



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101802457 A

(43) 申请公布日 2010.08.11

(21) 申请号 200880107354.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008.09.11

F16H 55/06 (2006.01)

(30) 优先权数据

60/993443 2007.09.12 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.03.11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/075951 2008.09.11

(87) PCT申请的公布数据

W02009/036122 EN 2009.03.19

(71) 申请人 纳幕尔杜邦公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 K·托莫达 Y·施马扎基

K·厄穆拉 T·肯莫基

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 严志军 谭祐祥

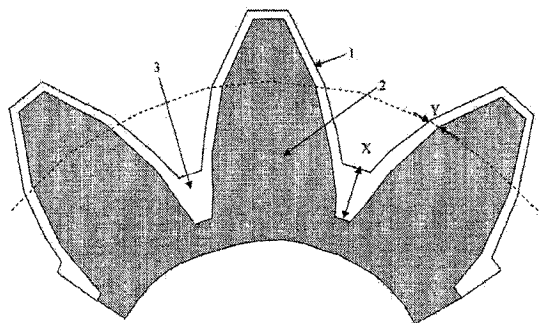
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

组合齿轮

(57) 摘要

本发明的齿轮包括芯和齿(2),其中所述芯包括第一材料,所述齿包括所述芯的第一材料以及作为表皮(1)模塑到其上的第二材料,其中所述表皮在齿根处的厚度(X)大于所述表皮在齿的节线处的厚度(Y)。



1. 包括芯和齿的齿轮,其中所述芯包括第一材料,所述齿包括所述芯的第一材料以及作为表皮模塑到其上的第二材料,其中所述表皮在齿根处的厚度大于所述表皮在齿的节线处的厚度。

2. 权利要求 1 的齿轮,其中所述表皮在齿根处的厚度为所述表皮在齿的节线处的厚度的 1.5 至 10 倍。

3. 权利要求 1 的齿轮,其中,所述芯包括增强树脂,并且所述表皮包括未增强树脂。

4. 用于制造齿轮的方法,所述方法包括以下步骤:

I. 由第一材料模塑芯,所述芯具有齿,

II. 使所述第一材料固化,

III. 将由第二材料制成的表皮模塑在所述齿之上,以便所述表皮在齿根处的厚度可大于所述表皮在齿的节线处的厚度。

5. 权利要求 4 的方法,其中,所述表皮在齿根处的厚度为所述表皮在齿的节线处的厚度的 1.5 至 10 倍。

6. 权利要求 4 的方法,其中,所述芯包括增强树脂,并且所述表皮包括未增强树脂。

组合齿轮

发明领域

[0001] 本发明涉及齿轮。更具体地讲,本发明涉及由诸如热塑性聚合物的热塑性材料制成的组合齿轮。

[0002] 发明背景

[0003] 由诸如金属或金属合金的刚性材料制成的齿轮为人们所熟知并用于许多应用。此类齿轮可经受高的扭转负荷力,但是具有显著缺陷,即,它们在与其它金属齿轮啮合时会产生大量噪音。

[0004] 由热塑性材料制成的齿轮也为人们所知并且已用于降低由金属齿轮产生的噪音。然而,热塑性齿轮具有显著缺点,原因是它们不能经受高的扭转负荷力而不损害其齿轮齿,并且比金属齿轮更易于磨损。

[0005] 为了解决金属齿轮与热塑性齿轮的相应问题,已进行了若干种尝试来制造组合齿轮(参见 U. S. 3, 719, 103、U. S. 4, 143, 973、U. S. 5, 722, 295、U. S. 5, 852, 951)。作为一个新进展,W02007/050397 公开了一种改善的组合齿轮,其包括芯和齿,其中所述芯包括第一材料。所述齿包括所述芯的第一材料以及作为表皮模塑到其上的第二材料,所述第二材料赋予齿轮所需性能,例如润滑性或耐磨性。

[0006] 发明概述

[0007] 已设计本发明的齿轮构造以提供具有优异强度的改善齿轮。更具体地讲,本发明在覆盖齿轮齿的表皮上具有改善的形状。

[0008] 在一个实施方案中,本发明的齿轮包括具有芯和齿的齿轮,其中所述芯包括第一材料,所述齿包括所述芯的第一材料,以及作为表皮模塑到其上的第二材料,其中所述表皮在齿根处的厚度大于所述表皮在齿的节线处的厚度。优选地,所述表皮在齿根处的厚度为所述表皮在齿的节线处的厚度的 1.5 至 10 倍。并且优选地,所述芯包括增强树脂,并且所述表皮包括未增强树脂。

[0009] 在本发明的另一个实施方案中,用于制造齿轮的方法包括以下步骤:

[0010] I. 由第一材料模塑芯,所述芯具有齿,

[0011] II. 使所述第一材料固化,

[0012] III. 将由第二材料制成的表皮模塑在所述齿之上,以便所述表皮在齿根处的厚度可大于所述表皮在齿的节线处的厚度。优选地,所述表皮在齿根处的厚度为所述表皮在齿的节线处的厚度的 1.5 至 10 倍。并且优选地,所述芯包括增强树脂,并且所述表皮包括未增强树脂。

[0013] 常规来讲,齿轮齿涂覆的表皮的厚度是相等的。本发明的齿轮在齿根处具有相对较厚的表皮。该特性带来以下技术效应。

[0014] 当比第一材料具有更高伸长率的第二材料较充足地存在于齿根处时,它使齿根经受住更大的应变。齿根从表皮开始屈服,随后逐渐向深处扩散。因此,较薄的表皮比较厚的表皮情况导致更早的破坏。

[0015] 附图简述

[0016] 图 1 示出了本发明齿轮的一个实施方案的示意图。

[0017] 图 2 示出了阐明本发明技术效应的示意图。

[0018] 图 3 示出了本发明齿轮的另一个实施方案的示意图。

[0019] 发明详述

[0020] 齿轮超载时通常在齿根处断裂。用于强度的设计计算决定该处的应力。最常用的公式为路易斯公式,其中应力等于切向力除以模数、外形因数及齿宽。由该公式可清楚地了解,除了材料性能之外,可决定强度的单独设计参数为模数和齿宽。齿根处的半径对于控制该处的应力集中非常重要也是熟知的事实。然而,半径绝对不可侵蚀用于啮合的齿形区域也是事实。因此,这通常为关于改善给定齿形强度的讨论目标。

[0021] 至于齿轮的材料选择,可选择具有大量增强部分的树脂等级,然而该选择可能会由于以下原因而违背意图:其对应力集中的敏感性、使得其它齿不能分担载荷的小的齿挠曲、以及接触表面处的差的润滑性。因此,除了以上在整体分析中所讨论的常见设计参数之外,齿轮强度或许只能通过控制挠曲、润滑性(磨损性能)和接触压力而进一步最大化。

[0022] 主要用增强树脂来制造齿轮(例如,其中芯用 GR 尼龙所制造中讨论的情况)还可有利于使得齿轮更具尺寸稳定性,因为 GR 尼龙的热膨胀和水分生成比未增强尼龙更小。

[0023] 概括地讲,设计目标可如下。

[0024] A) 最小化应力集中。

[0025] B) 最大化其中应力必然集中的齿根处的可容许的应变。

[0026] C) 利用具有较大可容许应变的高强度材料。

[0027] D) 利用增强其性能极限的高强度材料;用增强树脂模塑的常规齿形通常不能获得与材料特性成正比的性能。E) 使用增强树脂来用于芯与不使用增强树脂的情况相比将导致更优的精度。

[0028] 本发明提供改善的齿轮,具体地讲其中表皮层以某种方式形成的改善的齿轮,所述方式使得所述表皮在齿根处的厚度大于所述表皮在齿的节线处的厚度,从而最大化齿根处的可容许应变。换言之讲,本发明的构想基于上述 B)。

[0029] 图 1 示出了本发明齿轮的一个实施方案的示意图。在该实施方案中,表皮层适形于在其表面处通常为渐开线的标准齿形,同时其在内侧结合到齿芯上。显示为‘X’的表皮(1)在齿(2)根部的厚度在径向上比显示为‘Y’的表皮(1)在齿轮节线处的厚度更深。在图中显示为圆虚线的节线通常称作参考直径或节圆直径。该线将齿形分为齿顶和齿根。当齿轮啮合时,将发生在齿形上的滑动,从而改变其在该线上的方向。因此,该处的厚度对于齿轮的磨损性能具有其重要性。

[0030] 表皮在齿根处的厚度“X”定义为在齿轮径向上表皮外表面与芯外表面之间的长度。芯为由一个部件(参见图 1)或组合(参见图 3)构成圆形形状的部件。如果如图 1 所示出的一个部件含有芯部件和齿部件,则芯为内部部件,伸出齿连接到其上。

[0031] 表皮在齿的节线处的厚度“Y”定义为在齿轮周向上表皮外表面与齿外表面之间的长度。

[0032] 就该构型而言,芯的轮廓类似于细长或较高高度的齿轮本身,然而其可能会由于其精度而不太需要,因为表皮将适形于精确的齿形而无论芯的几何形状如何。芯的齿高不仅可被确定为表皮厚度所得,而且还可被确定为用表皮和芯材料的给定组合进行的计算结

果。与整体短齿轮的情况不同,由于芯现在较细长,因此其强度由挠曲而非剪切决定。

[0033] 图 2 示意性示出了由本发明造成的技术效应。该构想的双层齿轮可设计用于齿而非根部的剖面部分处的挠曲应力,其中围绕的厚表皮支撑所述根部。齿根处的厚表皮提供对该处冲击应力的缓冲,如较大质量变形超过小质量的情况。通过使诸如尼龙的高伸长率材料用于表皮,而诸如玻璃增强塑料的硬材料用于芯部,最大齿轮强度可在芯部的挠曲应力与表皮的剪切应力同时达到其强度时实现。

[0034] 表皮的最佳厚度可通过计算确定,其中齿根处的剪切应力与芯部的挠曲应力必须达到每种应用材料的强度。

[0035] 图 3 示出了本发明的另一个实施方案,其中分段齿轮齿通过粘合层 (4) 装配在一起。该构型使得能够制造具有一些侧向分型的组合齿轮如蜗轮。粘合层 (4) 由与表皮 (1) 相同的组合物组成。因此,在形成齿轮时,粘合层 (4) 用作表皮。显示为 'X' 的表皮 (1) 在齿 (2) 根部的厚度大于显示为 'Y' 的表皮 (1) 在齿 (2) 节线处的厚度。

[0036] 与前述设计 (图 1) 情况一样,齿轮齿根处的厚表皮壁剖面意味着所述部分可更耐该处的应力集中;因此该处的表皮可变形超过恒定的壁剖面几何形状的情况。

[0037] 所述表皮在齿根处的厚度优选为所述表皮在齿的节线处的厚度的 1.5 至 10 倍,并且更优选为所述表皮在齿的节线处的厚度的 1.5 至 10 倍。取决于材料的弹性模量,齿根处太厚的表皮层会弱化齿轮。

[0038] 齿的形状不受限制。然而,与在齿根处不含厚表皮的齿轮相比,本发明齿轮的齿具有较长或较细的齿内第一材料轮廓。如果制造具有相同表面轮廓的齿轮,则本发明的齿轮由于齿根处的较厚表皮而具有较长且较细轮廓用于构成齿的第一材料。就啮合时的恒定切向力而言,受试齿轮将变形超过其中表皮或第二材料具有均匀厚度的情况。关于受试齿轮,表皮与芯在齿轮根部处的拐角彼此并不非常接近;因此,易受应力集中影响的区域是相似的。比表皮具有较小伸长率的芯部在表皮于深度上拉伸超过芯根部之前达不到其结构限制。齿轮整体上运行良好,因为其在使用中并不仅仅由一种材料的强度决定。

[0039] 明显的是由于表皮在齿根处相对于其它区域的合适厚度,第一材料与第二材料本身的机械特性将决定最适宜的几何平衡。依据迄今所述构想的具体的齿轮设计构型可通过详尽的结构计算确定,如依据有限元分析的那些。

[0040] 已知在一些情况下接触的相异材料的摩擦磨损性能优良,并且如果适当选择第一材料与第二材料,则本发明的齿轮几何构型可易于提供该有益效果。

[0041] 第一材料和第二材料可包括赋予齿轮所需性能的任何热塑性聚合物。在本发明的一个实施方案中,第一材料将为赋予芯所需挠曲强度、刚度和抗冲击性的刚性聚合物,并且第二材料将为使用中赋予消声性能的较软聚合物。所述聚合物可为相同物质,例如均为聚酰胺,或者可为不同物质,例如聚酰胺和聚酯。可用于两种材料中的聚合物组合的实例为聚酰胺+聚酯嵌段共聚物 (Zytel[®]-Hytrel[®])、聚酯 (Ryntie[®]/Crastin[®]-Rynite[®]/Crastin[®])、聚缩醛+聚缩醛 (Delrin[®]-Delrin[®])、未增强的或玻璃/矿物质增强的聚缩醛+聚酰胺 (Delrin[®]-Zytel[®]/Minlon[®]) ,所有这些均得自 Du Pont Company (Wilmington, DE)。无需过度实验,本领域的技术人员将能够指定包括所述两种材料的恰当的分子量等级。

[0042] 可用于本发明产品中的聚合物不限于以上列举的商业材料。可利用能够被结合的聚合物的任何组合。对于可用于本发明产品制造中的热塑性聚合物无具体限制。热塑性聚合物的实例包括芳族聚酯如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯和聚萘二甲酸丁二醇酯；聚烯烃如聚乙烯和聚丙烯；聚缩醛（均聚物和共聚物）；聚苯乙烯、苯乙烯丁二烯共聚物、丙烯腈丁二烯苯乙烯共聚物、苯乙烯丁二烯丙烯酸（或其酯）共聚物及丙烯腈苯乙烯共聚物；聚氯乙烯；聚酰胺；聚苯醚；聚苯硫醚；聚砜；聚醚砜；聚酮；聚醚酮；聚酰亚胺；聚醚酰亚胺；聚苯并咪唑；聚丁二烯橡胶和丁基橡胶；有机硅树脂；氟树脂；烯烃基热塑性弹性体、苯乙烯基热塑性弹性体、氨基甲酸酯基热塑性弹性体、聚酯基热塑性弹性体、聚酰胺基热塑性弹性体、以及聚醚基热塑性弹性体；基于聚丙烯酸酯的芯壳型多层接枝共聚物；以及它们的改性产物。这些热塑性树脂可以两种或更多种物质的组合使用。

[0043] 液晶聚酯（LCP）可用于本发明产品的制造中。LCP 的实例为由以下单体制备的那些，所述单体包括：

[0044] (i) 萘化合物如 2,6-萘二甲酸、2,6-萘二酚、1,4-萘二酚、以及 6-羟基-2-萘甲酸；

[0045] (ii) 联苯化合物如 4,4'-联苯二甲酸和 4,4'-二羟基联苯；

[0046] (iii) 对位取代苯化合物如对羟基苯甲酸、对苯二甲酸、对苯二酚、对氨基苯酚、对苯二胺、以及它们的环上取代的苯化合物（环上取代基选自氯、溴、 C_1 - C_4 烷基、苯基和 1-苯乙基）；以及

[0047] (iv) 间位取代苯化合物如间苯二甲酸和间苯二酚、以及它们的环上取代的苯化合物（环上取代基选自氯、溴、 C_1 - C_4 烷基、苯基和 1-苯乙基）。

[0048] 在前述单体中，由选自萘化合物、联苯化合物和对位取代苯化合物中的至少一个或多个物质制备的液晶聚酯更优选作为用于本发明制造中的液晶聚酯。

[0049] 在对位取代苯化合物中，对羟基苯甲酸、甲基氢醌和 1-苯乙基氢醌是尤其优选的。

[0050] 除了前述单体之外，用于本发明中的液晶聚酯还可在其单分子链中包含不表现出各向异性熔融相的聚亚烷基邻苯二甲酸酯片段。在这种情况下，烷基具有 2 至 4 个碳原子。

[0051] 可添加到用于本发明产品制造中的热塑性聚合物的物质或添加剂包括但不限于耐热稳定剂、紫外线吸收剂、脱模剂、抗静电剂、增滑剂、抗粘连剂、润滑剂、防雾剂、着色剂、天然油、合成油、蜡、有机填料、无机填料、以及它们的混合物。

[0052] 前述耐热稳定剂的实例包括但不限于苯酚稳定剂、有机硫醚稳定剂、有机亚磷酸酯稳定剂、受阻胺稳定剂、环氧化物稳定剂以及它们的混合物。耐热稳定剂可以固体或液体形式添加。

[0053] 紫外线吸收剂的实例包括但不限于水杨酸紫外线吸收剂、二苯甲酮紫外线吸收剂、苯并三唑紫外线吸收剂、氰基丙烯酸酯紫外线吸收剂、以及它们的混合物。

[0054] 脱模剂的实例包括但不限于天然及合成石蜡、聚乙烯蜡、碳氟化合物以及其它烃类脱模剂；硬脂酸、羟基硬脂酸、其它高级脂肪酸、羟基脂肪酸及其它脂肪酸脱模剂；硬脂酸酰胺、亚乙基双硬脂酸酰胺、其它脂肪酸酰胺、亚烷基双脂肪酸酰胺以及其它脂肪酸酰胺脱模剂；硬脂醇、鲸蜡醇、其它脂肪醇、多元醇、聚乙二醇、聚甘油以及其它醇类脱模剂；硬脂

酸丁酯、季戊四醇四硬脂酸酯、其它脂肪酸低级醇酯、脂肪酸多元醇酯、脂肪酸聚乙二醇酯以及其它脂肪酸酯脱模剂；硅油及其它硅酮脱模剂；以及前述任何一种的混合物。

[0055] 着色剂可为颜料或染料。无机着色剂和有机着色剂可单独用于本发明或组合用于本发明。

[0056] 第一材料与第二材料的结合可通过本领域的技术人员已知的任何方法来实现。在本发明的一个实施方案中，结合可通过利用比第一材料具有较高熔化潜热的聚合物作为第二材料来实现。在制造齿轮的工艺中，将第二材料模塑到包括第一材料的芯上。不受机理的约束，可能的是来自第二材料的冷却和结晶的剩余焓使得第一材料薄层再熔融并随后熔合，从而使第一材料与第二材料在模塑压力下结合。在本发明的另一个实施方案中，结合可通过在第一材料与第二材料之间利用底胶层或粘合剂层来实现。例如，当要利用的第一材料与第二材料为聚酰胺等级时，以产品名“Cling-Aid”得自 Yamasei Kogyo Co., Ltd. 的用于聚酰胺树脂的异丙醇基粘合剂为此类底胶的一个实例。“Cling-Aid”包括没食子酸（CAS 号 149-91-7）在异丙醇中的溶液。

[0057] 模塑在第一材料之上的第二材料需要足够薄以便不损耗经过芯和表皮的复合断面模量。如果过厚，则模量会受到显著影响，因为与芯相比，断面的最外层对于模量计算的影响更大。表皮的所需厚度依据其润滑性 / 耐磨性贡献为 0.2 至 0.5，这取决于齿轮模数：模数越大，则表皮可越厚，而不会改变由于用于表皮的材料比用于芯的更软而导致的必然模量损耗，然而只要能使得材料流动，厚度应保持最小。

[0058] 使得齿轮齿根处的表皮厚并不意味着较大的模量损耗，因为厚度只在径向上改变。可能会担心，不平的壁厚（节线处较薄而根部较厚）会导致不连续的塑性流以及由此造成的在薄层处形成的焊接线问题。然而，这可通过适当定位入口（塑料通过该入口来填充）和出口（通过塑性流的压缩气体从该出口释放）来克服。此外，由于齿轮的齿尖不会受到过多的应力，因此在该区域可能形成的焊接线将不成问题。因此，非比例芯造成的厚薄及最终部件的几何形状将不会破坏本发明的构想。

[0059] 芯的第一材料与表皮的第二材料之间结合的拉伸强度应大于 20Mpa，如通过垂直于结合平面的拉伸测量所测量的。优选地，拉伸强度应大于 50Mpa，并且最优选大于 80Mpa。

[0060] 本发明还涉及一种用于制造组合齿轮的方法，所述组合齿轮包括热塑性聚合物。在本发明的一个实施方案中，所述方法包括以下步骤：

[0061] 由第一材料来模塑芯，所述芯具有齿，

[0062] 使所述第一材料固化，

[0063] 将由第二材料制成的表皮模塑在所述齿之上，以便所述表皮在齿根处的厚度可大于所述皮在齿的节线处的厚度。

[0064] 在 II 与 III 之间，可任选地插入在模塑表皮步骤之前向芯部施加底胶的步骤。底胶可以本领域的技术人员已知的任何方法施加。例如，借助刷子手工涂覆。

[0065] 由第一材料模塑芯可通过本领域的技术人员已知的任何模塑方法实现。例如，注塑成形机为人们所熟知，并且由诸如 Toshiba、Sumitomo、Nissei、Fanuc、Battenfeld、Engels 的制造商生产。在注塑方法中，将熔融聚合物加压注入到所需形状和尺寸的模具中。将模具冷却并顶出最终部件。就本发明的方法而言，所述顶出部件（如果必要的话在修剪之后）被用作作用于第二材料的二次注射的芯。所述芯需要稳固地保持在模具中，以便由二

次注射的聚合物施加的压力不会使芯变形或移位,所述变形或移位随后造成齿轮的尺寸不准。芯在模具中的移动通常称作“偏芯”,其在压力不平衡变大时尤其显著。为了最小化这种不平衡,应确定第二材料的流道,以便芯所有侧面上的压力在任何给定的填充时间均可相互抵消。例如,当芯正面的熔体前沿推进与背面相等时,可假定经过芯上熔体的压力处于平衡状态。在芯上形成表皮的第二材料不可避免地由一侧,即腔体侧,来填充。因此,如果未给出具体考虑,则芯将向着芯侧变形,因为熔体在腔体侧比在芯侧蔓延更快。在本发明的一个实施方案中,任选地在芯上提供穿孔,这意味着提供连接芯两侧的流道,从而平衡芯上的压力。

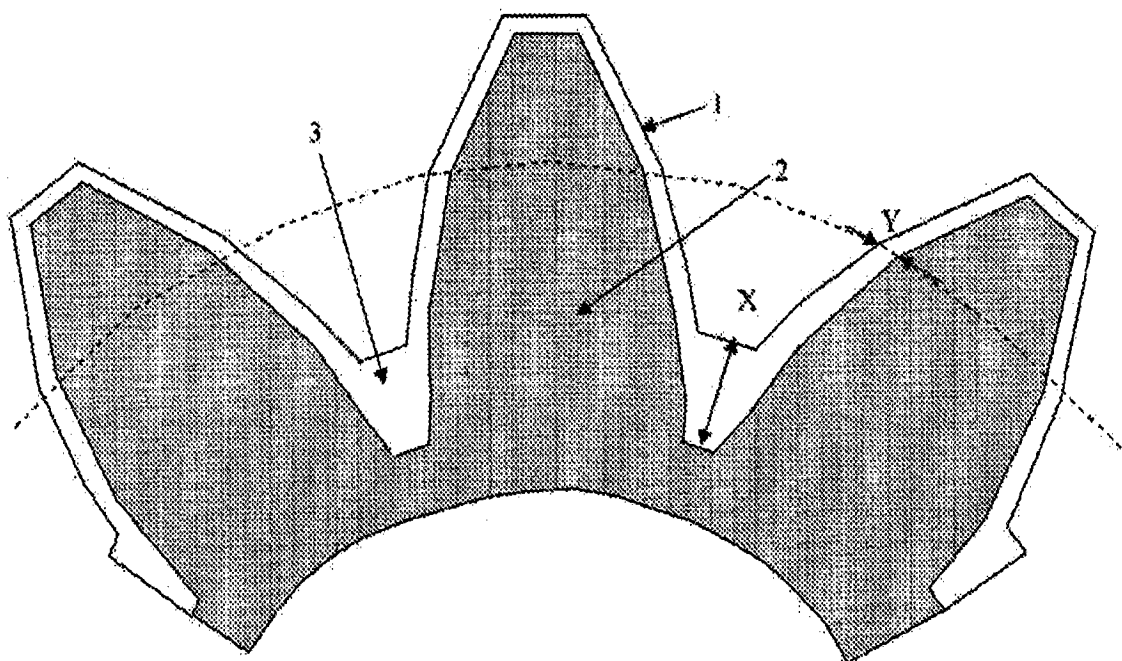


图 1

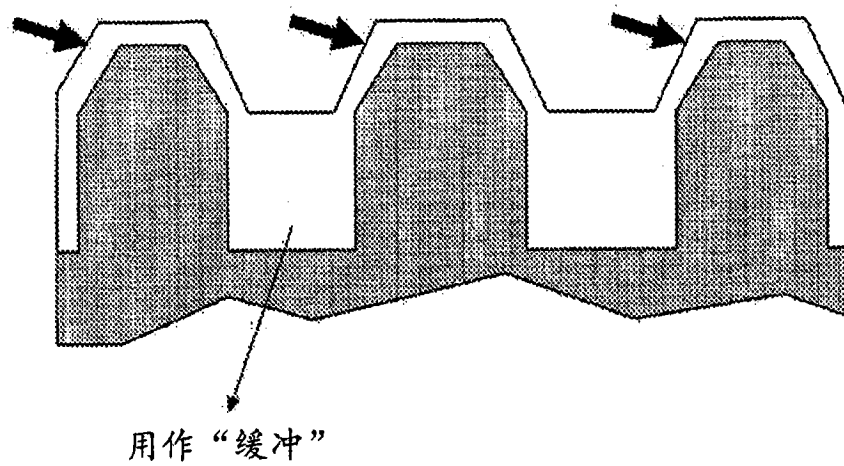


图 2

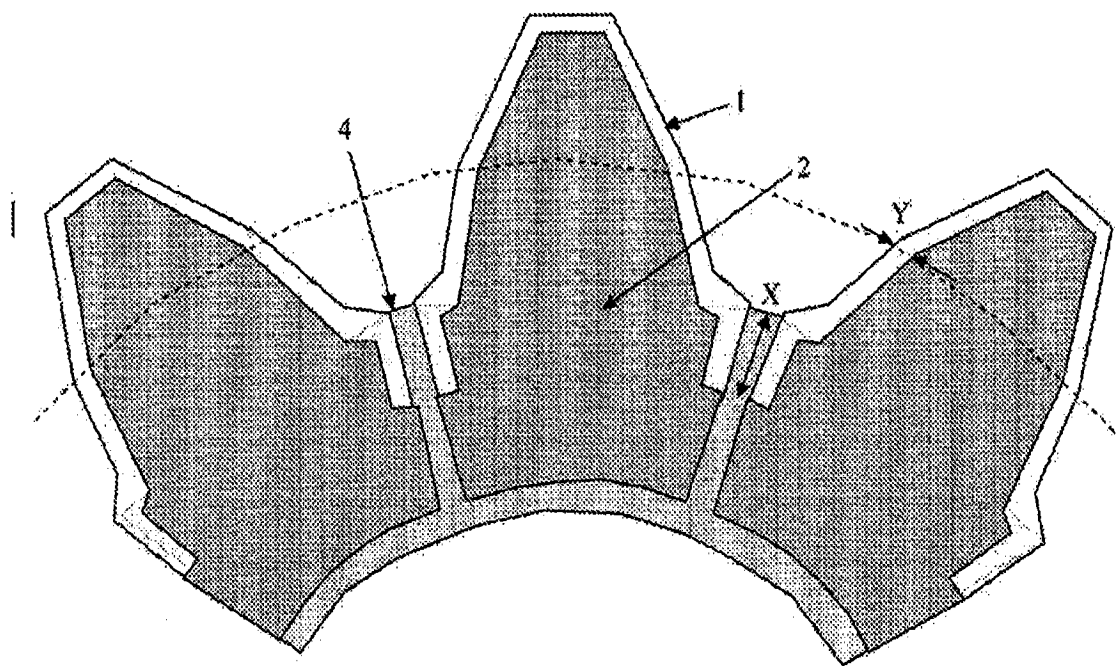


图 3