



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96101406.7

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1132002C

[22] 申请日 1996.1.2 [21] 申请号 96101406.7

[71] 专利权人 株式会社椭圆

地址 日本东京

[72] 发明人 长田重庆 堀田浩二

审查员 周胜生

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

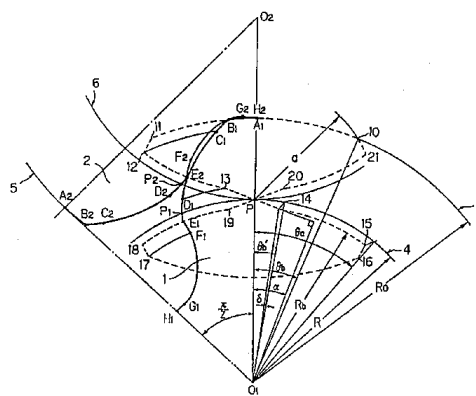
代理人 杨松龄

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称 容积型流量计

[57] 摘要

一种使作用在一对齿轮转动体的力矩相等，力矩之和为常量且不会产生脉动的，可计量淤浆的容积型流量计。它的一对转动体为形状相同大小相等，齿长间的扭矩为整数个节距的斜齿齿轮。齿形曲线在齿顶侧为，齿尖处为齿尖圆圆弧 ($A_1B_1 = A_2B_2$)，随后为圆弧齿形 ($B_1C_1 = B_2C_2$)，余摆线 ($C_1D_1 = C_2D_2$) 齿形，渐开线 ($D_1E_1 = D_2E_2$) 齿形，而齿底侧为，圆弧 ($E_1F_1 = E_2F_2$) 齿形，余摆线 ($F_1G_1 = F_2G_2$) 齿形，齿根圆 ($G_1H_1 = G_2H_2$)，它们构成双扭线 10, 11, 12, 13, P, 14, 15, 16, 17, 18, 19, P, 20, 21, 10。当相对侧的圆弧齿形与渐开线相接触时，通过渐开线的滑动，可将收留在由它们之间的余摆线曲线构成的空隙内的淤浆类流体清除出去。



与轴成直角的剖面上的齿形

1. 一种用计量室内相互啮合转动的一对斜齿齿轮作为转动体的容积型流量计,其特征在于前述斜齿齿轮在与轴成直角的剖面上的齿顶齿形曲线,为齿顶的齿尖附近的半径为齿尖圆半径 R_0 的齿尖圆弧齿形,与齿尖圆弧相连的中心位于节圆上半径为 a 的圆弧齿形、节圆附近的由动态半径 R_{c3} 构成的压力角为 α 的渐开线齿形,以及在该圆弧齿形和渐开线齿形之间的由齿根起点画出的动态半径为 R_{c1} 的余摆线齿形构成的连续曲线,而齿根齿形曲线为在与前述渐开线齿形连续连接的齿底处的前述节圆附近的圆弧齿形,齿根侧的余摆线齿形,以及半径为齿底半径的圆弧齿形构成的连续曲线;

在上述齿形曲线中,齿顶中余摆线曲线的动态半径 R_{c1} 和齿根中余摆曲线的动态半径 R_{c2} ,渐开曲线的动态半径 R_{c3} 满足下述关系式:

$$R_{c1} = R \left[\left(\frac{R_b}{R} \right)^2 + 4 \left\{ 1 - \frac{R_b}{R} \cos(\theta - \delta) \right\} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(1)$$

且、 $\theta b' \leq \theta \leq \theta a$

$$R_{c2} = R \left[\left(\frac{R_0}{R} \right)^2 + 4 \left(1 - \frac{R_0}{R} \cos \theta \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(2)$$

且、 $0 \leq \theta \leq \theta b$

$$R_{c3} = R \left[1 + \theta \cos^2 \alpha (\theta + 2 (\tan \alpha)) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(3)$$

且、 $-\theta b' \leq \theta \leq \theta b'$
在这儿

$$\theta_a = \cos^{-1} \left[\left\{ 1 + \left(\frac{R_b}{R} \right)^2 - \left(\frac{a}{R} \right)^2 \right\} / 2 \frac{R_b}{R} \right] + \delta \quad \dots(4)$$

$$\theta_b = \cos^{-1} \left[\left\{ 1 + \left(\frac{R_0}{R} \right)^2 - \left(\frac{a}{R} \right)^2 \right\} / 2 \frac{R_0}{R} \right] \quad \dots(5)$$

$$\delta = \text{inv } \alpha - \text{inv} \left\{ \cos^{-1} \left(\cos \alpha / \frac{R_b}{R} \right) \right\} \quad (6)$$

$$\theta'_b = \tan \alpha - \tan \left\{ \cos^{-1} \left(\cos \alpha / \frac{R_b}{R} \right) \right\} \quad (7)$$

5 在上述式中:

R_b 是初始圆的半径

a 是圆弧齿形圆弧的半径

θ 是旋转角度参数

10 2. 如权利要求 1 所述的容积型流量计, 其特征在于前述一对斜齿齿轮的齿长、齿数以及在与轴成直角的剖面处的齿形曲线均彼此相等, 且齿长间的扭矩为整数个节距。

容积型流量计

5 发明技术领域

本发明涉及容积型流量计，具体地说，涉及一种其计量室内一对相互啮合转动的转动体，为转矩相等且转矩之和恒定的斜齿齿轮的容积型流量计。

背景技术

10 在现有技术中，例如日本特公昭 62-29730、特公昭 58-15047、特公昭 58-6131、特公昭 57-12444 公开了容积型流量计。

目前，大多数用齿轮作为转动体的容积流量计，为非圆形齿轮流量计(商品名：椭圆形流量计)，罗茨式流量计，以及双转子流量计等等。非圆形齿轮流量计是公知的一种典型的容积型流量计，和它的名字一样，它用一对同型的非圆型齿轮作为转动体，利用流体的差压相互啮合，使驱动力由主动到从动往复变化而转动，从而不再需要液压控制齿轮，构造简单，并可对非圆形齿轮进行高精度铣齿，使仪器误差特性优良，并具有可再现性。

20 罗茨式流量计的构造是，双叶的圆包络线转子具有预定的位相差，由点接触而平滑转动，为了保持该位相差，在转动体间夹装有液压控制齿轮。双转子流量计是用三叶和四叶齿数不同的斜齿齿轮作转动体，且必须使用齿形滑动率为无限大的液压控制齿轮，其沿该转动体轴直角方向剖面的齿形曲线，在主动侧为从动侧节圆上的点画出的摆线曲线，在从动侧为主动侧齿轮的外径上的点画出的斜摆线曲线。

25 具有一对齿形的转动体的容积型流量计的理想形态，若从齿轮形状方面看，应为齿轮形状小而理论排出量大，可进行大流量计量，一对齿轮的形状相同，大小相等，而使其工作容易，不需要液压控制齿轮而构造简单，使转动体可自行转动。而且，从动能方面看，应

可利用流体差压,使转动体产生相等的转矩,不产生齿面力,并排出不产生等转动脉冲的流体。

若从流量计的利用方面看,应能稳定地计量包含淤浆在内的多种被计量流体的流量。

5 若将具有一对作为转动体齿轮的原有容积型流量计与上述理想的容积型流量计相比较可知,非圆形齿轮流量计在被测流体的流量恒定,转动体的面积速度恒定的条件下转动,会产生不定速转动。该转动为脉冲流动的诱因,会产生振动。这种脉动和振动在理论排出量越大时也越大。而且,由于非圆形齿轮是在被测流体内啮合而转动的,
10 故不适合计量淤浆类流体。

罗茨式流量计必需装有液压控制齿轮,故转动体构造复杂,而且伴随有脉动。安装液压控制齿轮时,要正确确定转动体间的位相以进行调整,因在转动体处设置有齿隙,故正确地调整液压控制齿轮的位相是相当困难的,需要熟练的技术。而且,为防止滑动接触的转动体
15 间产生摩擦,而设置有间隙,然而当间隙较大时,会因有流体漏损而使仪器特性变坏,而间隙过小时,又不能测量淤浆等含有微粒的流体,而不适合用来测量淤浆类流体。

双转子流量计的转动体是一对尺寸彼此不同的斜齿齿轮,由于它具有斜齿齿轮,所以与上述的容量型流量计相比,它的形状最复杂,
20 制造成本最高,而且还存在有从动侧的负荷转矩为负,而使液压控制齿轮负担过重等等问题。

如上所述,原有的容量型流量计,在稳定的流体流过时不能产生稳定的齿轮转动力矩,且力矩之和为变量,因而不具备理想容积型流量计的最基本特性,不能稳定地计量淤浆类流体。

25 发明概述

本发明的目的是提供一种容积型流量计,它不夹装有液压控制齿轮,在稳定流量计量时,转动体力矩相等,无齿面力作用,力矩之和恒定,而且可以稳定地计量淤浆类流体。

根据本发明, 提供一种用计量室内相互啮合转动的一对斜齿齿轮作为转动体的容积型流量计, 其特征在于前述斜齿齿轮在与轴成直角的剖面上的齿顶齿形曲线, 为齿顶的齿尖附近的半径为齿尖圆半径 R_0 的齿尖圆弧齿形, 与齿尖圆弧相连的中心位于节圆上半径为 a 的圆弧齿形、节圆附近的由动态半径 R_{c3} 构成的压力角为 α 的渐开线齿形, 以及在该圆弧齿形和渐开线齿形之间的由齿根起点画出的动态半径为 R_{c1} 的余摆线齿形构成的连续曲线, 而齿根齿形曲线为在与前述渐开线齿形连续连接的齿底处的前述节圆附近的圆弧齿形, 齿根侧的余摆线齿形, 以及半径为齿底半径的圆弧齿形构成的连续曲线;

在上述齿形曲线中, 齿顶中余摆线曲线的动态半径 R_{c1} 和齿根中余摆曲线的动态半径 R_{c2} , 渐开曲线的动态半径 R_{c3} 满足下述关系式:

$$R_{c1} = R \left[\left(\frac{R_b}{R} \right)^2 + 4 \left\{ 1 - \frac{R_b}{R} \cos(\theta - \delta) \right\} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(1)$$

且、 $\theta b' \leq \theta \leq \theta a$

$$R_{c2} = R \left[\left(\frac{R_0}{R} \right)^2 + 4 \left(1 - \frac{R_0}{R} \cos \theta \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(2)$$

15

且、 $0 \leq \theta \leq \theta b$

$$R_{c3} = R \left[1 + \theta \cos^2 \alpha (\theta + 2 (\tan \alpha)) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(3)$$

且、 $-\theta b' \leq \theta \leq \theta b'$

20

在这儿

$$\theta_a = \cos^{-1} \left[\left\{ 1 + \left(\frac{R_b}{R} \right)^2 - \left(\frac{a}{R} \right)^2 \right\} / 2 \frac{R_b}{R} \right] + \delta \quad \dots(4)$$

$$\theta_b = \cos^{-1} \left[\left\{ 1 + \left(\frac{R_0}{R} \right)^2 - \left(\frac{a}{R} \right)^2 \right\} / 2 \frac{R_0}{R} \right] \quad \dots(5)$$

$$\delta = \text{inv} \alpha - \text{inv} \left\{ \cos^{-1} \left(\cos \alpha / \frac{R_b}{R} \right) \right\} \quad (6)$$

$$\theta'_b = \tan \alpha - \tan \left\{ \cos^{-1} \left(\cos \alpha / \frac{R_b}{R} \right) \right\} \quad (7)$$

在上述式中:

5 R_b 是初始圆的半径

a 是圆弧齿形 (Nobikov tooth's) 圆弧的半径

θ 是旋转角度参数

本发明的容积型流量计, 因基本齿形为余摆线, 故理论排出量较大, 由于余摆线齿形的理论滑动率为无限大, 可将所必须的液压控制
10 齿轮作为设置在余摆线齿轮部分上的滑动为零的圆弧(圆弧齿形), 并利用滑动较小的渐开线齿形而转动运行, 不再需要液压控制齿轮, 利用前述余摆线齿形, 可由齿形啮合部除去淤浆, 故也可用于计 量淤浆类流体。

在上述发明中, 由于前述一对斜齿齿轮的齿长、 齿数和沿轴直角方向剖面的齿形曲线均彼此相等, 齿长间的扭距为整数个周节, 故
15 两转动体间没有能量传递, 进而可形成无脉动转动。

附图简要说明

图 1 为说明本发明的容积型流量计的转动体齿形的一种实施例的局部剖面图。

20 图 2 为表示沿图 1 所示的斜齿齿轮的轴向展开的啮合密封线示

意图。

图 3 为说明具有图 1 所示齿形的转动体的啮合状态的轴直角方向剖面图。

图 4 为说明本发明的容积型流量计的实施例的示意图。

5 在图中

1...第一转动体(O_1 齿轮), 2...第二转动体(O_2 齿轮), 3... O_1 齿轮的齿尖圆, 4... O_1 齿轮的节圆, 5... O_2 齿轮的齿尖圆, 6 ... O_2 齿轮的节圆, 10~21...双扭线曲线, 30...容积型流量计, 31...外壳, 32 ...连接法兰盘, 33、34...端面板, 35...螺栓, 36...计数部, P...节距点, R_0 ...齿尖圆半径, R...节圆半径, Z...齿数, L...齿长, β ...扭转角。

10

具体实施方式

下面说明本发明的实施形态。

图 1 为说明本发明的容积型流量计中转动体齿形实施形态的部分剖面图, 在图中, 1 为第一转动体(以下称为 O_1 齿轮), 2 为第二转动体(以下称为 O_2 齿轮), 3 为 O_1 齿轮的齿尖圆, 4 为 O_1 齿轮的节圆, 5 为 O_2 齿轮的齿尖圆, 6 为 O_2 齿轮的节圆, P 为节点, R_0 为齿尖圆半径, R 为节圆半径, Z 为齿数。

15

20

图 1 所示的齿形曲线, 是由以轴 O_1 为轴、齿尖圆半径为 R_0 的斜齿齿轮构成的 O_1 齿轮 1, 和与 O_1 齿轮 1 形状相同大小相等的 O_2 齿轮 2 处于啮合状态时, 相对于轴 O_1 、 O_2 呈直角方向的部分剖面图。 O_1 齿轮 1 和 O_2 齿轮 2, 形成有以节圆 4、6 上的点 P_1 、 P_2 为分界的齿顶和齿根。下面描述 O_1 、 O_2 齿轮 1、2 的齿形曲线的构成方式。首先, 由于 O_1 齿轮 1 和 O_2 齿轮 2 形状相同、大小相等, O_1 齿轮 1 上的齿形曲线 $A_1 B_1 C_1 D_1 E_1 F_1 G_1$ 和 O_2 齿轮 2 的齿形曲线 $A_2 B_2 C_2 D_2 E_2 F_2 G_2$ 相同, 故

25

仅用一个 O_1 齿轮 1 的齿形曲线进行说明。
在表示齿顶齿形曲线 $A_1 B_1 C_1 D_1 E_1 P_1$ 的曲线中, 曲线 $A_1 B_1$ 是半径为齿尖圆半径 R_0 的齿尖圆弧, 曲线 $B_1 C_1$ 是中心位于节圆上半径为 a 的圆弧齿形, 曲线 $C_1 D_1$ 是由点 E_1 画出的动态半径为 R_{C1} (详见下述)

的余摆线, 曲线 D_1P_1 是由动态半径 R_{C3} (详见下述)构成的压力角为 α 的渐开线。

5 齿根齿形曲线为 $E_1F_1G_1H_1$ 构成的曲线, 其中曲线 P_1E_1 是与前述 D_1P_1 连续的压力角为 α 的渐开线, 曲线 E_1F_1 为与前述圆弧齿形 B_1C_1 相对应的圆弧齿形, 曲线 F_1G_1 是动态半径为 R_{C2} (详见下述) 的由点 B_1 画出的余摆线, 曲线 G_1H_1 是半径为齿底圆半径 $(2R-R_0)$ 的圆弧。

在上述齿形曲线中, 齿顶中余摆线曲线 $(C_1D_1=C_2D_2)$ 的动态半径 R_{C1} 和齿根中余摆曲线 $(F_1G_1=F_2G_2)$ 的动态半径 R_{C2} , 渐开曲线 $(D_1E_1=D_2E_2)$ 的动态半径 R_{C3} 满足下述关系式。

10

(数学式 1)

$$R_{C1} = R \left[\left(\frac{R_b}{R} \right)^2 + 4 \left\{ 1 - \frac{R_b}{R} \cos(\theta - \delta) \right\}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(1)$$

且、 $\theta b' \leq \theta \leq \theta a$

$$R_{C2} = R \left[\left(\frac{R_0}{R} \right)^2 + 4 \left(1 - \frac{R_0}{R} \cos \theta \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(2)$$

15 且、 $0 \leq \theta \leq \theta b$

$$R_{C3} = R \left[1 + \theta \cos^2 \alpha (\theta + 2 (\tan \alpha)) \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots(3)$$

且、 $-\theta b' \leq \theta \leq \theta b'$

在这儿

$$\theta_a = \cos^{-1} \left[\left\{ 1 + \left(\frac{R_b}{R} \right)^2 - \left(\frac{a}{R} \right)^2 \right\} / 2 \frac{R_b}{R} \right] + \delta \quad \dots(4)$$

20

$$\theta_b = \cos^{-1} \left[\left\{ 1 + \left(\frac{R_0}{R} \right)^2 - \left(\frac{a}{R} \right)^2 \right\} / 2 \frac{R_0}{R} \right] \quad \dots(5)$$

$$\delta = \text{inv} \alpha - \text{inv} \left\{ \cos^{-1} \left(\cos \alpha / \frac{R_b}{R} \right) \right\} \quad (6)$$

$$\theta_b' = \tan \alpha - \tan \left\{ \cos^{-1} \left(\cos \alpha / \frac{R_b}{R} \right) \right\} \quad (7)$$

由此获得的 O_1 齿轮 1 和 O_2 齿轮 2 的接触点在静止座标系中的
5 接触点轨迹, 是节点为 P 的点线 10, 11, 12, 13, P, 14, 15, 16, 17, 18, 19,
P, 20, 21, 10 构成的双扭线。

图 2 为表示图 1 所示的斜齿齿轮轴向方向的啮合密封线的展可
开性示意图, 其中图 2(A)为 O_1 齿轮, 图 2(B) 为 O_2 齿轮的啮合密封
线的展开图, O_1 齿轮和 O_2 齿轮的齿长 L 相同, 且扭转角 β 在齿长 L 之
10 间扭转为一个周节时满足关系式
(数学式 2)

$$\tan \beta = R \frac{2\pi}{Z} / L$$

在图中, X_1-X_1 , X_2-X_2 为两端面。除用标记()示出的部分之外, 其字母
15 依次为图 1 中相应字母的假定位置。

这时, 流入侧压力 P_1 和流出侧压力 P_2 作用的密封线, 为图中的
粗线, 即作用于 O_1 齿轮 1 的转矩 T_1 和作用于 O_2 齿轮 2 的转矩 T_2 相
等。而且, 即使平行移动固定端面 X_1-X_1 , X_2-X_2 时, 该作用线也能保
持这种关系, 所以作用于 O_1 齿轮 1 和 O_2 齿轮 2 上的力矩不会发生变
20 化, 即有 $T_1=T_2=$ 常数。由图中可清楚看出, 当齿长间扭转为整数个周
节时, 这种关系可以成立。即当 i 为整数时, 亦有
(数学式 3)

$$\tan \beta = iR \frac{2\pi}{Z} / L$$

图 $T_1=T_2=$ 常数, 故 $T_1+T_2=$ 常数, 即等速转动等等时不会有流量脉动。
且由 $T_1=T_2=0$ 可知, 齿轮间的出面力为零, 故为无负荷运转。

5 图 3 为说明具有图 1 所示齿形的转动体啮合状态的轴直角方向的剖面图, 与图 1 中作用相同的部分已用与图 1 中相同的标号示出。

图中的 O_1 齿轮 1 和 O_2 齿轮 2, 是明确示出了齿轮整体形状的齿轮, 且为具有与图 1 中齿轮的齿形曲线相同的齿形曲线的斜齿齿轮, 在静止座标上接触点的轨迹与图 1 中点线所示的接触点轨迹相同。其中, 齿尖为圆弧 11~12, 16~17, 圆弧齿形为 11~12, 15~16, 17~
10 18, 21~22, 且余摆形齿形为直线 13~P~14, 19~P~20。当这种 O_1 齿轮 1, O_2 齿轮 2 被用作容积型流量计的转动体时, 可将其装在具有流体流入口、流出口的壳体中。

图 4 为说明本发明的容积型流量计的实施形态的一个实例的示意图。在图中, 30 为容积型流量计, 31 为外壳体, 32 为连接法兰盘,
15 33、34 为端面板, 35 为螺栓, 36 为计数部。

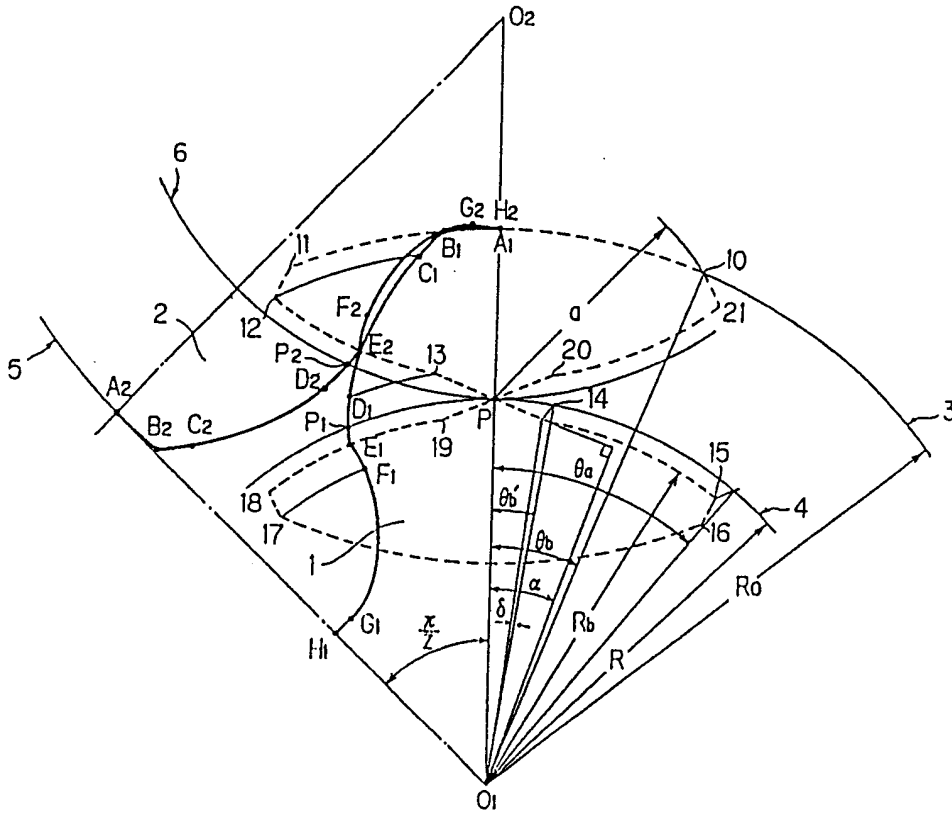
图 4 为容积型流量计的主体, 如图 3 所示的一对彼此啮合的斜齿
20 齿轮, O_1 齿轮 1 和 O_2 齿轮 2 作为转动体, 装在具有流入、流出侧(图中未示出)法兰盘 32 的壳体 31 的计量室 31a 内, 以可转动方式支承在端面板 33、34 上, 该转动体的齿尖圆具有微小间隙, 且流入侧在与转动体轴成直角方向具有开口 32a, 并且如图所示, 在第一、第二转动体 1、2 的一侧方, 通过磁耦合器(未示出)等等, 将转动体 1 的轴转动传递到液密性的外部, 驱动计数部 36 进行流量运算, 流量显示, 以及流量信号传递等等运作。

本申请人在实验中, 首取煤粉和重油的混合燃料为 COM 进行过
25 计量试验, 当用原有齿轮, 比如说椭圆齿轮为转动体的容积型流量计时, 会在煤粉啮嵌入转动体之间的一瞬间停止运转。与此相对比的是,

当采用齿形为如图 4 所示的本发明的斜齿齿轮，其沿与轴成直角方向剖开的剖面齿形曲线，即余摆线曲线的一部分是由圆弧齿形和渐开线齿形构成的转动体的容积型流量计时，便可长时间地进行正常的连续计量，而不会发生异常。故可以推定，在这儿，在形成在圆形齿形和渐开线齿形之间的余摆线齿形间的空隙中所存有的 COM 的煤粉微粒，会被齿尖和余摆线曲线的啮合部分排出，而形成一种清洁作用。

综上所述，在用计量室内相互啮合转动的一对斜齿齿轮为转动体的容积型流量计中，其前述斜齿齿轮在与轴成直角的剖面上的齿形曲线，为由在齿顶的齿尖附近呈圆弧齿形，在节圆附近为渐开线齿形，在该圆弧齿形和渐开线齿形间为余摆线齿形构成的连续曲线，与前述余摆线齿形连续连接的齿根处的前述节圆附近为圆弧曲线，齿根侧为余摆线齿形构成的连续曲线，所以可用于淤浆类流体的计量。

另外，前述一对斜齿齿轮的齿长、齿数以及在与轴成直角的剖面上的齿形曲线均彼此相等，由于齿长间的扭矩为整数个节距，故齿轮间的齿面力为零，可形成无脉动的等流量转动。



与轴成直角的剖面上的齿形

图 1

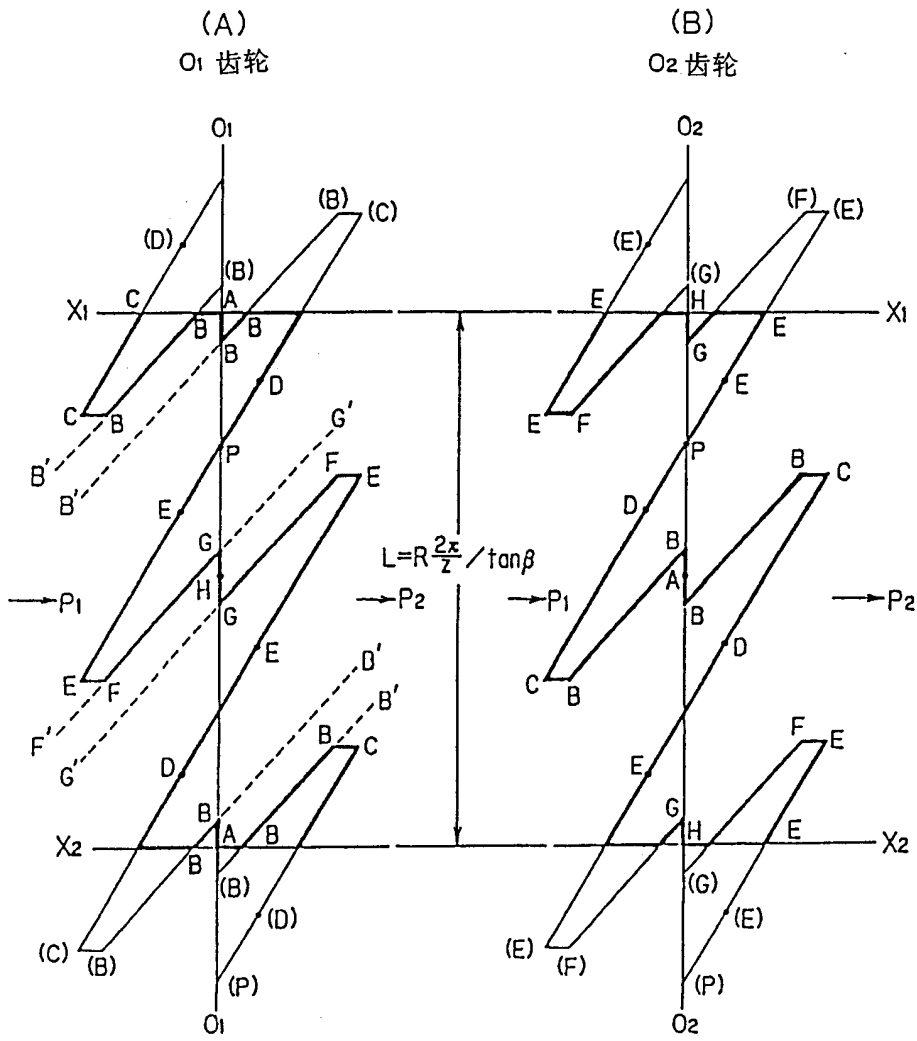


图 2

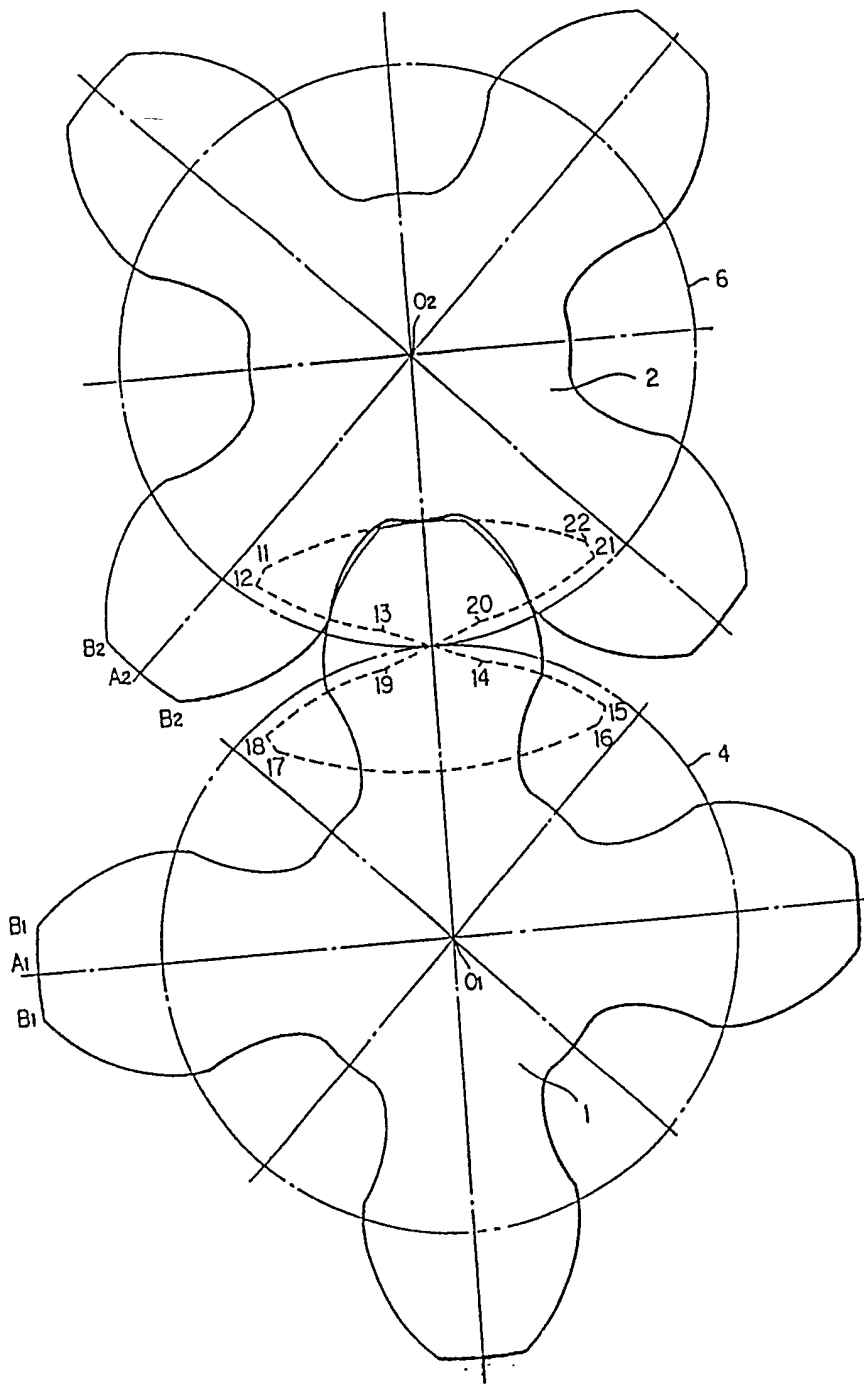


图 3

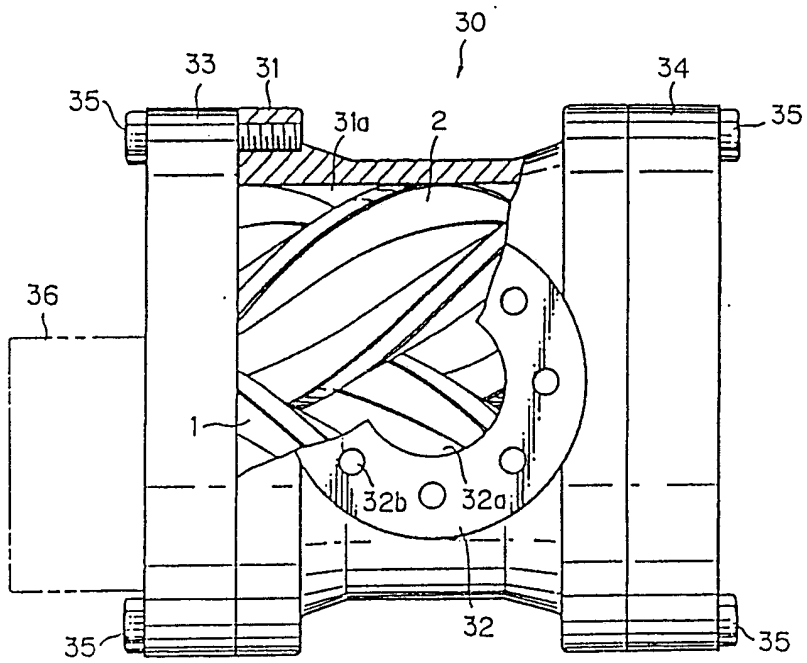


图 4