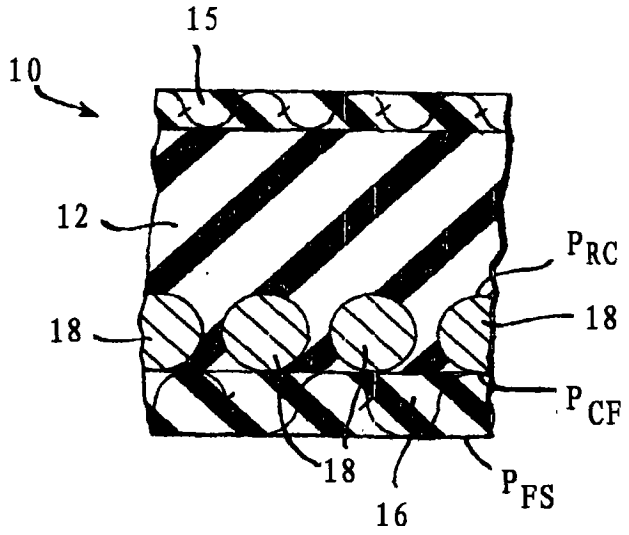


图 4

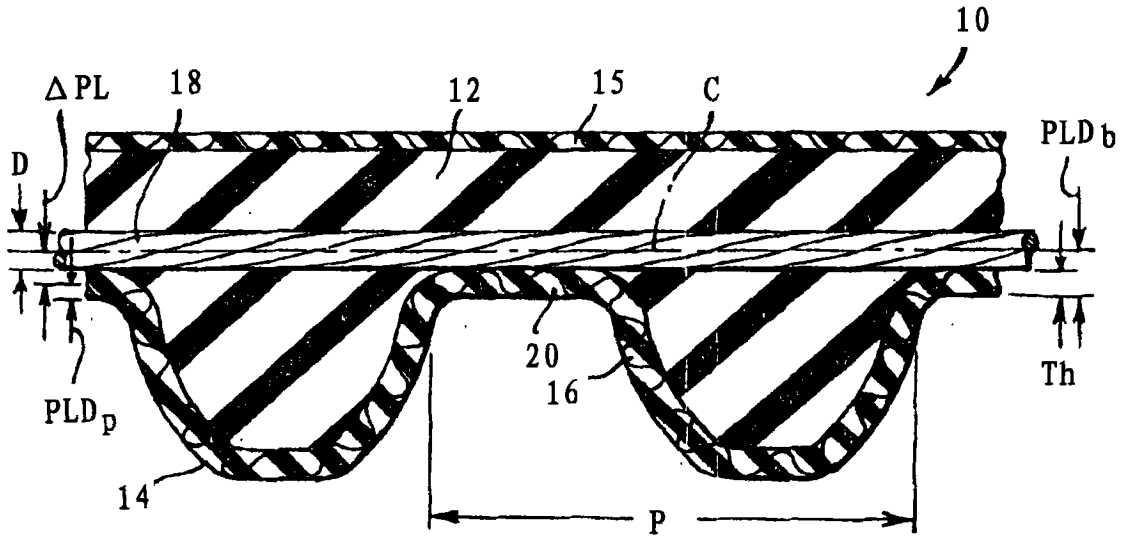


图 3

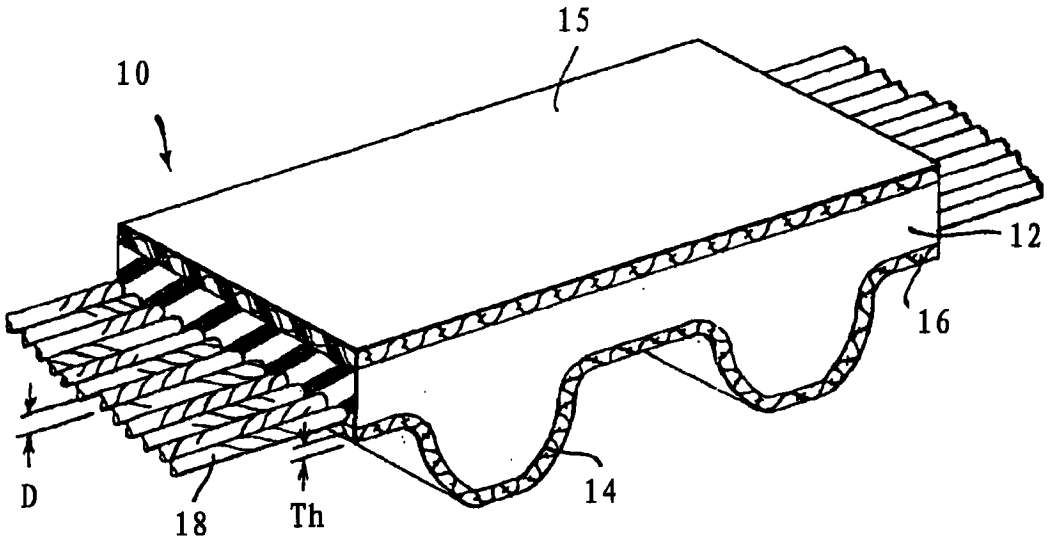


图 2

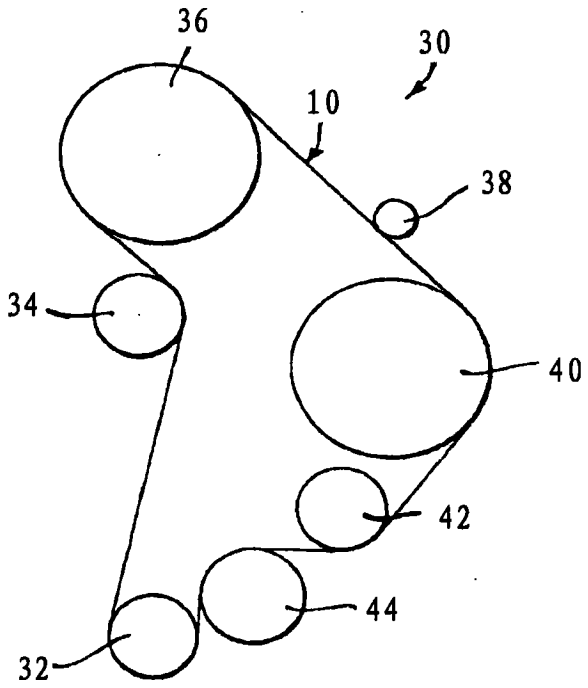


图 5