



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101354247 B

(45) 授权公告日 2012.07.04

(21) 申请号 200810134172.2

(56) 对比文件

(22) 申请日 2008.07.23

CN 1871500 A, 2006.11.29,

(30) 优先权数据

US 4257040 A, 1981.03.17,

102007034640.0 2007.07.23 DE

EP 0825414 B1, 2002.09.11,

(73) 专利权人 约翰尼斯海登海恩博士股份有限公司

JP 特开 2001-45697 A, 2001.02.16,

地址 德国特劳恩罗伊特

JP 特开 2002-174535 A, 2002.06.21,

(72) 发明人 J·米特里特 J·多曼 P·海布尔

审查员 邵文

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 赵辛 梁冰

(51) Int. Cl.

G01B 21/22 (2006.01)

G01B 7/30 (2006.01)

G01D 5/14 (2006.01)

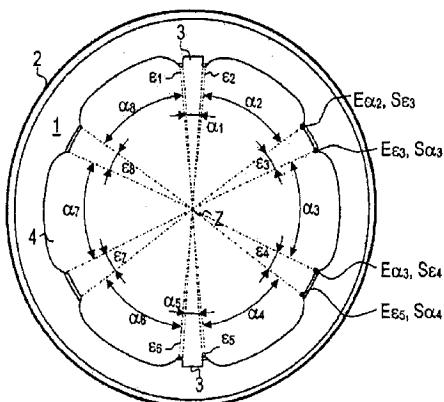
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

带有角度标度的物体和它的应用

(57) 摘要

本发明涉及一种带有角度标度(2)的环形物体(1、1')，用于机器零件(8)围绕着轴线(Z)的旋转位置的测量，其中物体在它的内圆周上具有凹槽(3、4、4')和凸起(5、6)，并且至少凹槽(3)中的一个适合于在机器零件(8)上旋转牢固的形状连接固定。与此同时各自通过凸起(5、6)的起点和终点(S $\varepsilon_i$ 、E $\varepsilon_i$ 、S $\varepsilon'_i$ 、E $\varepsilon'_i$ )确定的圆心角( $\varepsilon_i$ 、 $\varepsilon'_i$ )的总和小于各自通过凹槽(3、4、4')的起点和终点(S $\alpha_i$ 、E $\alpha_i$ 、S $\alpha'_i$ 、E $\alpha'_i$ )确定的圆心角( $\alpha_i$ 、 $\alpha'_i$ )的总和。此外本发明也包括在机床高速运行的轴(8)上、用于轴(8)的旋转位置测量的、这样的物体的应用。



1. 带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，用于机器零件 (8) 围绕着轴线 (Z) 的旋转位置的测量，其中物体在它的内圆周上具有径向凹槽 (3、4、4') 和凸起 (5、6)，所述凹槽 (3) 中的至少一个适合于在机器零件 (8) 上形状吻合地抗扭固定，其特征在于，各自通过凸起 (5、6) 的起点和终点 ( $S\epsilon_i, E\epsilon_i, S\epsilon'_i, E\epsilon'_i$ ) 确定的圆心角 ( $\epsilon_i, \epsilon'_i$ ) 的总和小于各自通过凹槽 (3、4、4') 的起点和终点 ( $S\alpha_i, E\alpha_i, S\alpha'_i, E\alpha'_i$ ) 确定的圆心角 ( $\alpha_i, \alpha'_i$ ) 的总和。

2. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，各自通过凹槽 (3、4、4') 的起点和终点 ( $S\alpha_i, E\alpha_i, S\alpha'_i, E\alpha'_i$ ) 确定的圆心角 ( $\alpha_i, \alpha'_i$ ) 的总和大于  $240^\circ$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，所述至少一个用于在机器零件 (8) 上形状吻合地抗扭固定的凹槽 (3) 具有带有最小的轮廓半径  $R_y$  的几何尺寸，并且其它的凹槽 (4、4') 具有带有条件  $R_y < R_x$  的最小的轮廓半径  $R_x$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，用于物体 (1、1') 在机器零件 (8) 上形状吻合地抗扭固定的凹槽 (3) 的底部和轴线 (Z) 之间的最小间距 ( $D_f$ ) 小于或者等于在其它的凹槽 (4、4') 的底部和轴线 (Z) 之间的最小间距 ( $R_n$ )。

5. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，物体 (1、1') 的外半径 ( $R_a$ ) 与它的内半径 ( $R_i$ ) 的比小于 2.25。

6. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，角度标度 (2) 布置在物体 (1、1') 的外套侧面上。

7. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，角度标度 (2) 作为单独的环固定在环形物体 (1、1') 上。

8. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，角度标度 (2) 由磁性区域组成。

9. 根据权利要求 1 所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1')，其特征在于，用于物体 (1、1') 在机器零件 (8) 上形状吻合地抗扭固定的凹槽 (3) 构成键槽。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1') 在机床高速运行的轴 (8) 上用于轴 (8) 的旋转位置测量的应用。

11. 根据权利要求 10 所述的、带有角度标度 (2) 的环形物体 (1、1') 的应用，其中切削加工刀具能够装在轴 (8) 上。

## 带有角度标度的物体和它的应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种带有角度标度的物体，尤其是该物体例如可以在角度测量系统中使用。此外本发明涉及一种带有角度标度的物体用于在机床高速运行的轴上旋转位置测量的应用。

### 背景技术

[0002] 这样的角度测量系统用作机器零件，例如轴的旋转运动或者旋转位置的测量，那么一个带有角度标度的物体被抗扭地固定在轴上。角度标度例如可以具有相应地可以被探测的光学的、或者磁性的分度。此外旋转运动要么增量地要么绝对地被检测，输出的测量值例如是计数脉冲的序列、计数器值或者代码组合。相应的角度测量系统尤其是被应用在机床高速运行的主轴上。这样的主轴越来越多地被以高转速，例如直到超过每分钟 40000 转运行，为了例如通过切削加工的机床达到一流的工件表面。被安装在这样的主轴上的旋转零件的机械负荷相应的很大。尤其是通常带有角度标度的、尤其是带有磁性分度的环形物体旋转牢固地与主轴相连接，因此遭受到这种巨大的离心力。这是一个持久的目标，设计带有角度标度的物体，该物体能承受住在高转速基础上的负荷，并且该物体尤其是在该负荷下具有所需要的疲劳强度。该要求尤其是来自于技术安全的考虑。

[0003] 本发明从现有技术出发，如它在专利文件 US4257040 中公开的。那里表示了一种带有角度标度的物体，该物体作为旋转的元件可形状吻合地被固定在轴上。

[0004] 但是带有角度标度的旋转物体的这样的布置具有缺点，在高转速时，例如在高速运转的机器零件中，尤其是在轴中出现的高转速，物体的允许最大转速不足够大，或者没有被给予它必需的疲劳强度。

### 发明内容

[0005] 因此本发明以该任务为依据，提出一种用于机器零件旋转位置测量的带有角度标度的物体，该物体尤其是由此而突出，它适合于极高的最大转速。

[0006] 此外本发明以该任务为依据，测定机床高速运行的轴的旋转位置。

[0007] 该任务通过根据本发明的带有角度标度的物体，以及通过根据本发明的物体的应用获得解决。带有角度标度的环形物体用于机器零件围绕着轴线的旋转位置的测量，其中物体在它的内圆周上具有径向凹槽和凸起，所述凹槽中的至少一个适合于在机器零件上形状吻合地抗扭固定，其特征在于，各自通过凸起的起点和终点确定的圆心角的总和小于各自通过凹槽的起点和终点确定的圆心角的总和。

[0008] 因此根据本发明的带有角度标度的环形物体适合于围绕着轴线的机器零件旋转位置的测量。此外物体在它的内圆周上具有径向凹槽和凸起。至少凹槽中的一个适合于在机器零件上旋转牢固的形状连接固定。此外各自通过凸起的起点和终点确定的圆心角的总和小于各自通过凹槽的起点和终点确定的圆心角的总和。

[0009] 圆心角的概念在下面尤其是被理解为在环形物体之内围绕着在轴线上的一点

的中心角。

[0010] 事实表明,用带有根据本发明的角度标度的物体可以达到非常高的允许转速,并且环形物体具有在相应高的转速时所需要的疲劳强度。

[0011] 这尤其是有利的,当带有角度标度的环形物体这样布置,以使各自通过凹槽的起点和终点确定的圆心角的总和大于  $220^\circ$ ,尤其是大于  $240^\circ$ ,大于  $270^\circ$  或者  $300^\circ$  更有利。

[0012] 在本发明的其它的布置中至少用于在机器零件上旋转牢固的形状连接固定的凹槽具有带有最小的轮廓半径  $R_y$  的几何尺寸。其它的凹槽具有最小的轮廓半径  $R_x$ ,以使  $R_y < R_x$  的条件被满足。那么其它的凹槽通常不是用于机器零件的转矩到物体上的传递,而是结构上仅仅设计用于允许转速的提高或者用于疲劳强度的提高。

[0013] 如果用于在机器零件上旋转牢固的形状连接固定的相关的凹槽具有几个轮廓半径,这里尤其是最小的轮廓半径  $R_y$  关系重大。但是也可能用于在机器零件上旋转牢固的形状连接固定的凹槽只具有一个轮廓半径  $R_y$ ,例如当相关的凹槽构成半圆形时,用于容纳在横剖面上为圆形的销钉。在这种情况下那么(唯一的)轮廓半径也是决定性的。

[0014] 带有角度标度的环形物体这样设计是有利的,用于物体在机器零件上旋转牢固的形状连接固定的凹槽的底部和轴线之间的最小间距小于或者等于在其它的凹槽的底部和轴线之间的最小间距。最小间距的概念理解为到轴线的最短距离,那么因此从轴线到这一确定间距的点的距离是与轴线正交对准的。其它凹槽的底部是这一几何形状区域,该区域在凹槽之内与轴线保持最远的间距。

[0015] 在环形物体的几何尺寸的其它的布置中,物体的外半径与它的内半径的比小于 2,尤其是小于 2.25 或者 1.75。因为原则上恰恰在这样狭窄的环形物体中材料应力特别高。

[0016] 环形物体这样布置是有利的,它的角度标度布置在物体的外套侧面上。但是本发明对此可选择方案也包括物体在它的端面上布置角度标度,例如用径向排列的刻度结构或者分度结构。

[0017] 物体被制成整体地是有利的。整体的概念在下面理解为,那么所描述的物体由一件组成,因此该物体例如可以通过切削加工的过程被从一种钢材制作出来。通过整体的结构可以对允许的最大转速起到有利的影响。

[0018] 角度标度可以作为单独的环固定在环形物体上,或者直接涂敷在物体上。例如角度标度可以由磁性区域组成,该区域直接通过物体的相应的磁化产生。

[0019] 角度标度在环形物体上的直接涂敷例如也可以用一个激光烧蚀过程进行。为了这一目的,物体的外套侧面涂上一种特殊的覆盖层,并且然后进行单个刻度线烧蚀。因此角度标度然后可以用光学原理探测。也可以通过光刻技术方法或者压印方法直接在物体上制作角度标度。

[0020] 可选择方案,角度标度作为单独的环固定在环形物体上是有利的,尤其是当对于该环使用特殊的、制造带有大的场强的磁性分度结构的磁性材料时。

[0021] 在其它的布置中,用于物体在机器零件上形状吻合的抗扭固定的凹槽可以构成例如用于半圆键、配合键或者导向键的键槽。可选择方案,物体在机器零件上的形状吻合的抗扭固定可以用多槽型材或者销钉连接建立。

[0022] 根据本发明的一个另外的方面,用于轴的旋转位置测量,提出了在高速运行的机

床轴上带有角度标度的、相应的构成环形的物体的应用。高速运行的轴的概念，轴被理解为在运行中可以最低每分钟 10000 转，尤其是最低每分钟 20000 转或者最低每分钟 30000 转旋转。尤其是当机床是一台切削加工机床时，在这一相互关系中是有利的，因为这样的机床经常具有极高的最大主轴转速。相应地它具有优点，环形物体被固定在轴上，该轴可以连接在切削加工刀具上。

## 附图说明

[0023] 其它的优点，以及根据本发明的带有角度标度的物体的细节借助于附图由下面的实施例的说明中获得。

[0024] 图 1 表示的是根据本发明的带有角度标度的物体的透视图，

[0025] 图 2a 表示的是根据第一个实施例，沿着径向方向通过带有角度标度的物体的横截面图，

[0026] 图 2b 表示的是根据第一个实施例，带有角度标度的物体的俯视图，

[0027] 图 3 表示的是根据第一个实施例，带有对相应的圆心角的说明的、带有角度标度的物体的俯视图，

[0028] 图 4 表示的是根据第一个实施例，在装配状态下的、带有角度标度的物体的俯视图，

[0029] 图 5 表示的是根据第二个实施例，在装配状态下的、带有角度标度的物体的俯视图。

## 具体实施方式

[0030] 根据图 1 至图 5 所示，在实施例中，相应的物体 1、1' 在它的内圆周上包括两个用于形状吻合地抗扭地固定在机器零件上、这儿是固定在轴 8 上的凹槽。尤其是这里该凹槽布置成按照 DIN6885 标准的键槽。键 7 可以被装入键槽中。环形物体 1、1' 或者轴 8 可以围绕着中心轴线 Z 旋转。为了测量轴 8 围绕着轴线 Z 的旋转位置，环形物体 1 在外套侧面装有角度标度 2。在本例中角度标度 2 具有磁性分度，尤其是这里使用了一个单独的、带有交替的超过圆周磁化区域的铁磁性环。铁磁性环例如由带有铁、铬、钴和钼组分的合金组成，而物体 1 由高强度的轴承钢制造。此外铁磁性环与物体 1、1' 外套侧面通过焊接固定。

[0031] 物体 1、1' 自身具有一个大约 73.8 毫米的外经 ( $R_a = 36.9$  毫米)，其中另外铁磁性环具有 0.8 毫米的厚度  $T_s$ 。

[0032] 角度标度 2 这样布置，以使可以探测物体 1、1' 围绕着轴线 Z 的旋转位置，即角度标度 2 的磁性标记，在环形物体围绕着轴线 Z 旋转时具有一个沿着圆周方向或者旋转方向的偏移。在图示的实施例中角度标度 2 如此布置，以致角度标度 2 的磁性探测可通过一个磁致敏感的探测头进行。

[0033] 根据第一个实施例（图 1 至 4），物体 1 在它的内圆周上，在键槽 3 的旁边具有另外的凹槽 4。该凹槽不是用于在轴 8 上的固定，而只是由于提高物体 1 的允许转速或者疲劳荷重能力的原因而设计的。因此物体 1 在键槽 3 和凹槽 4 之间具有凸起 5，凸起针对物体 1 的轴向膨胀在中间包含一个定中心轴环 5.1。该定中心轴环 5.1 加工的极其精确，并且用作轴 8 的接触面。此外在内圆周上，在单个的凹槽 4 之间设有凸起 6。该凸起 6 也同样在轴向中

间各自有一个精确加工的定中心轴环 6.1。相应地轴 8 在装配状态下, 沿着断续的接触线贴紧在定中心轴环 5.1、6.1 上。

[0034] 根据图 3 所示, 与键槽 3 和凹槽 4 相比, 可以说明凸起 5、6 的相对分配。为了研究这一问题可以引入圆心角  $\alpha$ 、 $\varepsilon$ , 圆心角在本例中描述的是在两个从轴线 Z 径向向外指向的直线之间的夹角, 这些直线通过确定的起点  $S\alpha_1$  到  $S\alpha_8$ 、 $S\varepsilon_1$  到  $S\varepsilon_8$  或者终点  $E\alpha_1$  到  $E\alpha_8$ 、 $E\varepsilon_1$  到  $E\varepsilon_8$  在物体 1 的内圆周上走向。由于一目了然的原因, 在图 3 中放弃了所有起点和终点  $S\alpha_1$  到  $S\alpha_8$ 、 $S\varepsilon_1$  到  $S\varepsilon_8$ 、 $E\alpha_1$  到  $E\alpha_8$ 、 $E\varepsilon_1$  到  $E\varepsilon_8$  的标志, 因此在图 3 中只表示了起点  $S\varepsilon_3$ 、 $S\alpha_3$ 、 $S\varepsilon_4$  和  $S\alpha_4$ 、以及终点  $E\alpha_2$ 、 $E\varepsilon_3$ 、 $E\alpha_3$  和  $E\varepsilon_5$ 。在介绍的实施例中起点  $S\alpha_1$  到  $S\alpha_8$ 、 $S\varepsilon_1$  到  $S\varepsilon_8$ 、始终位于终点  $E\alpha_1$  到  $E\alpha_8$ 、 $E\varepsilon_1$  到  $E\varepsilon_8$  上。例如终点  $E\alpha_2$  位于起点  $S\varepsilon_3$  上。

[0035] 在本实施例中定义了两组圆心角  $\alpha$ 、 $\varepsilon$ 。第一组包括各自通过在键槽 3 或者凹槽 4 上的起点  $S\alpha_i$  和终点  $E\alpha_i$  确定的圆心角  $\alpha_i$ 。那么第二组包括各自通过凸起 5、6 的起点  $S\varepsilon_i$  和终点  $E\varepsilon_i$  确定的圆心角  $\varepsilon_i$ 。尤其是这里起点  $S\alpha_i$ 、 $S\varepsilon_i$  和终点  $E\alpha_i$ 、 $E\varepsilon_i$  同时是这一点, 在该点上存在关于轴 8 贴紧在物体 1 上和不贴紧在物体 1 上的过渡。那么键槽 3 或者凹槽 4 位于起点  $S\alpha_i$  和终点  $E\alpha_i$  之间, 而凸起 5、6 位于起点  $S\varepsilon_i$  和终点  $E\varepsilon_i$  之间。如已经说明的, 这里在每个起点  $S\alpha_1$  到  $S\alpha_8$ 、 $S\varepsilon_1$  到  $S\varepsilon_8$  上也有一个终点  $E\alpha_1$  到  $E\alpha_8$ 、 $E\varepsilon_1$  到  $E\varepsilon_8$ 。如在图 3 中所示, 那么例如点  $E\alpha_2$  与  $S\varepsilon_3$  是叠合的。

[0036] 那么第二组圆心角  $\varepsilon_i$  的大小由各自圆弧的长度导出, 沿着该弧轴 8 贴紧在凸起 5、6 上, 并且内半径  $Ri$  从那算起。因此例如圆心角  $\varepsilon_i$ , 通过该圆心角确定与圆周相关的定中心轴环 5.1 的长度和内半径  $Ri$ , 其中在本实施例中  $\varepsilon_1 = 2^\circ$ 。由于对称的原因圆心角  $\varepsilon_2$ 、 $\varepsilon_5$ 、 $\varepsilon_6$  同样具有值  $2^\circ$ 。

[0037] 同样的适用于较宽的凸起 6.1, 其中这里以每个  $12^\circ$  产生了较大的圆心角  $\varepsilon_3$ 、 $\varepsilon_4$ 、 $\varepsilon_7$ 、 $\varepsilon_8$ , 因为在同样的内半径  $Ri$  时存在较长的定中心轴环 5.1。

[0038] 因此那么各自通过凸起 5、6 的起点  $S\varepsilon_i$  和终点  $E\varepsilon_i$  确定的圆心角  $\varepsilon_i$  的总和为  $56^\circ$ 。由此已经可以确定各自通过在键槽 3 上或者在凹槽 4 上的起点  $S\alpha_i$  和终点  $E\alpha_i$  确定的圆心角  $\alpha_i$  的总和。因为在实施例中键槽 3 或者凹槽 4 是规定沿着物体 1 的内接触线不与轴 8 接触的区域。因此圆心角  $\alpha_i$  的总和为  $360^\circ - 56^\circ = 304^\circ$ 。

[0039] 详细地圆心角  $\alpha_1$  和  $\alpha_5$  各自为  $8^\circ$ , 并且圆心角  $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ 、 $\alpha_4$ 、 $\alpha_6$ 、 $\alpha_7$  和  $\alpha_8$  各自为  $48^\circ$ 。

[0040] 那么结果获得  $\sum \varepsilon_i = 56^\circ < \sum \alpha_i = 304^\circ$ 。

[0041] 为了可以使物体 1 达到足够高的允许转速, 要相应地确定物体 1 的几何尺寸, 尤其是单个半径  $Ra$ 、 $Rn$ 、 $Ri$ 、 $Ry$  和  $Rx$  的设计在与允许转速最佳化的关系上是重要的。

[0042] 在比较狭窄的环形物体 1 时, 本发明是尤其有利的。例如在本实施例中  $Ra$  与  $Ri$  的比约为 1.34。那么允许的最大转速可以被令人吃惊地提高, 当在物体 1 上产生凹槽 4 时。虽然环形物体的径向膨胀与根据现有技术的结构相比被降低。

[0043] 此外在介绍的实施例中, 在键槽 3 的底部和轴线 Z 之间的 29.3 毫米的间距小于在其它的凹槽 4 的底部和轴线 Z 之间的半径, 因为  $Rn$  这里为 30.1 毫米。因此, 键槽 3 不会进入通过半径  $Rn$  向内限定的、物体 1 的环形区域。在物体 1 工作时, 相应地机械应力在通过半径  $Rn$  向内限定的几何环形区域中走向非常均匀, 因此峰值应力的最大幅值被减小到最

低限度。

[0044] 键槽 3 沿着圆周方向通过平行侧壁，并且沿着径向方向通过键槽 3 的底部被限定。在键槽 3 的底部到侧壁之间的过渡具有一个 25 微米的粗糙度  $R_z$  和一个比较小的轮廓半径  $R_y$ ，该轮廓半径在所示的实施例中为 0.175 毫米。因此在那儿比较地说由于应力集中预计会有大的峰值应力。但是为了使高的允许转速成为可能，用于过渡到确定凹槽 4 的底部的半径  $R_n$  上的最小的轮廓半径  $R_x$ ，相比较地说要比较大，这里为 5 毫米。因此这里获得大约  $28.6R_x/R_y$  的比。

[0045] 在图 5 中表示了一个根据本发明的物体 1' 的第二个实施例。与第一个实施例物体的重要区别在于现在仅仅设有两个沿着圆周方向比较长的凹槽 4'。在介绍的实施例中两个凹槽 4' 各自用一个扇形体 9 填满，扇形体例如由塑料制成。扇形体 9 为轴 8 定中心出一份力，并且另外还可以发挥阻尼的作用。另一方面实际上没有抗剪应力通过扇形体 9 传递到支承的物体 1'，因此这里也是很大程度的、均匀的应力变化，尤其是在物体 1' 的这个通过半径  $R_i$  向内限定的环形区域中。

[0046] 当然关于圆心角的考虑也适合于第二个实施例，因为各自通过凸起 5 的起点和终点  $S\epsilon_1'$  到  $S\epsilon_4'$ 、 $E\epsilon_1'$  到  $E\epsilon_4'$  确定的圆心角  $\epsilon_i'$  的总和这里也小于各自通过键槽 3 和凹槽 4 的起点和终点  $S\alpha_1'$  到  $S\alpha_4'$ 、 $E\alpha_1'$  到  $E\alpha_4'$  确定的圆心角  $\alpha_i$  的总和。在图示的实施例中是非常明显的，总和值  $(\epsilon_1' + \epsilon_2' + \epsilon_3' + \epsilon_4')$  显著小于  $(\alpha_1' + \alpha_2' + \alpha_3' + \alpha_4')$ ，因此这里条件  $\sum \epsilon_i' < \sum \alpha_i$  也被满足。

[0047] 根据可选择的方案布置，扇形体 9 也可以构成金属件。在这种情况下同样要避免通过扇形体 9、尤其是通过在扇形体 9 和物体 1' 之间的焊缝干扰的抗剪应力被导入物体 1'。

[0048] 在本发明的其它的布置中物体 1' 也可以仅仅具有一个键槽 3，因此扇形体 9 现在只填满一个凹槽 4'。

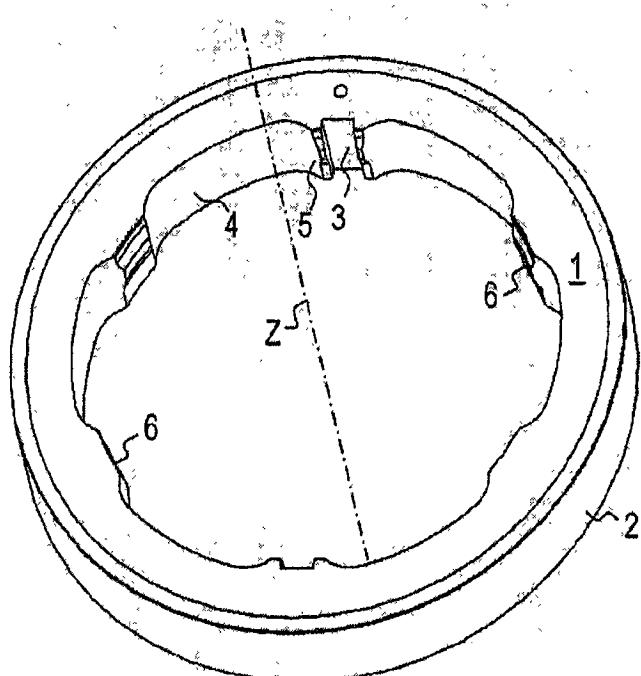


图 1

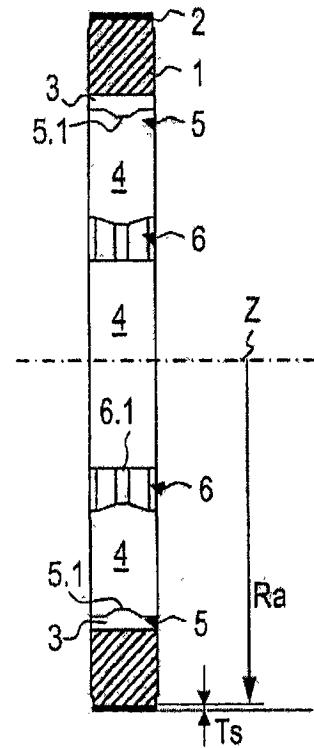


图 2a

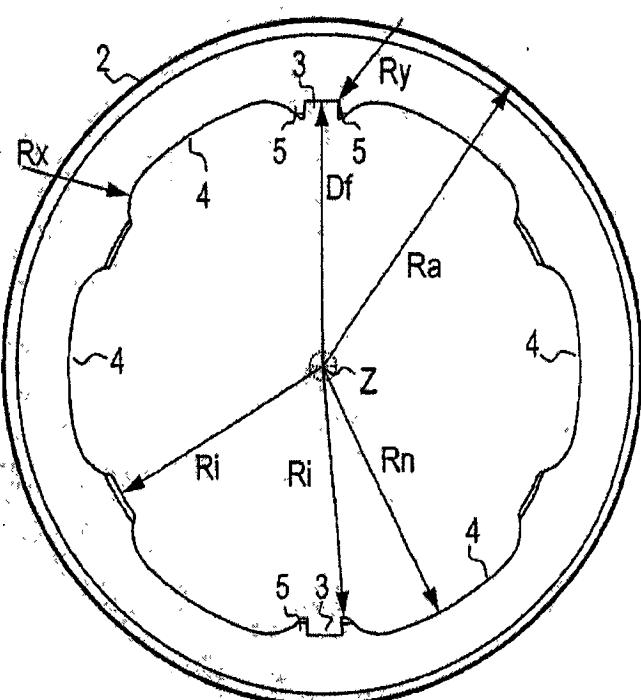


图 2b

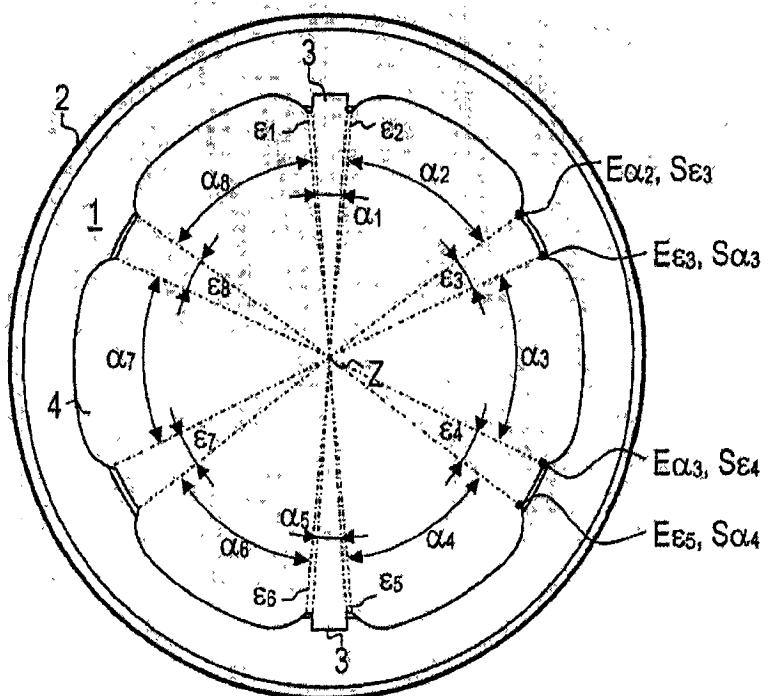


图 3

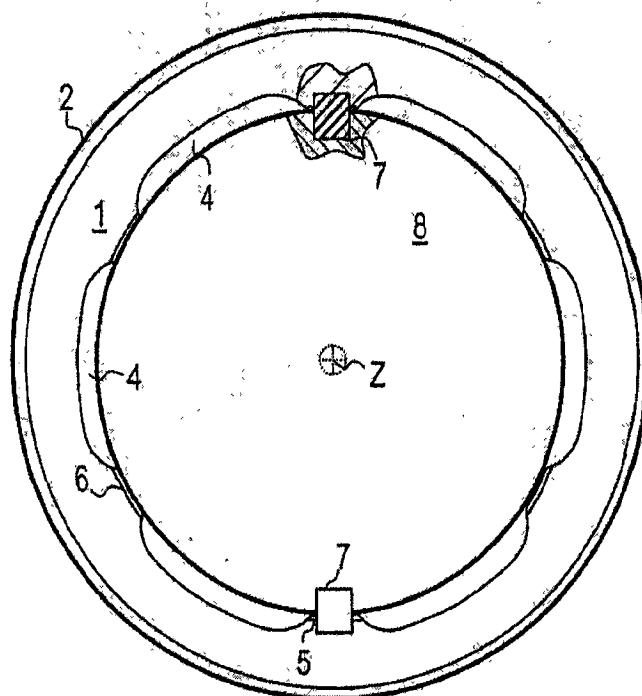


图 4

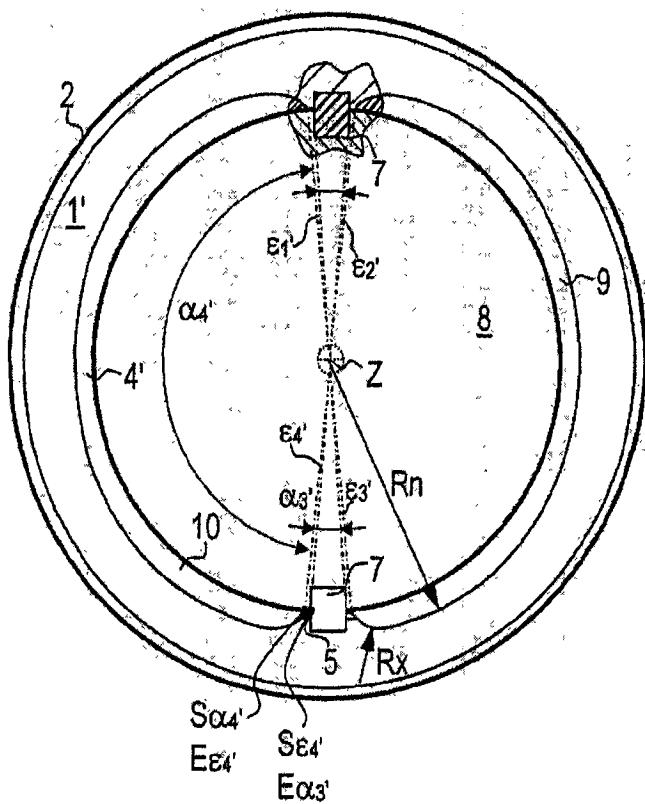


图 5