

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F16D 3/205 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410070385.5

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 100447439C

[22] 申请日 2004. 8. 2

[21] 申请号 200410070385.5

[30] 优先权

[32] 2003. 8. 4 [33] JP [31] 2003 - 285871

[73] 专利权人 NTN 株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 后藤龙宏 村上裕志 宫田真秀  
富山干男

[56] 参考文献

US5129860A 1992. 7. 14

US20030130045A1 2003. 7. 10

审查员 陈静文

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 朱登河 王学强

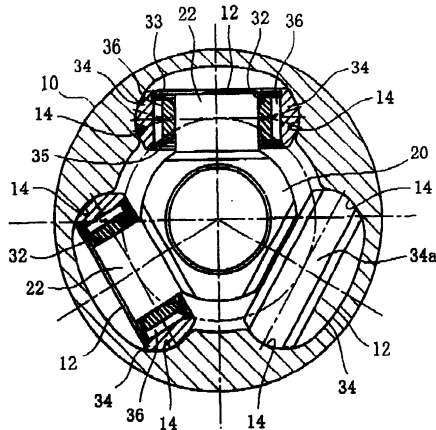
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

等速万向节

[57] 摘要

本发明的一个目标在于提供一种等速万向节，在超过耐用寿命后能将所产生的诱发推力和滑动阻力稳定在低水平上，并表现出良好的 NVH 特征。本发明的等速万向节包括：一个外组件，其内圆周表面上沿轴向延伸有三个滚道；一个形成于各个滚道的每一侧上轴向延伸的滚动体导向面；一个具有径向方向延伸的三个耳轴的三角组件，和一个安装于每一个三角组件上的耳轴上的滚动体机构，滚动体机构能够相对于耳轴自由地摆动和振动，滚动体机构具有在平行于外组件的轴线方向上沿滚动体导向面被引导的滚动体。等速万向节的特征在于：滚动体的外圆周表面的粗糙度为 0.35Ra 或更小。



1. 一种等速万向节，包括：一个外组件，其内圆周表面上沿轴向延伸有三个滚道；一个形成于各个滚道的每一侧上轴向延伸的滚动体导向面；一个具有径向方向延伸的三个耳轴的三脚形组件，和一个安装于每一个三脚形组件上的耳轴上的滚动体机构，滚动体机构能够相对于耳轴自由地摆动和振动，滚动体机构具有在平行于外组件的轴线方向上沿滚动体导向面被引导的滚动体，等速万向节的特征在于：滚动体的外圆周表面的粗糙度为 0.35Ra 或更小。

2. 如权利要求 1 所述的等速万向节，其特征在于：

该滚动体机构为一滚动体装配件，该滚动体装配件包括：由滚动体导向面所引导的该滚动体；和

一个外部与耳轴的外圆周表面配合的环，且该环利用多个插入到滚动体和环之间的多个滚动体组件，可旋转地支撑着该滚动体。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的等速万向节，其特征在于：

滚动体机构的环的内圆周表面具有凸圆弧截面，而耳轴的外圆周表面具有长方形截面。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的等速万向节，其特征在于：

耳轴的截面为主轴垂直于万向节轴线的大致椭圆形。

5. 如权利要求 3 所述的等速万向节，其特征在于：

耳轴的截面为主轴垂直于万向节轴线的大致椭圆形。

## 等速万向节

### 技术领域

本发明涉及一种应用于车辆，飞机，船只和各种工业设备的能量传递单元上的滑动三脚形等速万向节。通常，等速万向节用是一种用来连接两根轴，即：驱动轴和从动轴的一种万向节，即使在两根轴呈一定角度的情况下能够以一个恒定的速度传递旋转力。滑动节头为两根轴可以插入到节头中从而实现两根轴在轴向方向上相对位移的一种节头。三脚形节头设计成如下形式来传递两根轴之间的力矩：具有在径向方向上突出的三个耳轴的三脚形组件与其中一个轴连接，而具有在轴向方向上延伸的三个滚道的中空圆柱形外组件与另一个轴联接，三脚组件的耳轴容置于外组件的滚道内。

三脚形等速万向节是用来从一个车辆向车轮等速传递旋转力的等速万向节的一个例子。三脚形等速万向节的结构是与两根轴：驱动轴和从动轴联接，即使在两根轴形成一个工作角时以恒定的速度传递旋转力矩，两根轴在轴向上可以产生相对位移。

一般说来，三脚形等速万向节原则上由一个具有形成于内圆周面并沿轴向延伸的三个滚道的外组件，和形成于每个滚道的相对侧面上轴向延伸的滚动体导向面，一个具有在径向方向上延伸的三个耳轴的三脚形组件，和一个可旋转地设置于三脚形组件的每一个耳轴和外组件的相对

应的滚动体导向面之间的滚动体。两根轴中的一根与外组件连接，而另一根与三脚组件连接。

三脚形组件的耳轴和外组件的滚动体导向面通过滚动体在两根轴的旋转方向上接合在一起，因此以一个恒定的速度将旋转力矩从驱动轴传递到从动轴。另外，当每一个滚动体在滚动体导向面上滚动而相对于耳轴旋转时，外组件和三脚形组件之间的轴向的相对位移和角位移被吸收。

这种三脚形等速万向节的一种的结构为：滚动体与插入到滚动体和耳轴之间的多个滚针安装在耳轴的外圆周表面上。因为当旋转力矩以形成于外组件和三脚形组件之间的工作角传递时，滚动体和滚动体导向面沿着耳轴的倾斜方向彼此倾斜定位，滚动体将相对于滚动体导向面滑动形成滚动体的光滑滚动，引起所诱发推力增加的问题。同样，滚动体和滚动体导向面之间的摩擦将增加外组件和三脚形组件之间轴向方向上的相对位移的阻力。

值得注意的是“诱发推力”指的是在等速万向节旋转过程中力矩以一定的角度施加到万向节上由等速万向节内部摩擦所产生的推力。典型地，在三脚形万向节中，旋转力作为第三种成分强烈（strongly）出现。同样，“滑动阻力”指的是这种三脚形等速万向节中的滑动节头外组件和三脚形组件彼此相对滑动时所产生的轴向摩擦力矩的大小。

为了解决使滚动体倾斜定位在滚动体导向面上，并产生诱发推力和滑动阻力的问题，已经各种类型的具有允许滚动体相对于耳轴倾斜或轴

向自由移动的滚动体机构的三脚形等速万向节。这种公知的三脚形等速万向节的一种结构为：相对环可旋转安装的滚动体与插入到环和滚动体之间的多个滚针形成一个滚动机构（滚动体装配件），环内圆周表面的形状是其截面为凸圆弧形并且其外部与耳轴的外圆周表面配合（例如，日本专利公开号：2000-320563 的图 11（A））。根据这样一种结构，环的圆柱形内圆周表面和耳轴的凸球面形的外圆周表面之间的滑动允许滚动体机构倾斜并相对于耳轴轴向位移，因此可以防止滚动体倾斜于滚动体导向面定位。

另外，耳轴的截面形成这样一种形状，如椭圆形，使耳轴在垂直于万向节的轴线方向上与环的内圆周表面接触并在耳轴和环的内圆周表面之间在万向节的轴向方向上形成一定的间隙（例如，日本专利公开号：2000-320563 的图 11（B））。以这种方式，当万向节设定在一个工作角时，在不改变滚动体装配件的空间方位的情况下允许耳轴相对于外组件倾斜。而且，因为环和耳轴的外圆周表面之间的接触椭圆的长侧指向一点，使滚动体装配件倾斜的摩擦力矩（moment）降低。这样，滚动体装配件的空间方位保持稳定，滚动体平行于滚动体导向面被支撑，并且光滑滚动。

同时，上述的诱发推力和滑动阻力会使车辆产生振动和噪音，影响车辆的 NVH 特征，因此降低车辆底盘设计的自由空间。因此，优选的是尽可能地使诱发推力和滑动阻力最小。

具体地说，在这种三脚形等速万向节中，当力矩以一定的角传送时，

当万向节旋转时，万向节的内部构件之间的共同摩擦产生诱发推力，当万向节不旋转时，在轴向方向上强行拉伸或压缩就会产生滑动阻力。车辆涉及诱发推力和滑动阻力的典型的 NVH 现象包括在行驶过程中车体的起伏，其是由前者导致的，和在自动传动车辆停车时 D—范围的空转震动，这是由后者导致的。

为了解决车辆的 NVH 问题，使万向节诱发推力或滑动摩擦最小化是很重要的。一般说来，诱发推力和滑动阻力取决于工作角的大小。因此，当万向节应用于车辆的驱动轴时，在设计上就有一个限制，即，工作角不能大。为了增加车辆的底盘设计的自由度，将诱发推力或滑动阻力稳定在一个低的水平上就成了一个问题。

另一方面，在这种等速万向节中，在超过耐用寿命后外组件的滚动体导向面会发生磨损。在低震动性能的等速万向节中，具体地说，有一个问题，在超过耐用寿命后如果外组件的滚动体导向面发生磨损，降低由于这样的磨损产生的诱发推力变得很困难，因此 NVH 特征就明显恶化。

## 发明内容

本发明的目的在于提供一种等速万向节，在超过耐用寿命后能将所产生的诱发推力和滑动阻力稳定在低水平上，并表现出良好的 NVH 特征。

本发明的等速万向节包括：一个外组件，其内圆周表面上沿轴向延

伸有三个滚道；一个形成于各个滚道的每一侧上轴向延伸的滚动体导向面；一个具有径向方向延伸的三个耳轴的三脚形组件，和一个安装于每一个三脚形组件上的耳轴上的滚动体机构，滚动体机构能够相对于耳轴自由地摆动和振动，滚动体机构具有在平行于外组件的轴线方向上沿滚动体导向面被引导的滚动体。等速万向节的特征在于：滚动体的外圆周表面的粗糙度为  $0.35Ra$  或更小。

在上面所描述的形状中，优选的是滚动体机构为一滚动体装配件，该滚动体装配件包括：由滚动体导向面所引导的滚动体；和一个外部与耳轴的外圆周表面配合的环，且该环利用多个插入到滚动体和环之间的多个滚动体组件，可旋转地支撑着该滚动体。可以用滚针来用作滚动组件。而且，优选的是，滚动体机构的环的内圆周表面具有凸圆弧截面，而耳轴的外圆周表面具有长方形截面，耳轴的截面为主轴垂直于万向节轴线的大致椭圆形。此处“大致椭圆形”意思不只是字面上的“椭圆形”，而且也可包括一般所说的“卵形”和“长圆形”的其它形状。

根据本发明，滚动体的外圆周表面的表面粗糙度为  $0.35Ra$  或更小，在超过耐用寿命以后外组件的滚动体导向面的磨损可以降低，因此由此磨损产生的诱发推力和滑动阻力可以稳定在一个低水平上，并得到良好的 NVH 特征。

#### 附图说明

图 1a 是本发明的等速万向节的一种实施例的横截面视图；

图 1b 是耳轴和垂直于耳轴的滚动体装配件的截面视图；

图 1c 是环的剖视图；

图 2 是图 1 所示的形成一个工作角的等速万向节的纵向剖视图；

图 3 是耐用测试后，诱发推力和滚动体导向面的磨损深度的之间关系特征曲线图；

图 4 是耐用测试后，滚动体的外圆周表面的粗糙度和滚动体导向面的磨损深度之间关系的特征曲线图。

### 具体实施方式

图 1a 是万向节的横截面视图，图 1b 是与耳轴垂直的剖面图，图 1c 是环的剖面图。

本实施例的三脚形等速万向节主要由图 1 所示的一个外组件 10 和一个三脚形组件 20 组成。外组件 10 与驱动轴和从动轴之一相连，三脚形组件 20 与驱动轴和从动轴中的另一个相连，因此，即使两根轴之间形成一个工作角，万向节也可以等速传递旋转力矩，而且，允许产生轴向相对位移。

外组件 10 为大致的圆柱杯形，其一端开口而另一端封闭。其中一根轴（未图示）与外组件 10 的另一端一体成型，三个滚道 12 围绕着中心轴线 120 度间隔轴向形成于外组件的内圆周上。每一个滚道 12 在内圆周方向上彼此相对的每一个侧壁上具有一个凹曲面形的滚动体导向面 14。三脚形组件 20 具有径向突出的三个耳轴 22，三个耳轴通过锯齿（齿条）



装置由另一根轴（未图示）支撑。滚动体 34 依附于（be attached to）每一个耳轴 22，滚动体 34 设置在外组件 10 的滚道 12 中。滚动体 34 的外圆周表面 34a 是与滚动体导向面 14 相适应的凸曲面形。

滚动体 34 的外圆周表面 34a 为凸曲面，凸曲面的母线由一条曲率中心在径向方向上位于耳轴 22 的轴线一段距离处的一条圆弧形成。滚动体导向面 14 的截面形状由两个曲率半径构成的是“尖端拱”形，因此滚动体 34 的外圆周表面 34a 与滚动体导向面 14 为角接触。在图 1a 中，点虚线表示两个相邻接部分的运转线的位置。使滚动体导向面 14 形成锥形截面，而使滚动体 34 的外圆周表面 34a 形成球形表面，也可以实现角接触。位于滚动体 34 的外圆周表面 34a 和滚动体导向面 14 之间的角接触有效在防止滚动体 34 摆动并使其空间方位稳定。值得注意的是，可以不采用角接触，如：滚动体导向面 14 由轴线平行于外组件 10 的轴线的圆柱表面形成，因此，滚动体导向面 14 的截面形状为对应于滚动体 34 的外圆周表面 34a 的母线形状的圆弧形。

环 32 的外部与耳轴 22 的外圆周表面相配合。环 32 和滚动体 34 由多个滚动组件如插入到环 32 和滚动体 34 其间的滚针 36 联成一体，形成一个可以相对旋转的滚动体装配件。具体地说，环 32 的圆柱形外圆周表面作为内滚道表面，而滚动体 34 的圆柱形内圆周表面作为外滚道表面，滚针 36 可滚动地置于内滚道表面和外滚道表面之间。如图 1b 所示，滚针 36 为“满装式”，没有使用环，从而安装尽可能多的滚动体。附图标记 33 和 35 所指为安装在形成于滚动体 34 的内圆周表面上的环形沟槽中

的一对垫圈，以防止滚针 36 掉出。

从纵向剖视位置看，耳轴 22 的外圆周表面为平行于耳轴 22 的轴线的长方形 (straight shape)，当从横向剖视位置看时，其为主轴垂直于万向节轴线的椭圆形。从三脚架组件 22 的轴向方向上看，耳轴 22 的横截面形状为厚度逐渐变小的大致的椭圆形。换句话说，耳轴 22 的横截面形状为在三脚架组件 20 的轴向方向上耳轴 22 的彼此相对的表面向同样的方向延伸，即朝向短轴直径侧，形成一个虚圆柱表面。

环 32 的内圆周表面具有凸圆弧截面。具体地说，内圆周表面的母线为半径为  $r$  (图 1c) 的凸圆弧。除了形状之外，因为耳轴 22 的截面形状为如上所述的大致椭圆形，因此耳轴 22 和环 32 之间形成一定的间隙，环不但可以在耳轴 22 的轴向方向上移动，还可以相对于耳轴 22 摆动和振动。而且，如上所述，因为环 32 和滚动体 34 由插入其间的滚针 36 联成一体，能够相对旋转，环 32 和滚动体 34 可以作为一个单元摆动和振动。此处，“摆动”的意思在耳轴 22 的轴线所在的一个平面内，环 32 和滚动体 34 的轴线相对于耳轴 22 的轴线倾斜。

在本实施例的等速万向节中，因为耳轴 22 具有大致椭圆形的截面，而环 32 的内圆周表面具有凸圆弧形截面，其间的接触椭圆几乎为点接触 (如图 1c 的虚线所示)，接触椭圆的面积也因此减小。因此，相对于传统的技术来说，使滚动体装配件倾斜的力明显降低，滚动体 34 的空间方位的稳定性也大大增加。相应地，由此而产生的诱发推力和滑动阻力降低，并且诱发推力和滑动阻力值的变动范围也减小。结果，本实施例的

等速万向节可以设定低的诱发推力和滑动阻力的比值，并且精确控制其比值。

另一方面，本实施例的等速万向节中，在超过耐用寿命后外组件 10 的滚动体导向面 14 出现磨损。在超过耐用寿命后，如果低振动性能的等速万向节的外组件 10 的滚动体导向面 14 出现磨损，具体地说，磨损导致诱发推力降低。因此，在超过耐用寿命后，为了将诱发推力和滑动阻力稳定在一个低水平，与滚动体导向面 14 接触的滚动体 34 的外圆周表面 34a 的表面粗糙度应控制在 0.35Ra 或者更小，优选的是 0.25Ra 或者更小。

对于本实施例来说，弯曲试验使用的滚动体 34 的外圆周表面 34a 的表面粗糙度的变化范围为 0.14Ra 到 0.58Ra。滚动体 34 由淬火和回火轴承钢精磨内外圆周表面制成。另一方面，与滚动体 34 接触的，具有滚动体导向面 14 的外组件 10 由感应淬火和回火碳钢机加工制成。

图 3 示出了在耐用测试后诱发推力和滚动体导向面 14 的磨损深度之间的关系。在以下情况下测量诱发推力：力矩  $T=294\text{Nm}$ ，旋转速度  $N=150\text{rpm}$ ，工作角  $\theta=0$  到 15 度，耐用测试后诱发推力的目标值设为 30N。结果证明，为了得到诱发推力的目标值 30N，耐用测试后的滚动体导向面 14 的磨损深度需要达到 20 $\mu\text{m}$  或更小。

图 4 示出了滚动体 34 的外圆周表面 34a 的表面粗糙度和滚动体导向面 14 的磨损深度之间的关系。从图中可以证明，如果滚动体 34 的外圆

周表面 34a 的表面粗糙度超过  $0.35R_a$ ，就可以将滚动体导向面 14 的磨损深度控制在  $14$  到  $20\ \mu\text{m}$  之间或更小，并且变化范围增大。可以得出这样的结论：通过将滚动体 34 的外圆周表面 34a 的表面粗糙度设为  $0.34$  到  $0.35R_a$  或更小，耐用测试后滚动体导向面 14 的磨损深度可以保持到  $20\ \mu\text{m}$  或更小，这可以确保诱发推力的目标值为  $30\text{N}$ ，并因此将诱发推力的值稳定在一个低水平上。

而且，当使用修整砂轮的单石工具(single stone tool)来加工滚动体 34 的外圆周表面 34a，滚动体 34 的外圆周表面 34a 的表面粗糙度为如上所述的  $0.35R_a$  或更少，而当使用修整砂轮的成型工具来加工滚动体 34 的外圆周表面 34a，其表面粗糙度可以降低到  $0.25R_a$  或更小，滚动体导向表面 14 的磨损会得到改善，达到  $10\ \mu\text{m}$  或更小。此处，“修整”意思为修磨或研磨砂轮，而“单石工具修磨法”指的是通过相对移动单个的金刚石工具来修整砂轮，“成型工具修磨法”是通过使用一个形状类似与最终成型产品的工具来修磨砂轮的方法，其具有多个修整用金刚石。

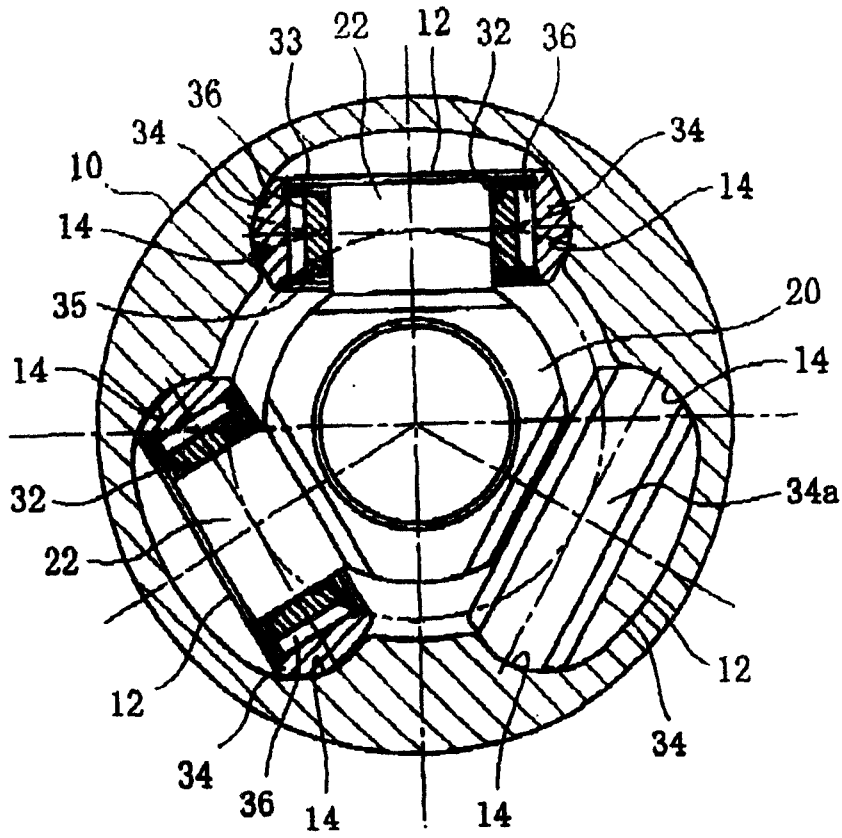


图 1a

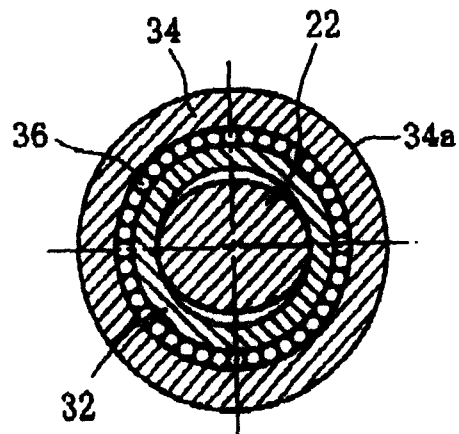


图 1b

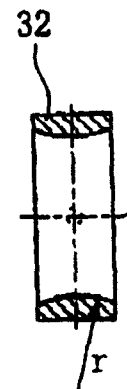


图 1c

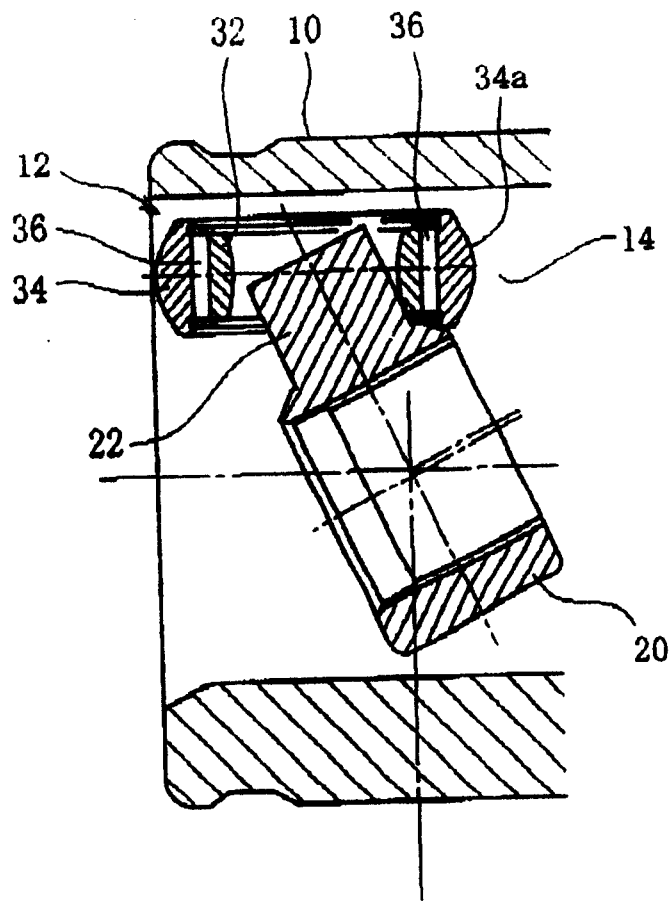


图 2

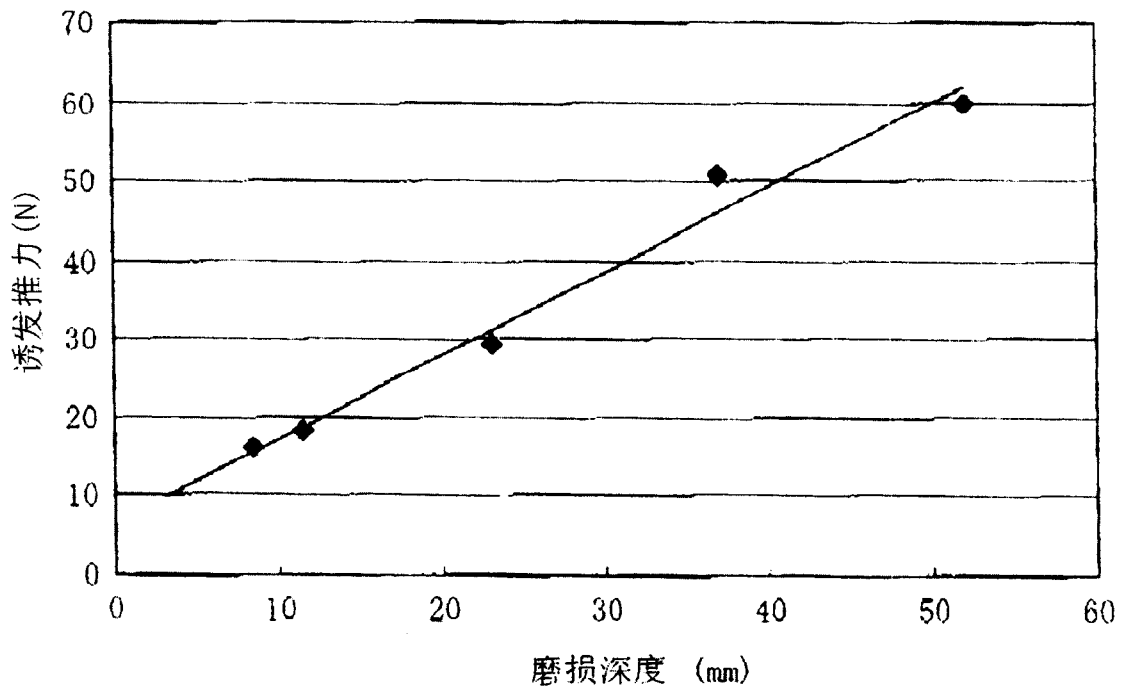


图3

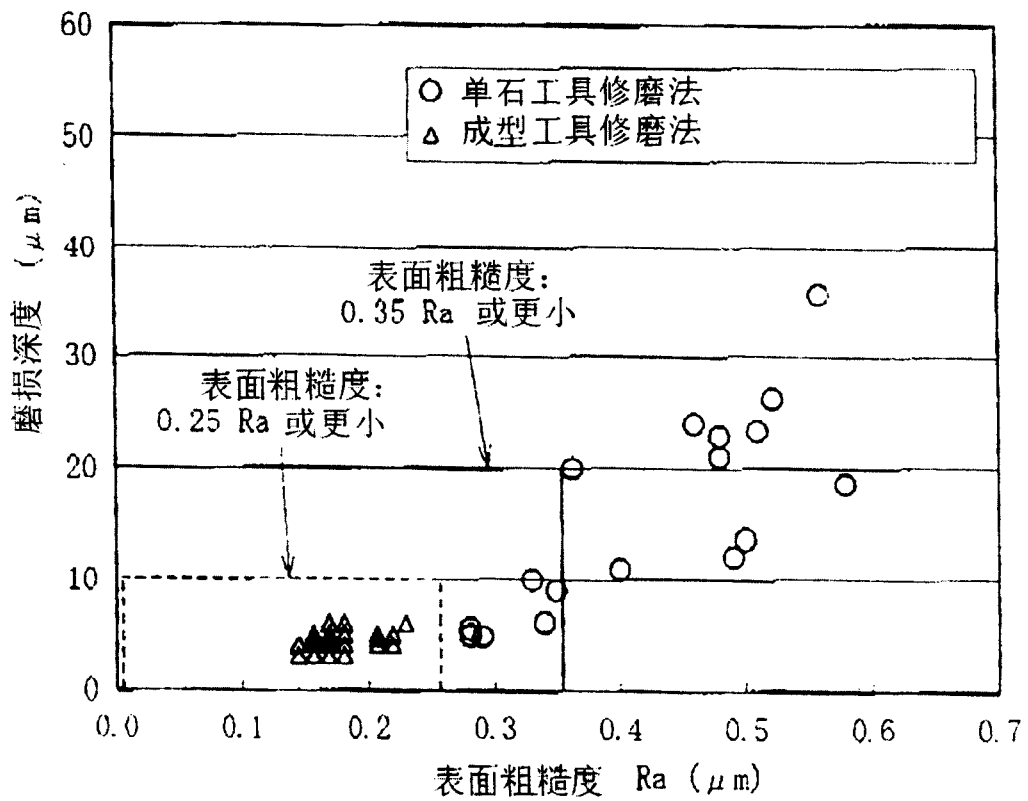


图4