



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101978192 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 16

(21) 申请号 200980109560. 8

(22) 申请日 2009. 03. 13

(30) 优先权数据

08004935. 6 2008. 03. 17 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2009/001867 2009. 03. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02009/115249 EN 2009. 09. 24

(71) 申请人 帝斯曼知识产权资产管理有限公司

地址 荷兰海尔伦

(72) 发明人 迪特里克·维尼克

鲁洛夫·马里萨恩

马丁努斯·约翰内斯·尼古拉斯·雅

各布斯

克里斯琴·亨利·彼得·德克斯

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 肖善强 南霆

(51) Int. Cl.

F16G 13/12(2006. 01)

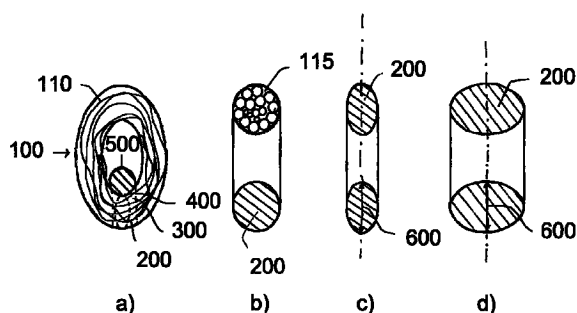
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

包含链环的链条

(57) 摘要

本发明涉及一种包含与多个相邻链环互连的多个第一链环 (100) 的链条, 所述第一链环包含聚合物纱线 (110), 并至少在其与所述相邻链环互连的部分具有粗度 (式 II), 所述链条的特征在于, 所述相邻链环至少在其与所述第一链环互连的部分处具有粗度 (式 II), 其中比值 (式 I/式 II) 为至少 1. 2。本发明还涉及所述链条用于贮存、固定和搬运货物 (例如用于提升、牵引和悬挂) 的用途。 ζ_1 (式 I) ζ_2 (式 II)。



1. 一种包含与多个相邻链环互连的多个第一链环的链条,所述第一链环包含聚合物多丝纱线,并至少在其与所述相邻链环互连的部分具有粗度 ζ_1 ,所述链条的特征在于所述相邻链环至少在其与所述第一链环互连的部分处具有粗度 ζ_2 ,其中比值 ζ_2/ζ_1 为至少 1.2。
2. 如权利要求 1 所述的链条,其中,所述第一链环是多丝纱线的圈环或、包含多丝纱线的绳的圈环、或包含多丝纱线的带的圈环。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的链条,其中,所述相邻链环是多丝纱线的圈环、或绳的圈环、或带的圈环。
4. 如权利要求 1 或 2 所述的链条,其中,所述相邻链环由选自由轻质金属、热固性组合物和热塑性组合物组成的组的材料来制造。
5. 如前述权利要求中任意一项所述的链条,其中,所述多丝纱线是 UHMWPE 多丝纱线。
6. 如前述权利要求中任意一项所述的链条在贮存、固定和搬运货物中的用途。

包含链环的链条

[0001] 本发明涉及一种包含与多个相邻链环(link)互连的多个第一链环的链条(chain),所述第一链环包含聚合物多丝纱线并至少在其与所述相邻链环互连的部分具有粗度 ζ_1 。本发明还涉及该链条用于贮存、固定和搬运货物(例如用于提升、牵引和悬挂)的用途。

[0002] 由美国专利 4,779,411 已知具有包含聚合物多丝纱线的链环的链条的实例。此出版物所公开的链条具有多个链环,所述链环包含芳族聚酰胺(芳纶)多丝纱线的芯并且具有纺织外部织物外鞘。也已发现在美国专利 4,779,411 的链条中,仅仅部分纱线有效地用于从一个链环向另一个链环传递力,因此链条的效率降低。

[0003] 本发明的目的在于提供较之已知的链条具有提高效率的链条。

[0004] 本发明的目的通过如下链条实现,所述链条的特征在于所述相邻链环至少在其与所述第一链环互连的部分处具有粗度 ζ_2 ,其中比值 ζ_2/ζ_1 为至少 1.2。

[0005] 令人惊讶地发现,较之链环结构与本发明链条的链环结构相当、但是其中比值 ζ_2/ζ_1 低于 1.2 的链条,本发明的链条的效率提高。

[0006] 由 DE19724586 已知相邻链环具有不同粗度、但是其中比值 ζ_2/ζ_1 低于 1.2 的链条。该出版物公开了刮板链条(scraper chain),其中垂直的链条链环变平以降低该链条的总高度,而水平链条围绕其周边具有恒定粗度。然而,两个相邻链环(即垂直链环和水平链环)的粗度在它们互连处是相同的,这因而使比值 ζ_2/ζ_1 等于 1。

[0007] “链环与另一链环互连的部分”在此被理解为在链条承受载荷时所述链环从周边与所述另一链环接触的部分。

[0008] 优选地,比值 ζ_2/ζ_1 为至少 1.5,更优选为至少 2.0,甚至更优选为至少 4.0,还甚至更优选为至少 6.0,最优选为至少 8.0。优选地,比值 ζ_2/ζ_1 为至多 50,更优选为至多 40,最优选为至多 30。通过改变构成本发明的链条的链环的粗度,可以容易地调节比值 ζ_2/ζ_1 。业已发现,通过增大比值 ζ_2/ζ_1 ,链条的效率也提高。

[0009] 优选地,本发明的链条的第一链环以交替方式与本发明的链条的相邻链条互连,即每两个第一链环经由一个相邻链环彼此连接。其优点在于本发明的链条的效率被提高了。

[0010] 优选地,本发明的链条的效率为至少 $0.65\text{cN} \cdot \text{m/g}$,更优选为至少 $0.7\text{cN} \cdot \text{m/g}$,甚至更优选为至少 $0.9\text{cN} \cdot \text{m/g}$,最优选为至少 $1\text{cN} \cdot \text{m/g}$ 。链条的效率可以例如通过提高比值 ζ_2/ζ_1 来提高。

[0011] 优选地,本发明链条的断裂强度为至少 1kN,更优选为至少 5kN,甚至更优选为至少 10kN,还要甚至更优选为至少 30kN,还要甚至更优选为至少 50kN,还要甚至更优选为至少 100kN,还要甚至更优选为至少 1000kN,还要甚至更优选为至少 10000kN,还要甚至更优选为至少 50000kN,还要甚至更优选为至少 100000kN,还要甚至更优选为至少 150000kN,还要甚至更优选为至少 500000kN,最优选为至少 10^6kN 。为了提高链条的断裂强度,可以使用强度更高的链环,并且根据本发明选择适当的 ζ_2/ζ_1 比值。

[0012] 优选地,本发明链条的链环的断裂强度为至少 1kN,更优选为至少 10kN,更优选为

至少 100kN。本领域技术人员知道如何提高链环的断裂强度,例如通过在制造所述链环时使用强度更高的和 / 或更粗的和 / 或更多的多丝纱线。

[0013] 优选地,第一链环的单位长度的总重量为至少 1g/m,更优选为至少 3g/m,甚至更优选为至少 10g/m,还要更优选为至少 30g/m,最优选为至少 100g/m。单位长度的重量可以通过使用更高纤度的和 / 或更多的多丝纱线来提高。由较重的链环制造的链条更适合用于其中重负载将被提升或固定在适当位置的重载荷应用。

[0014] 本发明链条的链环中所包含的聚合物多丝纱线(此后也被简称为纱线)可以根据本领域已知的任何技术来制造,优选地,通过熔融、溶液或凝胶纺丝来制造。用于制造所述纱线的聚合物材料可以是任何可以被加工成所述纱线的材料。合适的实例包括聚酰胺和聚芳族酰胺,例如聚对苯撑对苯二甲酰胺(被称为**Kevlar®**);聚四氟乙烯(PTFE);聚对苯撑-2,6-苯并二噁唑(PBO)(被称为**Zylon®**);LCP,例如**Vectran®**(对羟基苯甲酸和对羟基萘甲酸的共聚物);聚{2,6-二咪唑并-[4,5b-4',5'-e]吡啶-1,4-(2,5-二羟基)苯撑}(被称为M5);聚(六亚甲基己二酰胺)(被称为尼龙6,6),聚(4-氨基丁酸)(被称为尼龙6);聚酯,例如聚对苯二甲酸乙二酯,聚对苯二甲酸丁二酯和聚对苯二甲酸1,4-环己烷二甲醇酯;聚烯烃,例如聚乙烯和聚丙烯的均聚物和共聚物;还包括聚乙烯醇、聚丙烯腈等等。还可以使用由上述的聚合物材料制造的纱线的组合来制造链环。

[0015] 本领域技术人员可以容易地选择所述聚合物材料的分子量(M_w)和 / 或特性粘度(IV),以便获得具有期望的机械性能如拉伸强度的纱线。而且,上文列举的聚合物材料是商业可得的。技术文献不仅对于本领域技术人员应该使用什么样的 M_w 或IV值来获得高强度纱线即具有高拉伸强度的纱线提供了进一步指导,而且对于如何制造这样的纱线也提供了进一步指导。

[0016] 优选地,纱线具有至少 1GPa、优选至少 1.5GPa、更优选至少 2GPa、甚至更优选至少 3GPa、还要甚至更优选至少 4GPa、最优选至少 5GPa 的拉伸强度。所述纱线的纤度优选为至少 100 旦尼尔,甚至更优选为至少 1000 旦尼尔,还甚至更优选为至少 2000 旦尼尔,还甚至更优选为至少 3000 旦尼尔,还甚至更优选为至少 5000 旦尼尔,还甚至更优选为至少 7000 旦尼尔,最优选为至少 10000 旦尼尔。这样的纱线是商业可得的。

[0017] 在优选的实施方式中,所选择的聚合物材料是优选具有至少 3dl/g、更优选至少 4dl/g、最优选至少 5dl/g 的 IV 的超高分子量聚乙烯(UHMWPE)。优选地,IV 为至多 40dl/g,更优选为至多 25dl/g,更优选为至多 15dl/g。优选地,UHMWPE 每 100 个碳原子上具有小于 1 个的侧链,更优选每 300 个碳原子上具有小于 1 个的侧链。

[0018] 优选地,UHMWPE 纱线根据如在许多出版物中描述的凝胶纺丝工艺来制造,所述出版物包括 EP 0205960A、EP 0213208A1、US 4413110、GB 2042414A、GB-A-2051667、EP 0200547B1、EP 0472114B1、W001/73173A1、EP 1,699,954 以及“Advanced Fibre Spinning Technology”,T.Nakajima 编辑,Woodhead 出版有限公司(1994),ISBN 1855731827。

[0019] 包含纱线的链环可以是包含多圈纱线自身绕组的圈环形式,或由包含纱线的绳或带制成的圈环形式。

[0020] 图 1 描绘了包括具有各种横截面的纱线的链环。

[0021] 图 2 描绘了来自自由绳制成的圈环的一部分。

[0022] 图 3 描绘了由带或织物制成的圈环。

[0023] 图 4 描绘了本发明的链条的实施方式,其中第一链环和相邻链环都由绳制成。

[0024] 图 5 描绘了本发明的链条的实施方式,其中第一链环由绳制成,相邻链环由带制成。

[0025] 对于图 1a),包含纱线(110)的链环(100)可以是包含多圈纱线自身绕组的圈环(loop)。纱线可以由基质(115)粘结在一起。这样的链环可以具有圆形(图 1b))或扁圆形(图 1c)和 1d))的横截面(200),或者该链环由于向外突出的纱线绕组而可以具有不规则的横截面(在图 1 中没有示出)。

[0026] 图 2a)描绘了包含纱线的链环(100)的一部分,所述链环由圈环制成,所述圈环由具有包含纱线(110)的多条绳股(120)的绳(109)制成。由该绳得到的圈环可以是单圈环或多圈环。绳可以具有本领域中已知的任何构造,例如加捻绳或编织绳或其组合,例如加捻的多条纱线随后被编织形成绳。图 2a)示出了编织绳,但是该附图不应被认为是对其结构加以任何限制。制造这样的绳的方法在本领域中是已知的,如例如从 US4,677,818;US 5,931,076 和 US 6,321,520 可知。绳的粗度可以在大的限度内变化,优选地,绳是具有圆形横截面并具有至少 2mm、更优选至少 4mm、甚至更优选至少 6mm、还要甚至更优选至少 8mm、最优选至少 10mm 粗度的重负载绳,这是因为绳越粗,本发明的优点变得越与之相关。这样的链环由于绳的绳股向外突出而通常具有不规则的横截面(图 2b))。

[0027] 在链环具有如图 2b)所示的不规则横截面的情况下,更精确的是,利用椭圆(700)来近似这样的链环的横截面,并利用椭圆的轴(600)来定义链环的粗度。椭圆的两个轴可以长度相等,在此特定情况下,链环的不规则横截面用圆来近似。具有图 1c)和 1d)所示的扁圆横截面的链环也可以用椭圆来近似,并且其轴(600)用于定义链环的粗度。

[0028] 纱线或绳的自由端可以通过已知技术如打结、胶粘剂粘接或利用接头彼此连接和/或连接到圈环的主体。在绳的情况下,优选的连接方法是利用接头。

[0029] 包含纱线的链环也可以是如图 3 所示的包含所述纱线的织物或带的圈环。织物或带(111)容易地例如通过如下制成:将多丝纱线纺织或针织成任何本领域已知的结构,例如平纹和/或斜纹织造结构。带优选具有 n 股织带结构,其中 n 优选为至少 4,更优选为 3 以及最优选为 2。带在此表示其厚度远小于其宽度(w)的柔软、狭长体。织物或带可以通过在纺织工业中使用的已知技术如缝合(112)和/或通过胶粘剂粘接形成成为圈环。当带用于制造链环时,链环的粗度 ζ 在此表示带的厚度(t)乘以该带自身的重叠绕组的数量。

[0030] 本发明链条的第一链环和相邻链环各自的粗度 ζ_1 和 ζ_2 分别以相同的方式测量。如在图 1a)、2b)和 3a)中举例说明的,链环的粗度 ζ 在该链环(100)与相邻链环(500)互连的部分处测量,在测量时链条不承受载荷并保持构成待测量的链环的纱线、绳或带绷紧。链环的粗度 ζ 可通过垂直于该链环与相邻链环在此互连的区域(400)的链环横截面(200)来测量。“保持纱线、绳或带绷紧”在此应被理解为使得线、绳或带经受足以防止其松弛、但是不会大到使其变形的负载。区域(400)被包括在链环的平面内,即包括在由链环的周边所限定的平面内。具体地,如果链环具有如图 1b)所示的圆形横截面,那么粗度 ζ 是其直径。

[0031] 优选地,链环在其整个长度上具有恒定粗度 ζ 。在链环具有如图 1c)和 1d)所示的非圆形横截面和/或具有如图 2b)所示的不规则横截面的情况下,更精确的是,将其粗度 ζ 定义为等于近似所述不规则横截面的椭圆(700)的轴(600)的长度,所述轴垂直于与其

接触的相邻链环 (500)。用于确定椭圆 (700) 尺寸的方法是本领域技术人员已知的,其实例是在已知处理软件的帮助下将链环的不规则横截面的图片图像与具有可调节取向和可调节长短轴的椭圆关联。

[0032] 在优选实施方式中,包含纱线的链环是通过卷绕和熔合 UHMWPE 纱线得到的圈环。这样的圈环可以通过如下来制造:将 UHMWPE 纱线绕着一对轮子卷绕,以形成所述圈环,将纱线加热到所述 UHMWPE 的熔点以下的温度,在该温度下,构成所述纱线的丝线至少部分熔合,并且在旋转轮子的同时通过增大轮子之间的距离来拉伸圈环。通过增大轮子之间的距离,丝被拉伸。包括这样的链环的链条的强度高,而且特别好地分配在链环之间负载。

[0033] 在本发明的实施方式中,相邻链环可以由热塑性或热固性树脂组合物构成。合适的热塑性树脂的实例包括聚丙烯、聚乙烯、聚酯、聚酰亚胺、聚乙基酮等。合适的热固性树脂的实例包括环氧树脂、聚酯树脂、聚氨酯树脂、聚酰亚胺树脂、双马来酰亚胺树脂和乙烯基酯树脂。树脂组合物还可以包含填料,以提高所述链环的机械强度或其它性能,例如刚度。本领域技术人员知道如何调节所述填料的必要量,以使得由其制造的链环获得期望的机械性能。技术文献指明了树脂内填料量的增加提高其强度,并且还提供了对于具有不同填料量的树脂根据 ASTM D638 进行拉伸测试的结果。合适的填料是碳酸钙、氧化硅和 / 或玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维和 / 或金属纤维 (例如钢纤维、铜纤维)。由热塑性或热固性树脂组合物构成的相邻链环的形状和横截面可以是本领域已知的任何形状和任何横截面。优选地,它们具有圆形横截面。如果这样的链环的横截面是不规则的,那么其可以用椭圆来近似,以确定其粗度。

[0034] 在本发明优选的实施方式中,本发明链条的相邻链环包含纱线。

[0035] 在本发明进一步优选的实施方式中,相邻链环由金属构成,所述金属例如为钢、镍、铜及其合金,更优选为轻质金属,例如铝、钛、钪、镁、锌及其合金。特别受关注的是标准锻压铝合金、铸造铝合金或其它铝合金,例如可以铝业协会 (Aluminum Association(AA)) 标志 6061、2024、7075、7079 和 A 356 得到的合金。在优选的实施方式中,相邻链环是由镁或镁合金如 Al-Sc-Mg 合金铸造出来的。使用由轻质金属制成的链环的优点在于链条的重量被进一步减小。进一步的优点在于这样的轻质金属具有提高的强度 / 重量比。这在涉及重货物运输的应用中是有利的,因为这样的链条对被运输的总重量的贡献更小并因此减小了必须的燃料量,同时保证了其提高的固定性。由金属构成的相邻链环的形状和横截面可以是本领域已知的任何形状和任何横截面。优选地,它们具有圆形横截面。如果这样的链环的横截面是不规则的,则其可以用椭圆来近似,以确定其粗度。

[0036] 当热塑性或热固性树脂组合物或金属被用于制造相邻链环时,通过提高它们的粗度 ζ 可以获得强度更高的链环。

[0037] 根据链条被用于其中的应用,本发明的链条还可以包含含有纱线的第一链环和含有纱线和 / 或由热塑性或热固性树脂组合物或金属或其组合制成的相邻链环。

[0038] 本发明链条的优选实施方式示于图 4 和 5 中。

[0039] 在图 4 所示的优选实施方式中,第一链环 (101) 和相邻链环 (102) 都包含 UHMWPE 纱线 (110)。优选地,第一链环和相邻链环都是绳圈环 (103),所述绳优选是编织绳。绳的自由端优选使用接头 (900) 连接。本实施方式的链条具有如下额外的优点:对要被提升或搬运的重量贡献更小,并且当用于捆扎时,其导致对货物损伤的风险降低。此外,其在用于例

如潮湿环境中时不那么容易受到腐蚀。

[0040] 在图 5 所示的进一步优选实施方式中,第一链环 (101) 是带圈环 (111),相邻链环 (102) 是绳圈环 (103)。优选地,带自身卷绕至少 3 次、优选至少 5 次、更优选至少 7 次。所述带的厚度 (t) 优选为至少 1mm,更优选为至少 2mm,更优选为至少 3mm。优选地,带的宽度 (w) 对厚度的比 (w/t) 为至少 5 : 1,更优选为至少 10 : 1,w/t 的比值优选为至多 40 : 1,甚至更优选至多 20 : 1。优选地,带和 / 或绳包含 UHMWPE 纱线。本实施方式的链条表现出提高效率,适于用于其中重载荷将被操纵的应用中。

[0041] 在还要进一步优选的实施方式中,第一链环是带或绳的圈环,并且相邻链环由选自自由热塑性树脂组合物、热固性树脂组合物和金属组成的组的材料构成。优选地,所述带或绳包含 UHMWPE 纱线。令人惊讶地发现本优选实施方式的链条表现出提高的在负载下的尺寸稳定性。具有含纱线链环的已知的链条的缺点在于,该链环在所施加的载荷下变形。一旦链条被张紧,链环封闭其圈环,因此使得难以将附加的钩子或其它装置连接到链条的主体。本实施方式的链条在较小的程度上表现出这些缺点,所述链条即使在经受重载荷时也总是包含开放的链环,即相邻链环。在该链条经受重载荷时,即使第一链环的圈环可能变小,其它链条、钩子或连接装置也可以经由相邻链环容易地连接到主链条体。本实施方式的链条的更重要的优点在于这样的链条较之具有仅仅包含纱线的链环的链条表现更好的效率。因此,本发明涉及一种包含与多个相邻链环互连的多个第一链环的链条,所述第一链环包含聚合物多丝纱线,其中所述第一链环与由金属构成的相邻链环互连。

[0042] 本发明链条的链环可以进一步涂覆或包含阻燃剂、用于减小粘附的涂层、着色剂、消光剂等等。

[0043] 第一链环和相邻链环还可以用具有任何本领域已知结构的保护蒙皮包覆,并由如上详述的多丝纱线制成。例如从 US 4,779,411 已知这样的繇绳 (sheet)。如果使用保护蒙皮,当确定经包覆链环 (sheeted link) 的粗度时,不计入保护蒙皮的厚度。

[0044] 优选地,本发明的链条具有线性结构,即其中除了对应于链条的末端的最后两个链环之外,链条的每一个第一链环仅与两个相邻链环互连,链条的每一个相邻链环仅与两个第一链环互连的结构。当用于例如贮存、固定和搬运货物时,其它的第二链条可以被连接到本发明链条的主体。

[0045] 当安装时,本发明的链条可用于并可靠地提供重货物在极端条件下的固定锚定,如例如在浪涛汹涌海上的母舰颠簸甲板上的重型军用飞机或在湍流空气中的货运飞机中。

[0046] 本发明还涉及本发明的链条在用于贮存、固定和搬运货物 (例如提升、牵引和悬挂) 中的用途,如例如在如下的活动中:建筑、货物贮存以及将滚装垃圾箱固定到垃圾箱牵引卡车或将货物固定到产业卡车、平板挂车、飞机或海船的货舱等等。

[0047] 方法

[0048] UHMWPE 的 IV:根据 ASTM D4020 在 135°C 下、利用十氢化萘作为 UHMWPE 的溶剂根据所述 ASTM 标准来确定。

[0049] 拉伸强度 (或强度) 和 拉伸模量 (或模量):按照 ASTM D885M 所规定的过程,对多丝纱线来定义和确定,其中使用名义标定长度为 500mm 的纤维、50% /min 的十字头速度和 Frbre Grip D5618C 型号的 Instron2714 夹具。基于所测量到的应力-应变曲线,将 0.3% 到 1% 应变之间的梯度确定为模量。为计算模量和强度,用测量的张力除以纤度;对于 UHMWPE

多丝纱线,假设聚乙烯的密度为 0.97g/cm^3 来计算以 GPa 计的值。

[0050] 纱线的纤度:通过称重 10 米长的纱线并且将所得的值转换成旦尼尔来确定。

[0051] 链环的和链条的断裂强度:利用 Zwick 1484Universal 测试仪在大约 21°C 的温度下、以 100mm/min 的速度对于干样品来测定。链环和链条样品利用 D- 挂钩来测试,挂钩的直径和与其连接的链环的直径之间的比值为 5。

[0052] 链环的效率 (以 $\text{N} \cdot \text{m/g}$):通过将链环的断裂强度乘以链环的长度并将所得到的数值除以链环的重量来确定。链环的长度通过测量链环的周长并将其除以 2 来获得。

[0053] 链条的效率 (以 $\text{N} \cdot \text{m/g}$):通过将链条的断裂强度除以链条的单位长度 (米) 的重量来确定。

[0054] 实施例和对比试验

[0055] 实施例 1

[0056] 通过将粗度 ζ 为约 5.5mm 的绳的自由端用接头连接成一个圈环,来制造链环。绳包含已知为 **Dyneema®** SK75 商品名的 UHMWPE 多丝纱线,并且具有 $3 \times 12 \times 5280\text{dtex}$ 的结构,即 3 股捻合绳,每股通过捻合 12 根多丝纱线来制成,其中每条多丝纱线为 5280dtex 。每一个链环的重量为 26g ,并且链环具有约 68kN ($1.31\text{kN} \cdot \text{m/g}$) 的强度。

[0057] 链条利用 5 个上述的链环作为第一链环来制造,每两个第一链环以交替方式由相邻链环连接。相邻链环通过如下制造:将上述的绳绕圈 7 次,以产生一束圈环并且稍微捻合所述束以稳定该结构并且提高制造圈环的绳的部分的紧束。通过将绳的自由端彼此拼接来连接绳的自由端。这样制造的相邻链环的粗度 ζ_2 为约 15mm 。

[0058] 对于本实施方式,比值 $\zeta_2/\zeta_1 = 15/5.5$ 为 2.7。链条的重量为 69g/m ,并且该链条具有 51.7kN 的断裂强度和 $0.75\text{kN} \cdot \text{m/g}$ 的效率。

[0059] 对比试验 1 (CE1)

[0060] 链条利用 5 个链环来制造,每个链环通过用接头将实施例 1 的绳的自由端连接成为一个圈环来制造。每一个链环的重量为 26g ,并且链环具有约 68kN ($1.31\text{kN} \cdot \text{m/g}$) 的强度。

[0061] 对于本实施方式,比值 $\zeta_2/\zeta_1 = 5.5/5.5$ 为 1。

[0062] 链条的重量为 $5 \times 26\text{g} = 130\text{g}$,并且其断裂强度为 37kN 。该链条的效率为 $0.66\text{kN} \cdot \text{m/g}$ 。

[0063] 实施例 2

[0064] 链条通过如下来制造:利用数量为 5 个的根据 CE 1 制成的链条链环作为第一链环,并且将每两个第一链环以交替方式用相邻链环连接,所述相邻链环由镁制成并具有圆形横截面。镁链环的粗度 (直径) ζ_2 为 16mm 。镁链环的重量为 16g 。

[0065] 对于本实施方式,比值 $\zeta_2/\zeta_1 = 16/5.5$ 约为 3。

[0066] 链条单位长度的重量为 86g/m ,并且其断裂强度为 65kN 。该链条的效率为 $0.76\text{kN} \cdot \text{m/g}$ 。

[0067] 实施例 3

[0068] 制造包含对比例的 **Dyneema®** SK75 多丝纱线的纺织带 (2 股织带)。带的厚度 (t) 为 1mm ,其宽度为 12.5mm 。纺织织物沿径向的线密度为 11900tex (11.9g/m)。其断裂强度为 21kN ,得到 $1.76\text{kN} \cdot \text{m/g}$ 的带效率。

[0069] 通过将该带自身卷绕 2 次, 来由带制造链环。带的自由端的交叠距离为 0.06m。通过缝合自由端交叠部分中的整个带部分, 将自由端连接到带的主体上。链环在与相邻链环接触的区域处的厚度为 $(2 \times t) 2\text{mm}$ 。链环的重量为 28.8g (57.6g/m)。链环的强度为 58.7kN, 效率为 $1.02\text{kN} \cdot \text{m/g}$ 。

[0070] 链条通过如下来制造: 利用 3 个由上述带制造的链环作为第一链环, 并且将每两个第一链环以交替方式由相邻链环连接, 所述相邻链环由铝 (A17075T0) 制成并且具有圆形横截面。相邻链环的粗度 (直径) ζ_2 为 12mm。

[0071] 对于本实施方式, 比值 $\zeta_2/\zeta_1 = 12/6$ 为 2。链条的重量为 79g/m, 并且该链条具有 55kN 的断裂强度和 $0.70\text{kN} \cdot \text{m/g}$ 的效率。

[0072] 对比试验 2 (CE 2)

[0073] 制造由三个用实施例 3 的带制成的链环的链条, 链条的重量为 60g/m。

[0074] 对于本实施方式, 比值 $\zeta_2/\zeta_1 = 2/2$ 为 1。链条的断裂强度为 55kN, 效率为 $0.46\text{kN} \cdot \text{m/g}$ 。

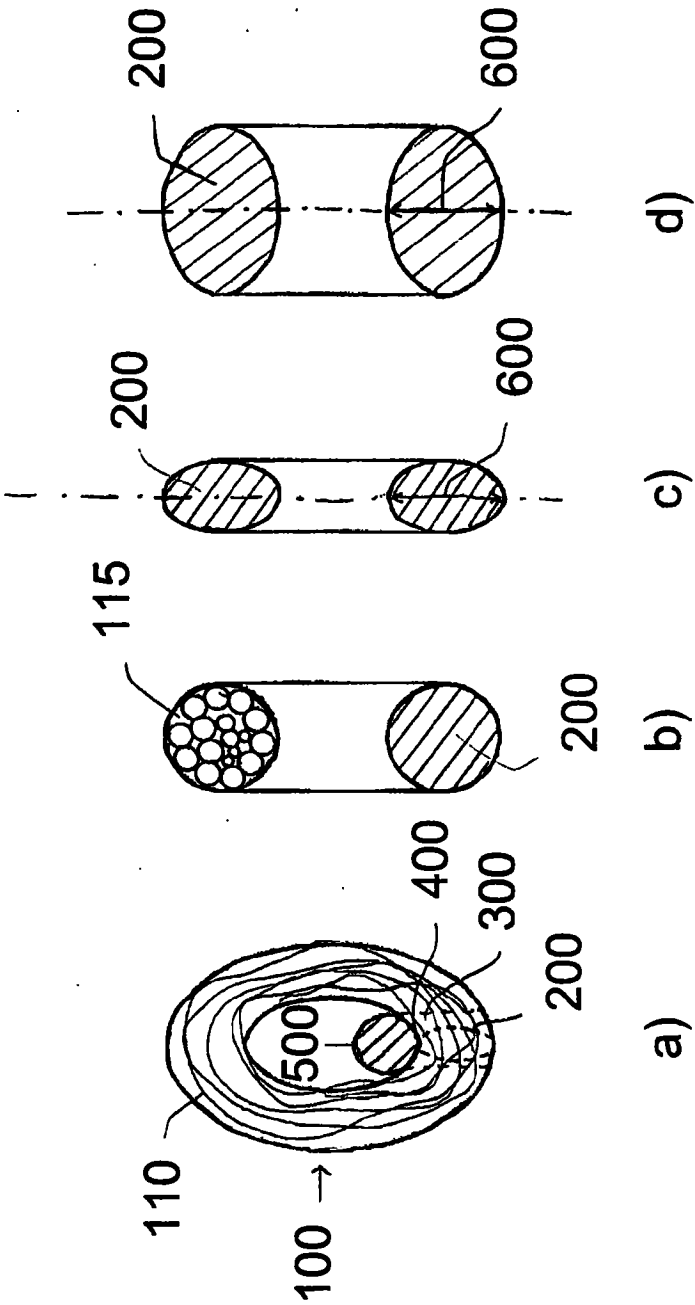


图 1

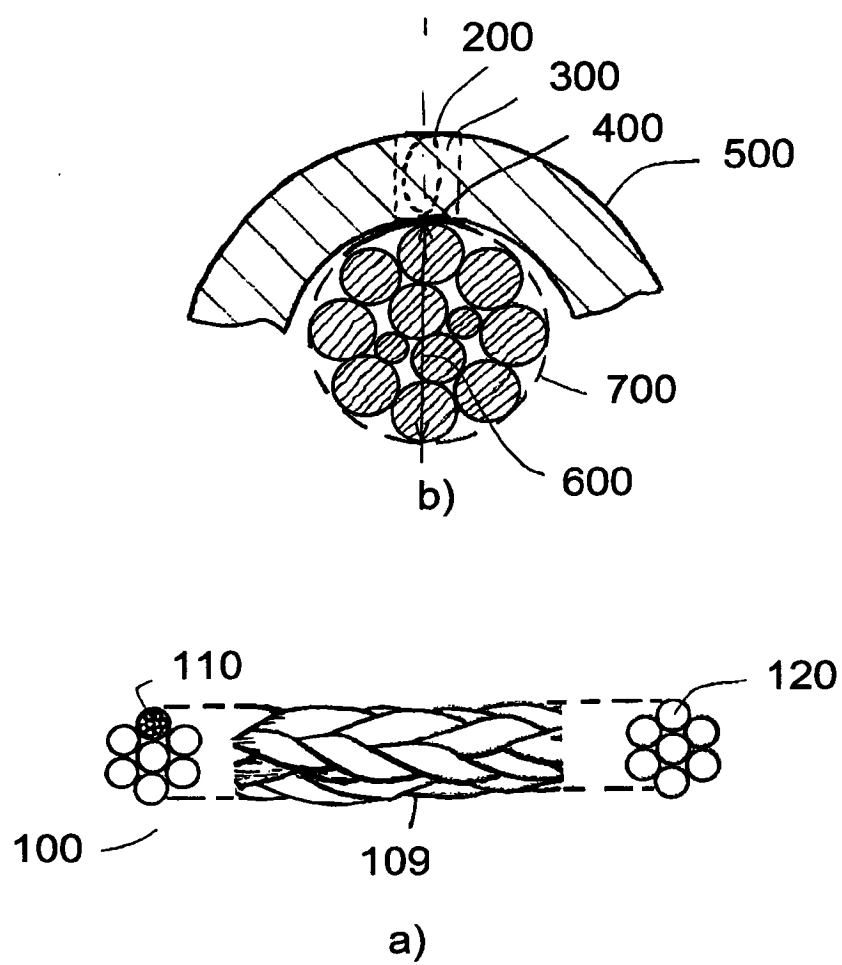


图 2

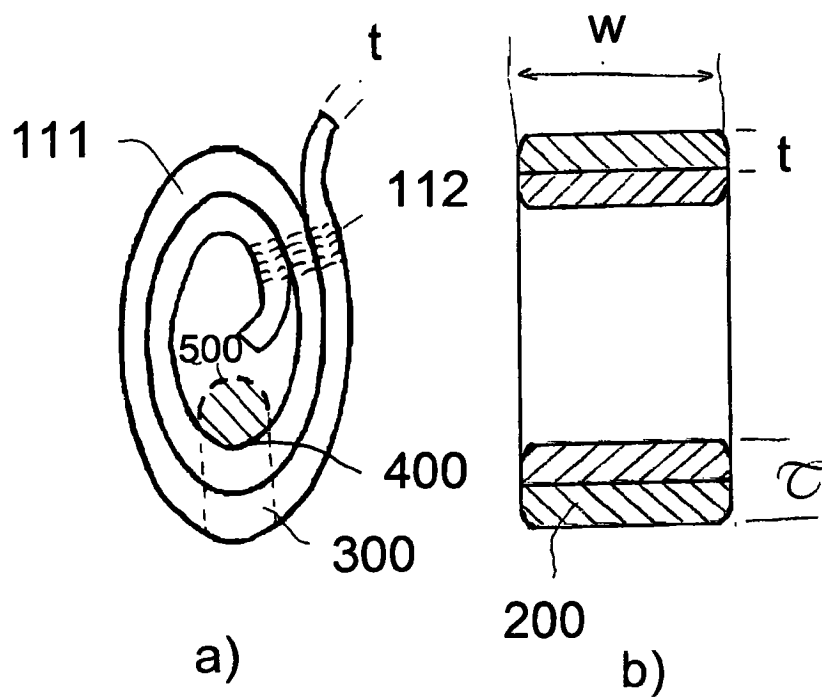


图 3

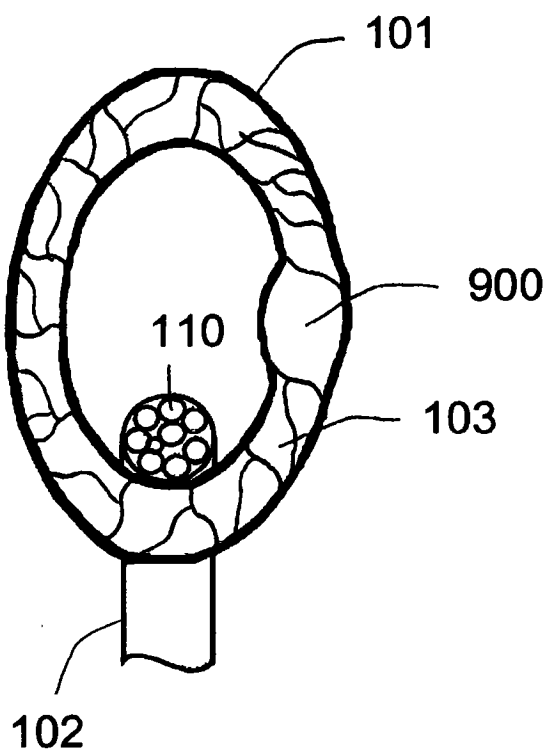


图 4

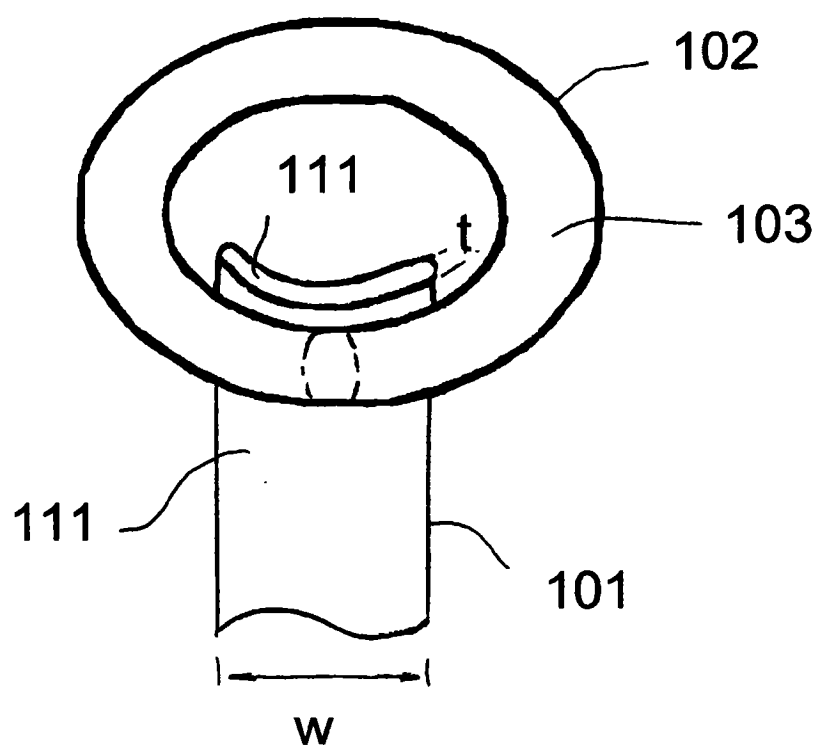


图 5