(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 102016354 B
(45)授权公告日 2013.11.27

(21)申请号 200980115870.0
(22)申请日 2009.04.09
(30)优先权数据
12/151,016 2008.05.02 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.11.02
(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2009/002228 2009.04.09
(87)PCT申请的公布数据
WO2009/134313 EN 2009.11.05
(73)专利权人 盖茨公司
地址 美国科罗拉多
(72)发明人 J·C·盖纳
(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 王爱华
(51)Int.Cl.
F16H 7/02(2006.01)

(56)对比文件
FR 2796692 A1,2001.01.26,
US 4337056 A,1982.06.29,
EP 0106694 A1,1984.04.25,
AU 451700 ,1974.07.31,
CN 1047910 A,1990.12.19,
EP 0505919 A2,1992.09.30,

审查员 杨庆国

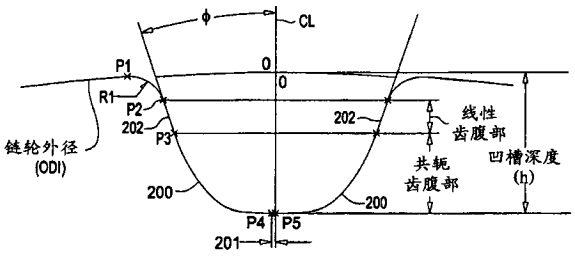
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

同步带链轮

(57)摘要

一种链轮包括用于接合齿带的至少一个凹槽，所述凹槽具有齿腹，当该齿带是齿条形式时，该齿腹具有在带齿根半径(R8)的大约105%和大约125%之间的凹槽顶半径(R1)，所述凹槽顶半径通过线性齿腹部(202)连接到凹槽弓形共轭齿腹部(200)，并且所述线性齿腹部设置为相对于凹槽中心线(CL)成在大约18°到大约24°之间的角度(Φ)，并包括至少大约20%的链轮凹槽深度(h)的长度。



CN 102016354 B

1. 一种链轮，包括：

用于接合齿带的至少一个凹槽；

所述凹槽具有齿腹，当该齿带是齿条形式时，该齿腹具有在带齿根半径 (R8) 的 105％和 125％之间的凹槽顶半径 (R1)；

所述凹槽顶半径通过线性齿腹部 (202) 连接到凹槽弓形共轭齿腹部 (200)；和

所述线性齿腹部设置为相对于凹槽中心线 (CL) 成在 18° 到 24° 之间的角度 (Φ)，并包括至少 20％的链轮凹槽深度 (h) 的长度。

2. 根据权利要求 1 所述的链轮，其中：

链轮凹槽深度 (h) 是在比齿带齿高度 (h2) 小 2％到比齿带齿高度 (h2) 大 4％的范围内。

3. 根据权利要求 1 所述的链轮，其中：

所述线性齿腹部 (202) 具有在凹槽中心线 (CL) 上测量时小于大约 50％的链轮凹槽深度 (h) 的长度。

同步带链轮

技术领域

[0001] 本发明涉及同步带链轮，更具体地，涉及包括通过线性齿腹部连接到凹槽弓形共轭齿腹部的凹槽顶端半径的同步带链轮。

背景技术

[0002] 同步带传动系统广泛用于工业中，其作为链传动或齿轮传动链的替代，用以在轴之间传递转矩和 / 或平移运动。

[0003] 带传动具有节线，其从带和链轮齿上偏移并位于带拉伸件内。偏移的节线引入了这样的问题，即在不同带负载和链轮直径下具有最小干涉的情况下确保带齿良好地进入到链轮凹槽中。

[0004] 带齿 / 链轮齿干涉问题又混以以下问题 ：带制造公差和链轮制造公差，其导致在带齿和链轮齿之间小的节距差 ；加工公差，其导致链轮齿和带齿齿腹 (flank) 轮廓之间小的偏差 ；在模制过程中的聚合物收缩，这导致小于理想的带齿的形状 ；带齿在负载下的旋转和变形，这导致进和出带齿 / 链轮齿的干涉 ；和由链轮凹槽深度 / 带齿高度中的偏差引起的弦效应，这导致在带齿和链轮齿之间明显的节距差。

[0005] 带齿和链轮齿之间该节距的不匹配导致皮带轮齿的上部、尤其是链轮顶半径与曲线链轮齿腹相交的区域刮擦带齿齿腹的上部，最终削弱带齿覆盖物，导致带齿失效。

[0006] 本领域的代表是美国专利第 4605389 号，其公开了带齿的动力传送带，其带齿具有等切面曲线形式的齿腹表面，其带链轮的链轮齿具有等切面 (tractrix) 曲线形式的齿腹表面，带和链轮一起展现了平滑的运行和防棘轮效应的特性。

[0007] 所需要的是一种链轮，其具有通过线性齿腹部连接到凹槽弓形共轭齿腹部的凹槽顶半径。本发明满足该需求。

发明内容

[0008] 本发明的主要方面是提供具有凹槽顶半径的链轮，该凹槽顶半径通过线性齿腹部连接到凹槽弓形共轭齿腹部上。

[0009] 本发明的其他方面将通过本发明下面的描述和附图而指出或变得显而易见。

[0010] 本发明包括一种链轮，该链轮包括用于接合齿带的至少一个凹槽，所述凹槽具有齿腹，当该齿带是齿条形式时，该齿腹具有在带齿根半径 (R8) 的大约 105％和大约 125％之间的凹槽顶半径 (R1)，所述凹槽顶半径通过线性齿腹部 (202) 连接到凹槽弓形共轭齿腹部 (200)，和所述线性齿腹部设置为相对于凹槽中心线 (CL) 成在大约 18° 到大约 24° 之间的角度 (Φ)，并包括至少大约 20％的链轮凹槽深度 (h) 的长度。

附图说明

[0011] 附图，其结合在本说明中并形成本说明的一部分，示出了本发明的优选实施方式，并且和描述一起用于解释本发明的原理。

[0012] 图 1 是现有技术中的带和链轮啮合接合的横截面图。

[0013] 图 2 是现有技术中的凹槽轮廓的横截面图。

[0014] 图 3 是现有技术中的带结构的横截面图。

[0015] 图 4 是本发明的链轮凹槽的横截面图。

[0016] 图 5 是与本发明的链轮凹槽接合的带齿的横截面图。

[0017] 图 6 是与本发明的链轮啮合的带的横截面图。

[0018] 图 6A 是图 6 的细节。

[0019] 图 7 是具有尺寸的本发明的链轮凹槽的横截面图。

[0020] 图 8 示出与图 7 的链轮凹槽轮廓接合的带齿的轮廓。

[0021] 图 9 是具有尺寸的本发明的链轮凹槽的横截面图。

[0022] 图 10 是在现有技术的带和现有技术的链轮与本发明的链轮之间对齿负载分布进行比较的示图。

具体实施方式

[0023] 图 1 是现有技术中的带和链轮啮合接合的横截面图。具有齿高 h2 和齿基宽 b 比大约为 0.70 的现有技术中的齿带的轮廓与现有技术中的链轮 12 的齿的一部分 32 啮合，以示出带的啮合特性如何依赖于其齿腹表面的形状。尽管在完全接合在链轮腔 16 中的带齿 14 和链轮腔 16 之间没有干涉的配合，但正进入链轮凹槽 20 的带齿 18 和正离开链轮凹槽 24 的带齿 22 具有的齿腹表面 26、28 如此“陡峭”，以致它们刮擦在链轮凹槽齿腹 30、32 的侧面的上部上，如由交迭区域 34、36 所示出的。在带运行过程中，齿齿腹和凹槽齿腹之间的刮擦引起噪音并可能导致不想要的带振动。如果在链轮齿腹之间的距离变窄以便于齿进入和出去而不发生干涉，例如通过从交迭区域 34、36 去除齿材料，那么每个带齿将仅仅平移到靠着链轮凹槽齿腹的位置，在那里将再次发生带齿干涉。

[0024] 图 2 示出了等切面曲线 92、94 的形成，当带齿为齿条形式时，其用于生成现有技术中的齿带的齿腹轮廓。

[0025] 通常，等切面曲线限定为悬链线的渐开线。等切面曲线的特征在于切线的一部分在其在曲线上的接触点和直角坐标轴之间保持恒定的长度。所有切线的方向基本上近似于带齿在不与链轮齿干涉的情况下进入链轮凹槽时的相对运动方向。

[0026] 用于现有技术中的齿齿腹或凹槽齿腹的等切面曲线 92 的形状可以在直角坐标系中表达为如下的等式：

[0027] $$y = A\left[\ln\left(A/x + \sqrt{(A/x)^2 - 1}\right) - \sqrt{1 - (x/A)^2}\right]$$

[0028] 其中：

[0029] y 轴是垂直于带的纵向轴线；

[0030] x 轴是平行于带的纵向轴线；

[0031] y = y 轴坐标；

[0032] x = x 轴坐标；和

[0033] A = 切线的所述一部分，该部分在等切面曲线上的一点和 y 轴之间是恒定的。

[0034] 等切面曲线 92 始于点 (x, y)，该点对应于在带齿顶上的点。在图中，点 x 位于离

y 轴距离 A 处，其中线 A 也表示该曲线在点 (x，y) 处的切线。在点 (x2，y2) 处，切线 A2 的长度等于线段 A。当曲线 92 继续时，在点 (x3,y3) 处的切线 A3 长度等于切线 A2 和线段 A。如同所示的，曲线 92 继续以虚线延伸到点 (x4，y4)，该点在线 93 的投影上。线 93 对应于带齿连接表面 (land surface) 的位置的 y 轴坐标。点 (x4，y4) 位于离 x 轴距离为 h2 处，该距离对应于带齿的高度。曲线 92 通过半径 R 过渡到线 93 中。

[0035] 等切面曲线 94 以类似的方式生成，其始于点 (x5，y5)，该点与点 (x，y) 间隔距离 L。曲线 94 继续以生成到点 (x6,y6)，该点与点 (x4,y4) 间隔距离 b。距离 b 建立带齿的基宽。

[0036] 图 3 是现有技术中的带结构的横截面图。典型的现有技术中的齿带包括弹性本体 96，在一侧上包括多个带齿 98，而在另一侧上形成任何需要的形状——例如平滑的背层 100 或波状的背层 102。该本体采用任何合适的弹性体以已知的方式模制或浇铸而成，所述弹性体例如是天然橡胶、合成橡胶或者它们的混合；或者是能浇铸的弹性体，例如聚亚氨酯。

[0037] 拉伸件 104 设置在本体中并限定出节线 106 或者纵向轴线，在运行过程中，带绕着该线发生弯曲。拉伸件可以由任何合适的高模量的材料制成，例如：螺旋钢索、纤维玻璃绳、例如以商标 Kevlar 或 Kevlar49 出售的芳族聚酸胺纤维，等等。碳纤维绳也可以用于拉伸件 104。

[0038] 现有技术中已知的纤维材料可以选择性地设置在带齿中以提高它们的模量，并且可选地，抗磨织物 108 可以设置作为齿面。

[0039] 每个现有技术中的带齿中，当带齿为齿条形式时，其齿腹表面 112、114 的至少主要部分 110 基本上为等切面曲线的形式，该等切面曲线以结合图 2 所述的方式生成。该等切面曲线通过半径 R 过渡到连接表面 115 中。类似地，等切面曲线的半径或延长线用于过渡到带齿顶 116，该带齿顶 116 可以具有长度 L。

[0040] 如在纵向截面中看到的，带齿通过节距 P 间隔，每个带齿具有基宽 b 和高度 h2。齿腹表面的陡度对棘轮效应具有影响并通过比率 A/h2 控制。比率 A/h2 在大约 0.55-0.90。

[0041] 带齿的深度，其对棘轮效应也有影响，通过比率 h/b 控制。该比率 h/b 在大约 0.30-1.0。

[0042] 比率 b/p 部分地用于减小在进入和出去的过程中带齿和链轮之间的交迭干涉。比率 b/p 在大约 0.80-0.35。

[0043] 对于公开的每个比率，b/2 的量总是大于 (A-x4) 的量，以避免等切面曲线 92、94 理论上互相交迭。

[0044] 这里对带齿齿腹表面的描述是对于带齿为“齿条形式”的情形，也即，当 y 轴垂直于节线时，即带是平坦的，好像压在平坦的表面上。当带弯曲时，例如当它在链轮上行进时，y 轴不再垂直于节线，因为其与带齿保持处于固定的关系。

[0045] 根据本发明，链轮凹槽齿腹 200 设计为与前面所述的带齿共轭 (conjugate)，并且分开为展开的共轭宽度加上任何需要的带齿宽度到链轮凹槽宽度间隙上。本发明的链轮凹槽底部可以轻微地突起、轻微地凹进或平坦，其形式对于本发明的合适地运行是不重要的。链轮凹槽深度 (“h”，见图 4)(沿着链轮凹槽的中心线从外径 OD1 量到链轮凹槽的底部) 从比带齿高度 h2 小大约 2％到比带齿高度 h2 大大约 4％，所述带齿高度 h2 为从带连接线 (land line) 量到带齿顶，参见图 3。

[0046] 链轮凹槽齿腹的线性部 202 包括在链轮凹槽深度 h 的大约 20％到大约 50％之间的长度。每个齿腹部 202 以与链轮凹槽中心线 CL 成在大约 18° 和大约 24° 之间的角度 Φ 设置。在指出的范围内的该角度 Φ 取决于链轮节距 (P)、链轮外直径 OD1 和需要的棘轮阻力程度。通常，更陡峭的齿腹为系统提供更大的棘轮阻力，但是更少免除啮合干涉。

[0047] 当带是齿条形式时，链轮顶半径 (R1，参见图 7) 在带根半径 (R8，参见图 5) 的大约 105％到大约 125％的范围内。

[0048] 设计参数的这种组合导致了具有“漏斗”效应的链轮凹槽，当带齿进入和退出链轮凹槽时，这种链轮凹槽引导带齿进入到位而不施加不适当的局部剪切负载到带齿的齿腹上。这导致带寿命显著地增长和更好地分布齿剪切负载以最小化弦效应和带齿旋转。

[0049] 图 4 是本发明的链轮凹槽的横截面图。在本例中，凹槽弓形齿腹 200 从 P3 通到 P4 的部分与这里所述的带齿齿腹 114 共轭，并且理想的链轮凹槽从中心线 CL 偏移到带齿间隙 201，即 P4 到 P5。部分 201 位于等于凹槽深度 h 的深度。

[0050] 齿腹部 200 包括半径 R2 和 R3，参见图 7。半径 R2 和 R3 可以相等 (R2 ＝ R3) 或者不相等 (R2 ≠ R3)。

[0051] 齿腹的线性部 202 设置为与链轮凹槽中心线 CL 成角度 Φ，该部分 202 从在点 P3 处的下链轮凹槽弓形齿腹沿切线方向向外延伸。链轮顶半径 R1 大于在齿条形式中的带齿根半径 R8，从在点 P2 处对线性链轮凹槽齿腹部的切线延伸到链轮外侧直径 OD1。

[0052] 图 5 示出齿条形式的 14mm 节距的现有技术带齿接合本发明的 32 凹槽 14mm 链轮。凹槽尺寸比带齿的稍微要大。在齿条形式中，节线 106 是线性的。

[0053] 图 6 示出了现有技术中的带与本发明的链轮啮合。每个齿 14、18、22 分别啮合凹槽 160、180、190。该图示出在带齿上齿腹 114 和根半径 R8 (参见图 5 和 7) 与链轮凹槽上齿腹 202 和顶半径 R1 (参见图 5) 之间的间隙。这可以对比于图 1 中所示的现有技术中的带齿和链轮凹槽的接合，其中不存在这样的间隙。图 6A 是图 6 的细节。

[0054] 图 7 是本发明的实施方式。描述了 32 凹槽的 14mm 节距的链轮。在本例中，链轮凹槽深度 h 选择为等于大约 0.23”的带齿高度 h2。链轮凹槽 200 的下共轭部占总的凹槽深度 h 的大约 36.2％。为了说明目的，部分 200 这里示出为半径 R2 和 R3 的组合，但是也可以包括等切面曲线或一些其他曲线的组合，其近似于带齿的共轭。所述数值只是例子而不旨在限制本发明的范围。

[0055] 在点 P2 和 P2’之间测量得到的链轮凹槽的下齿腹宽度等于带齿共轭宽度加上大约 0.01 英寸的设计间隙 201。凹槽底部，R4，可以稍微凹进，但是典型地近似于直线。线性上齿腹部 202 从点 P2 延伸到 P1，与链轮凹槽中心线成大约 23° 的角度。部分 202 的总长度为沿着链轮凹槽中心线 CL 测量得到的链轮凹槽深度 h 的大约 43％。链轮凹槽顶具有大约 0.06 英寸的半径 R1。R1 接合链轮外径在点 P0 处的切线和线性链轮凹槽上齿腹部在点 P1 处的切线。半径 R1 是齿条形式的带齿根半径 R8 的大约 124％。数值的例子只提供用于示例而不旨在限定本发明的范围。

[0056] 在图 7 中，在 P4 和 P5 之间的部分包括轻微的半径，这为凹槽产生轻微凹进的底部。该曲线也可以轻微地凸起。在图 4 中，该部分是线性的。因此，部分 P4 到 P5 可以是弯曲的或线性的而不会不利地影响本发明。在本实施方式中，齿腹部 200 包括半径 R2、R3、R4。

[0057] 图 8 示出与图 7 的链轮凹槽轮廓接合的带齿的轮廓。

[0058] 本发明的系统实现了相对于现有技术的显著程度的改进，如通过下表 1 中的结果所示的。现有技术中的带在 32 凹槽 14mm 节距的现有技术的链轮和 32 凹槽 14mm 的本发明链轮上采用已知的工业标准测试进行了测试，其中本发明链轮采用了图 7 和图 9 中所描述的设计。下面是测试程序的结果：

[0059] 表 1

[0060] 至带失效时的小时数

[0061]

链轮类型	测试 81	测试 72	角度 Φ
现有技术中的轮廓	（未测试）	218 小时	弯曲
图 7 的轮廓	598 小时	（未测试）	～ 23°
图 9 的轮廓	151 小时	363 小时	～ 18°

[0062] 图 9 是带有尺寸的本发明链轮凹槽的横截面图。所述尺寸只提供作为例子而不旨在限定本发明的范围。在本实施方式中，齿腹部 200 包括半径 R2、R3、R4、R5，上齿腹部 202 具有的角度 Φ 为 18°。

[0063] 图 10 是在现有技术的带和现有技术的链轮与本发明链轮之间对齿负载分布进行比较的示图。

[0064] 关于现有技术的带和现有技术的链轮之间的接合，剪切负载最初集中在与连接表面 115 相交的齿根（大致沿着 R8）上。这可以导致齿根处的破裂。齿的破裂最终引起带失效。

[0065] 在现有技术的带和本发明的链轮之间接合的情形下，线性齿腹部 202 的使用引起剪切负载沿着基本上整个齿腹 114 传送到带齿。这避免了在齿根处集中剪切力，从而显著地增加了带的工作寿命。

[0066] 尽管本发明的形式已经在这里描述，对于本领域技术人员显而易见的是，在不脱离这里所述的本发明的精神和范围的情形下，对于结构和部件关系可以作出变形。

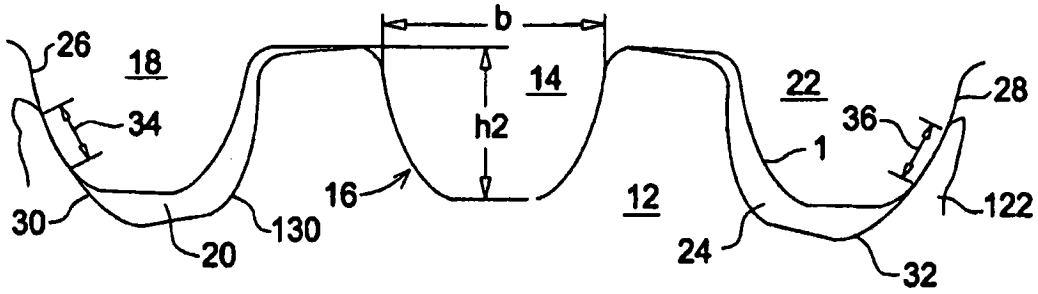


图 1（现有技术）

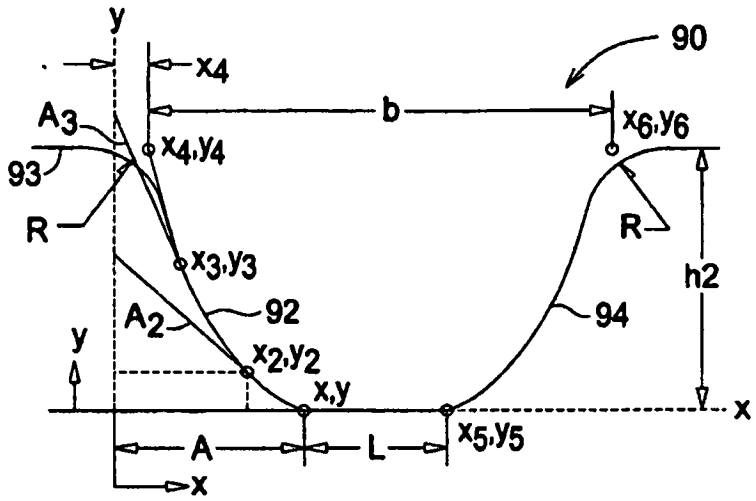


图 2（现有技术）

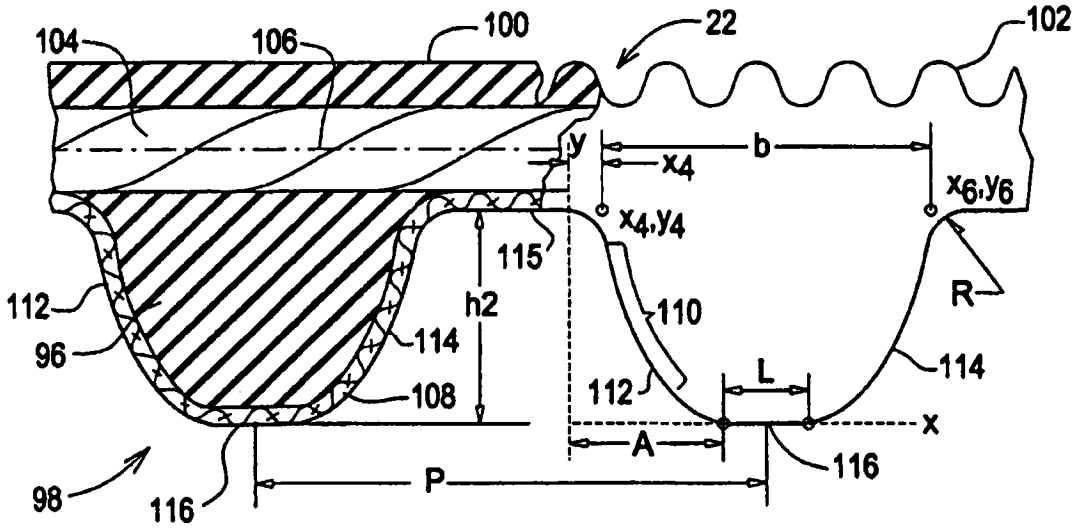


图 3（现有技术）

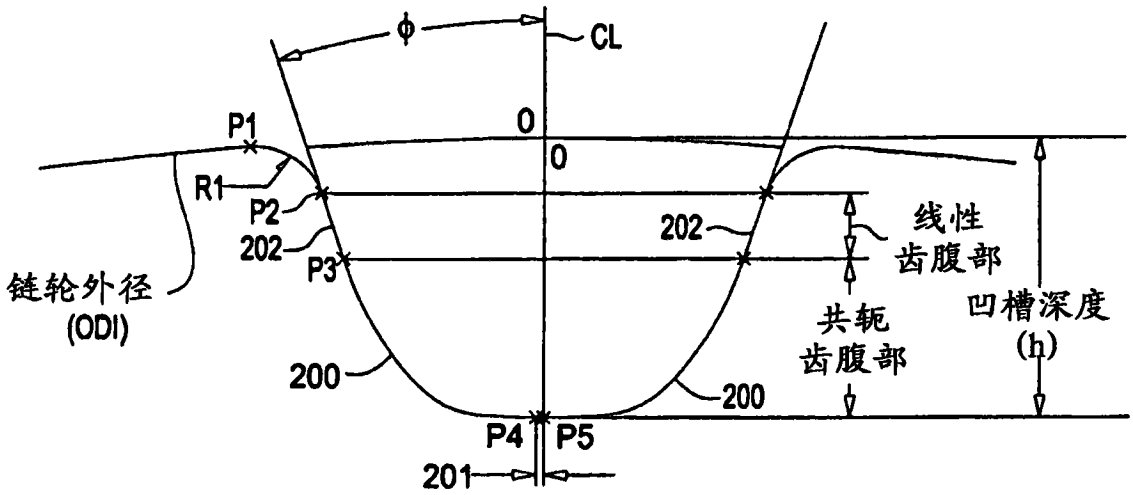

ϕ
CL
P1
0
0
R1
P2
202
202
线性
齿腹部
P3
链轮外径
(ODI)
共轭
齿腹部
凹槽深度
(h)
200
200
P4
P5
201

图 4

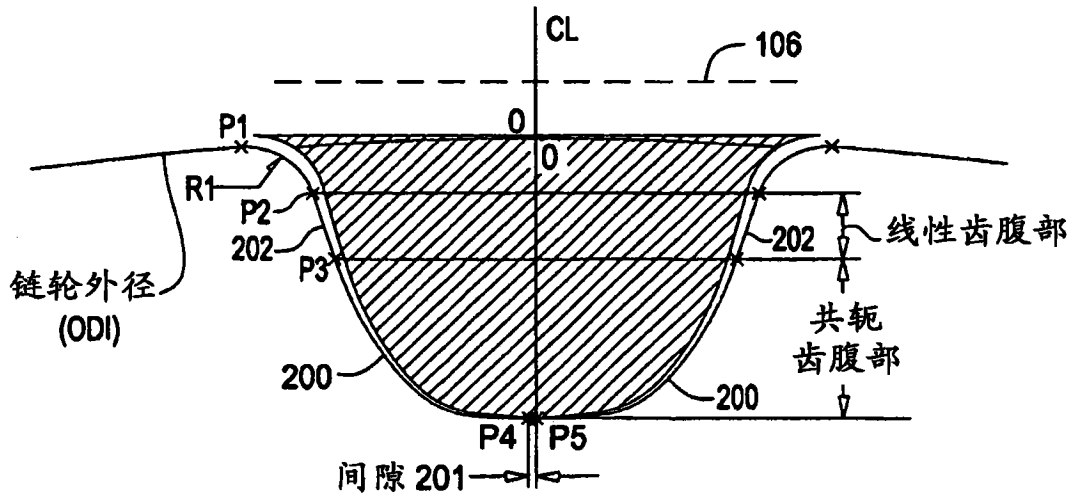

CL
106
P1
0
0
R1
P2
202
202
线性齿腹部
P3
链轮外径
(ODI)
共轭
齿腹部
200
200
P4
P5
间隙 201

图 5

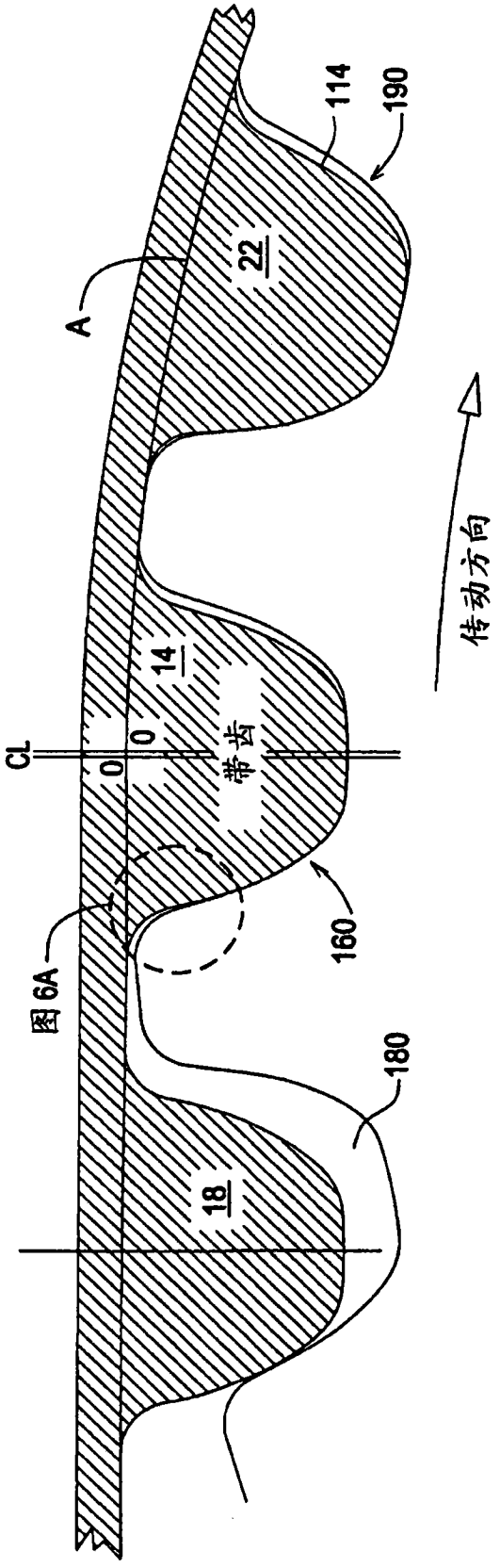


图 6

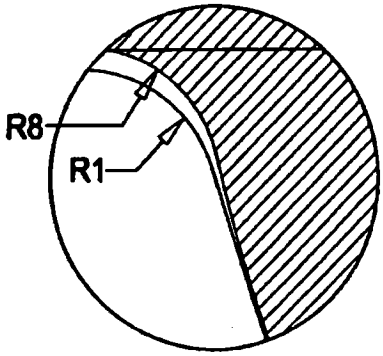
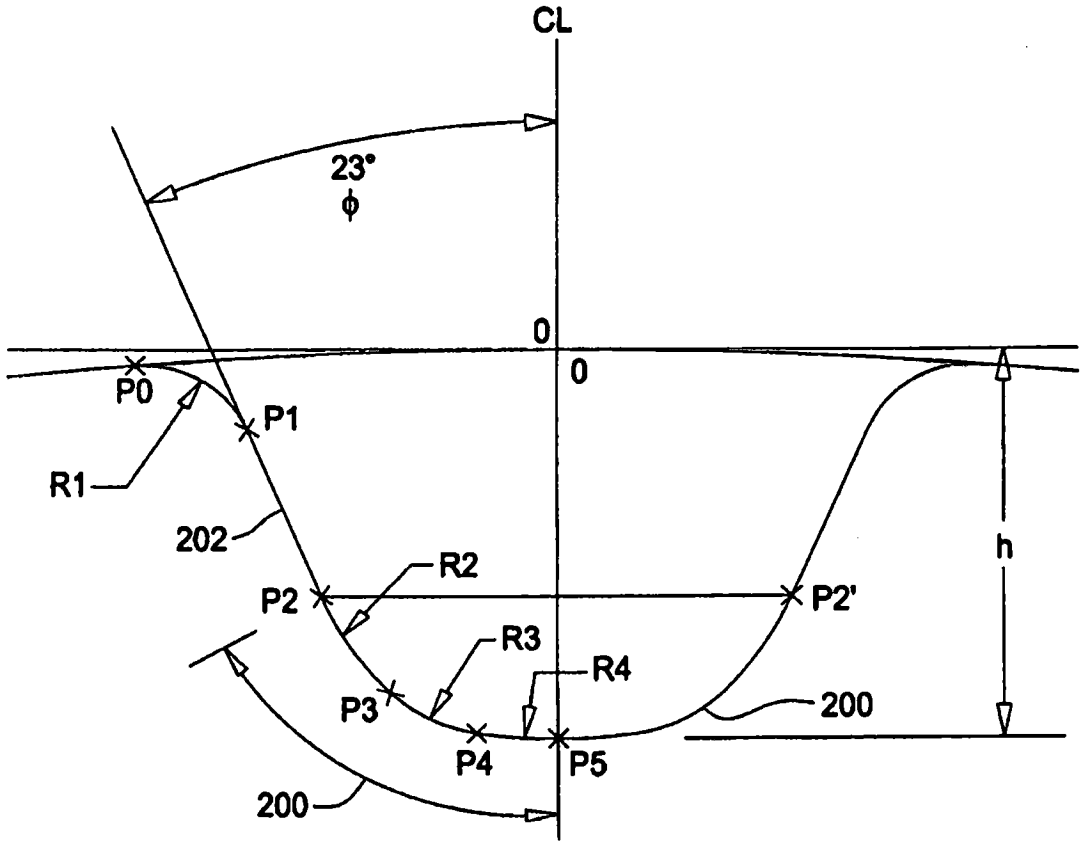


图 6A



		中心点	
	半径	X	Y
R1	0.062	(-0.237)	(-0.072)
R2	0.210	(-0.052)	(-0.060)
R3	0.089	(-0.035)	(-0.145)
R4	0.462	(-0.000)	(-0.228)

部分交点		
	X	Y
P0	-0.243	-0.011
P1	-0.180	-0.049
P2	-0.138	-0.150
P3	-0.096	-0.208
P4	-0.048	-0.232
P5	-0.000	-0.235

图 7

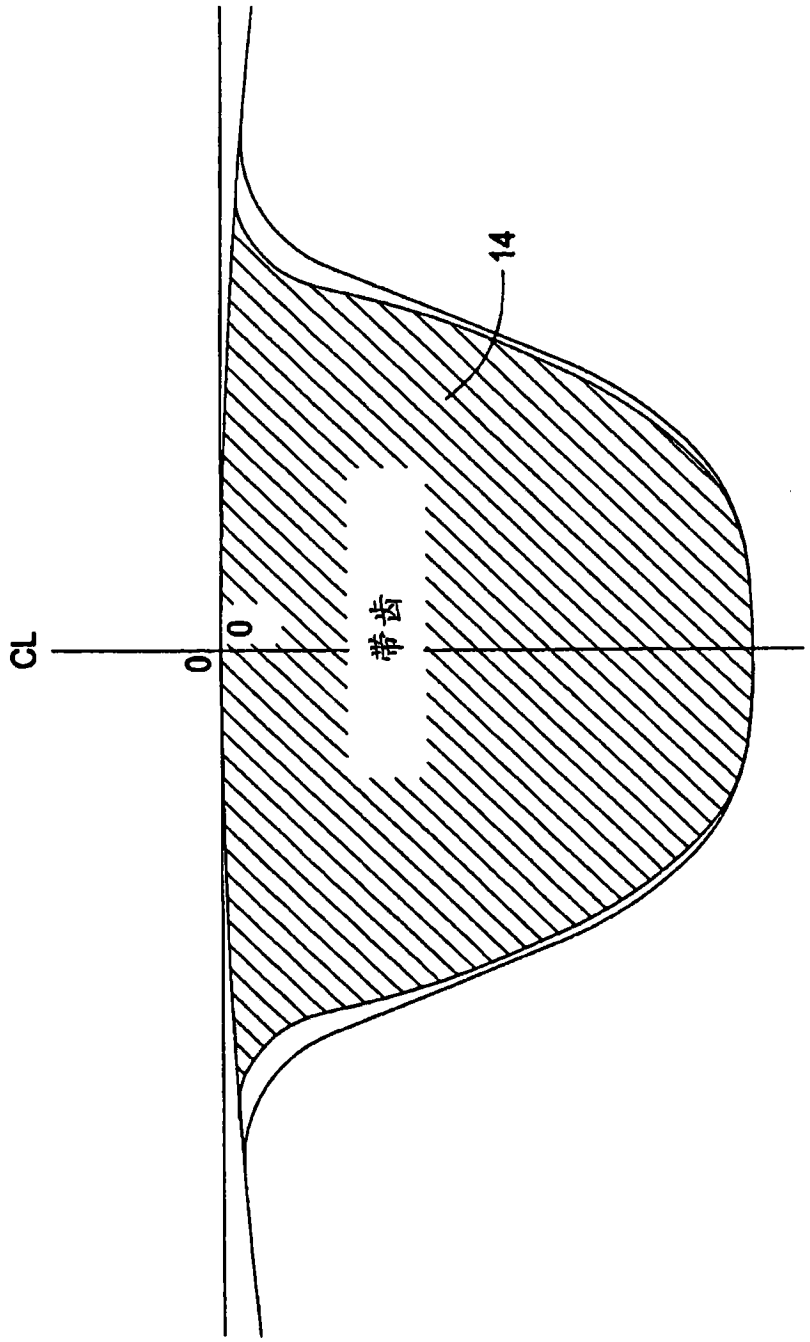
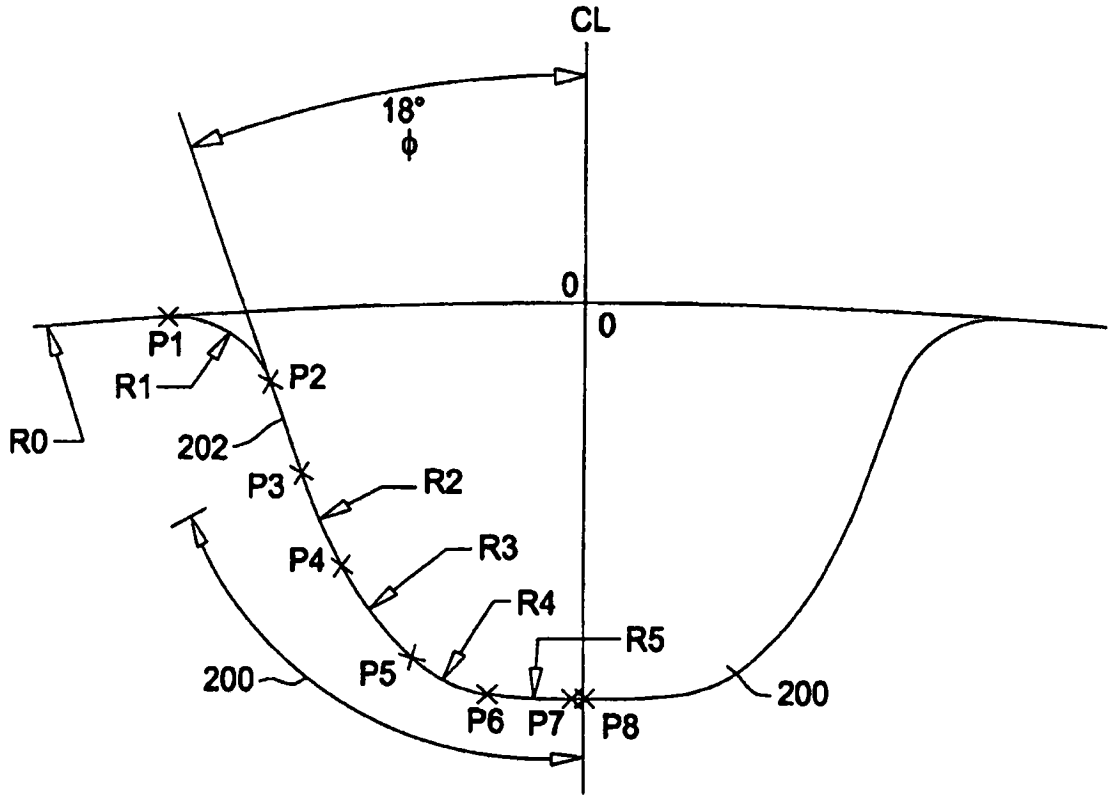


图 8



	中心点	
半径	X	Y
R0 2.752	0.000	-2.752
R1 0.056	(-0.232)	(-0.066)
R2 0.438	(0.253)	(0.043)
R3 0.212	(0.052)	(-0.059)
R4 0.074	(-0.044)	(-0.160)
R5 0.578	(0.000)	(0.343)

部分交点		
	X	Y
P1	-0.236	-0.010
P2	-0.178	-0.048
P3	-0.160	-0.103
P4	-0.137	-0.157
P5	-0.097	-0.211
P6	-0.055	-0.233
P7	-0.006	-0.235
P8	0.000	-0.235

图 9

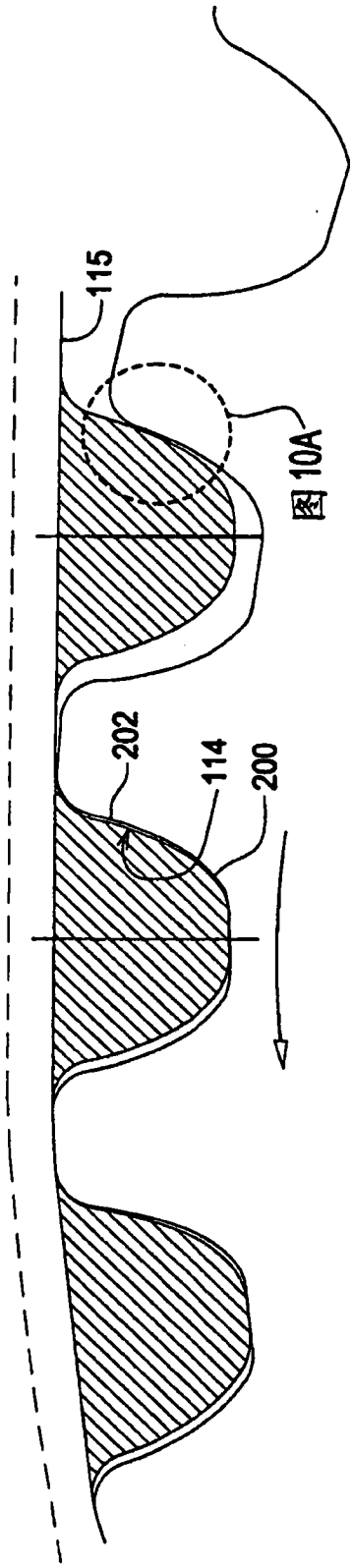


图 10

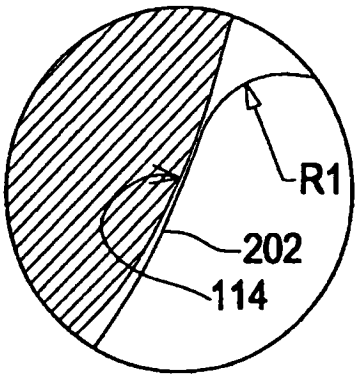


图 10A