



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101132878 B

(45) 授权公告日 2011.08.31

(21) 申请号 200680006889.8

(22) 申请日 2006.03.03

(30) 优先权数据

058393/2005 2005.03.03 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.09.03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/304663 2006.03.03

(87) PCT申请的公布数据

W02006/093345 JA 2006.09.08

(73) 专利权人 沙迪克株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 林泰

(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 李玲

(51) Int. Cl.

B23H 7/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 2403535 Y, 2000.11.01, 全文.

CN 2048803 U, 1989.12.06, 全文.

JP 特开平 7-9263 A, 1995.01.13, 全文.

JP 昭 63-11231 A, 1988.01.18, 说明书第 155 页 - 第 156 页、附图 1-4.

EP 0920945 A2, 1999.06.09, 说明书第 4 页第 52 行至第 9 页第 57 行、附图 1-3.

审查员 刘文镐

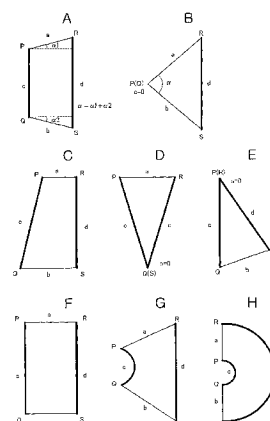
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

导线放电加工方法

(57) 摘要

提供一种用于在沿在程序面上具有开始点 (P) 和终点 (Q) 的程序路径 (PQ) 移动导线电极的同时切割工件的导线放电加工方法, 所述导线电极被支撑在基本上与水平程序面垂直的上下导线导向器之间。本发明的方法包括以下步骤: 改变程序路径内的锥角命令 (θ); 获取设定的容许误差 (ε); 获得用于均分程序路径的一个或更多个分割点 (D1-Dn), 使得校正量的最大误差 ($\lambda_{\max}$) 小于或等于设定的容许误差; 和以校正量 (Δ) 校正上导线导向器和下导线导向器中的至少一个在各分割点上的位置。



1. 一种导线放电加工方法,用于在沿在水平程序面上具有开始点和终点的至少一个部分程序路径移动导线电极的同时切割工件,所述导线电极被支撑在基本上与所述水平程序面垂直的上下导线导向器之间,所述方法包括以下步骤:

改变程序路径内的锥角命令;

获取设定的容许误差;

获得用于均分程序路径的一个或更多个分割点;和

以校正量校正上导线导向器和下导线导向器中的至少一个在各分割点上的位置;

其中,校正量的最大误差小于或等于设定的容许误差;

其中,基于形成锥角的转折点的位移获得校正量。

2. 根据权利要求 1 的导线放电加工方法,还包括获得用于均分程序路径的两个或更多个分割数的步骤。

3. 根据权利要求 2 的导线放电加工方法,还包括以下步骤:

获得锥角命令的变化;和

获得用于锥角命令的变化的分割角,使得校正量的最大误差小于或等于设定的容许误差;

其中,获得分割数的步骤包括以分割角分割锥角命令的变化的步骤。

4. 根据权利要求 2 的导线放电加工方法,还包括以下步骤:

旋转程序路径内的锥方向;

获得锥方向的旋转角;

获得用于锥方向的旋转角的分割角,使得校正量的最大误差小于或等于设定的容许误差;以及

其中,获得分割数的步骤包含以分割角分割锥方向的旋转角的步骤。

导线放电加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在沿程序面 (program plane) 上的程序路径 (program path) 移动导线电极的同时切割工件的导线放电加工方法, 所述导线电极被支撑在基本上与水平程序面垂直的一对导线导向器 (guide) 之间。本发明特别涉及用在一对导线导向器之间倾斜的导线电极在工件上执行锥度切割的导线放电加工方法。

背景技术

[0002] 一般地, 导线电极在上下导线导向器之间被垂直地支撑, 并且两个导线导向器能够相对于工件沿水平的 XY 面移动。通过使用通过相对于一个导线导向器移动另一个而倾斜的导线电极实施的切割被称为锥度切割。对于许多导线放电机器, 上导线导向器可在水平的 UV 面中相对于下导线导向器移动。导线电极主要由诸如黄铜、钨或钢的材料制成, 并具有一定的刚度。

[0003] 在其中形成导线电极穿过的圆孔的模具一般被用作导线导向器。日本专利公开 No. 62-40126 公开了具有弧状断面的导线导向器, 该导线导向器可用高精度实施遵循大锥角的锥度切割。具有曲率半径 r 的这种导线导向器被示于图 9 中。图中的单点虚线代表导线导向器的中心, 并且附图标记 VL 代表与程序面正交的直线。在上下导线导向器之间支撑的导线电极从直线 VL 倾斜锥角命令 θ 。附图标记 Ka 代表实际形成锥角的转折点。NC 程序中的锥角命令 θ 基于标称转折点 Kr。实际转折点 Ka 根据锥角 θ 从标称转折点 Kr 偏离位移 δ 。结果, 实际锥角 Φ 的形状精度降低。因此需要根据锥角 θ 校正导线导向器在水平面上的位置。 Δy 是用于下导线导向器位置的校正量, Δv 是用于上导线导向器位置的校正量。

[0004] 图 8 表示导线电极的主程序路径 PQ 和次程序路径 RS。主程序路径 PQ 是主程序面 i 上的导线电极的路径。例如, 主程序面是具有与工件上表面相同的高度的水平面。次程序路径 RS 是次程序面 ii 上的导线电极的路径。例如, 次程序面是具有与工件下表面相同的高度的水平面。如图 8 所示, 锥角在从点 P 到点 Q 移动导线电极的程序块内逐渐改变。日本专利公开 3101596 和 3288799 公开了用于在使这种程序块 (program block) 前进的同时每隔规定时间校正导线导向位置的方法。但是, 如果使一个程序块前进时的导线电极的移动速度改变, 那么在实施校正的位置中将存在偏差。

[0005] 本发明的目的在于, 提供当锥角在单一程序块内变化时可以以较高的形状精度校正导线导向器位置的导线放电加工方法。

[0006] 本发明的另一目的在于, 提供当锥角在单一程序块内变化时防止导线导向器位置的校正被实施得太频繁的导线放电加工方法。

发明内容

[0007] 根据本发明, 一种用于在沿在程序面上具有开始点 (P) 和终点 (Q) 的至少一个部分程序路径 (PQ) 移动导线电极的同时切割工件的导线放电加工方法, 所述导线电极被支

撑在基本上与水平程序面垂直的上下导线导向器之间,所述方法包括以下步骤:

- [0008] 改变程序路径内的锥角命令 (θ);
- [0009] 获取设定的容许误差 (ε);
- [0010] 获得用于均分程序路径的一个或更多个分割点 ($D1-Dn$),使得校正量的最大误差 ($\lambda_{\max}$) 小于或等于设定的容许误差;和
- [0011] 以校正量 (Δ) 校正上导线导向器和下导线导向器中的至少一个在各分割点上的位置。
- [0012] 优选地,基于形成锥角的转折点的位移 (δ) 获得校正量。
- [0013] 在以下的说明书中将说明本发明的其它新颖性特征。

附图说明

- [0014] 图 1 是表示本发明的导线放电加工方法的流程图。
- [0015] 图 2A ~ 2H 是用于投影到水平面上的锥度切割的主程序路径和次程序路径的示意图。
- [0016] 图 3 是表示从开始点到终点改变的校正量的示意图。
- [0017] 图 4 是转折点位移的测量值作为锥角命令的函数给出的图。
- [0018] 图 5 是导线导向器位移校正量的测量值作为锥角命令的函数给出的图。
- [0019] 图 6 是具有弧状断面的导线导向器中的测量的转折点位移作为锥角命令的函数给出的图。
- [0020] 图 7 是表示从开始点到终点变化的校正量的关系图。
- [0021] 图 8 是表示用于锥度切割的导线电极的程序路径的示意图。
- [0022] 图 9 是表示在上下导线导向器之间倾斜的导线电极的示意图。
- [0023] 具体实施方式
- [0024] 以下将参照图 1A、1B、2A ~ 2H、3、4、5、6、7、8 和 9 说明本发明的导线放电加工方法。作为例子,将使用为了执行锥度切割,上导线导向器相对于下导线导向器在 UV 面中移动的导线放电机器。在 NC 程序被解码后,图 1A 和图 1B 的过程主要在导线电极放电机器的处理单元中被执行。
- [0025] 在图 1A 的步骤 S1 中,获得主程序路径的开始点 P 和次程序路径的开始点 R 之间的差值。如图 2E 所示,导线电极在差值 a 为零时在开始点 P 上是垂直的。并且,获得主程序路径的终点 Q 和次程序路径的终点 S 之间的差值 b。如图 2D 所示,导线电极在差值 b 为零时在终点 Q 上是垂直的。基于各点 P、Q、R 和 S 的坐标 (x 、 y 、 u 、 v) 获得位置差值 a 和 b。在步骤 S2 中,基于各点 P、Q、R 和 S 的坐标 (x 、 y 、 u 、 v) 获得主程序路径 PQ 的长度 c 和次程序路径 RS 的长度 d。在步骤 S3 中,基于长度 a 和 b 确定锥度切割是否被包含于程序块中。当锥度切割包含于程序块中时,过程前进到步骤 S4。否则,即,当长度 a 和 b 均为零时,过程前进到步骤 S24。在步骤 S4 中,如果主 程序路径 PQ 和次程序路径 RS 均为直线,那么过程前进到步骤 S5。否则,如果确定程序路径 PQ 和 RS 中的一个包含弧线,那么过程前进到步骤 S25。图 2G 和图 2H 表示包含弧线的程序路径的例子。在步骤 S25 中,获得用于弧线内插的内插点。在步骤 S5 中,基于值 a、b、c 和 d 确定锥角命令 θ 在程序块中是否改变。如果确定锥角 θ 在程序块中改变,那么过程前进到步骤 S6。对于图 2F 中的程序路径,值 a 和 b 相

等,值 c 和 d 相等。在这种情况下,确定锥角 θ 在程序块中是恒定的,并且过程前进到步骤 S19。在步骤 S6 中,获得用于可容许误差 ε 的设定值。优选地,可容许误差 ε 被设定为希望的形状精度 $e(\mu m)$ 的一半。形状精度 e 的最小值取决于导线放电机器的最小驱动单位 k 。因此,可容许误差 ε 例如可通过式 (1) 被设定。

$$[0026] \quad \varepsilon = k/2 \quad (1)$$

[0027] 作为替代方案,能够考虑与锥角命令 θ 的最小单位对应的沿水平方向的移动量设定可容许误差 ε 。在步骤 S7 中,获取开始点 P 上的锥角命令 θ_p 和终点 Q 上的锥角命令 θ_q 。在步骤 S8 中,获取开始点 P 上的转折点位移 δ_q 和终点 Q 上的转折点位移 δ_p 。通过公知的式 (2) 获取位移 $\delta(\mu m)$ 。

$$[0028] \quad \delta = r \cdot (1/\cos \theta - 1) \quad (2)$$

[0029] 也可以从使锥角命令 θ 和转折点位移 θ 相关联的数据库提取位移 δ_p 和 δ_q 。如果在步骤 S9 中确定锥方向在程序块中旋转,那么过程前进到步骤 S10。当导线电极在图 2A 和图 2B 所示的程序路径上移动时,过程前进到步骤 S10。当导线电极在图 2C、图 2D 和图 2E 所示的程序路径上移动时,那么过程前进到步骤 S14。

[0030] 在步骤 S10 中,获得锥方向的旋转角 α 。如图 2A 和图 2B 所示,旋转角 α 是由线 PR 和线 QS 形成的角度。基于转折点位移 δ_p 和 δ_q 通过式 (3) 获得开始点 P 的校正量 Δ_p 和终点 Q 的校正量 Δ_q 。

$$[0031] \quad \Delta = \delta \cdot \tan \theta \quad (3)$$

[0032] 旋转角 α 及校正量 Δ_p 和 Δ_q 被示于图 3 中。在附图中,实线圆的半径代表校正量 Δ_p ,而虚线圆的半径代表校正量 Δ_q 。通过使用虚线,从开始点 R 到终点 S 改变的代表校正量的曲线 Δ_{curve} 被示出。在附图中,旋转角 α 被均分为三。 α_{div} 代表均分的角度。曲线 Δ_{curve} 也被均分为三个弧状段。 λ_{max} 代表弧状段和近似直线之间的误差 λ 的最大值。必须获得分割角 α_{div} ,使得最大值 λ_{max} 可靠地为可容许误差 ε 或更小。因此,在步骤 S11 中获得用于校正量的最大值 Δ_{max} ,并且通过式 (4) 在步骤 S12 中获得均分角 α_{div} 。

$$[0033] \quad \alpha_{div} = 2 \cdot \cos^{-1}(1 - \varepsilon / \Delta_{max}) \quad (4)$$

[0034] 如图 3 所示,校正量 Δ_{max} 是校正量 Δ_p 和 Δ_q 中的最大的一个。并且,在步骤 S13 中,通过式 (5) 获得分割数 N 。

$$[0035] \quad N = \alpha / \alpha_{div} \quad (5)$$

[0036] 分割数 N 是遵循规定规则的自然数。

[0037] 当锥方向在程序块中不旋转时,通过式 (6) 在步骤 S14 中获得锥角命令的变化 $d\theta$ 。

$$[0038] \quad d\theta = |\theta_q - \theta_p| \quad (6)$$

[0039] 下面说明采用图 2C 的程序路径的步骤 S15、S16 和 S17。

[0040] 对于最接近终点 Q 的分割点 D_n ,锥角为 θ_n ,并且转折点位移为 δ_n 。通过式 (7) 获得分割点 D_n 的校正量 Δ_n 。

$$[0041] \quad \Delta_n = \delta_n \cdot \tan \theta_n \quad (7)$$

[0042] 如图 4 所示,具有弧状断面的导线导向器中的转折点位移 δ 被测量。曲率半径 r 为 5mm 和 8mm 的导线导向器被用于测量中。在附图中,测量值作为锥角命令 θ 的函数被画出。从 5 度到 45 度的有效锥角被测试。作为测量的结果,不管曲率半径 r 如何,转折点位

移 δ 一般都随锥角命令 θ 按比例增加。因此,基于图 6 的示图通过式 (8) 获得 $\delta_{\max}$ 。

$$[0043] \quad \delta_n = \delta_q \cdot \theta_n / \theta_q \quad (8)$$

[0044] 并且,如图 5 所示,通过使用相同的两种类型的导线导向器测量校正量 Δ 。校正量 Δ 相对于锥角命令 θ 逐渐增加。因此,如图 7 所示,误差 λ 在分割点 D_n 和终点 Q 之间的中间点上作为最大值 $\lambda_{\max}$ 出现。在该中间点上,锥角命令是 θ_m 。使用一阶内插 Δ_n 通过式 (9) 获得当锥角命令是 θ_m 时的校正量 Δ_{m0} 。

$$[0045] \quad \Delta_{m0} = (\Delta_q - \Delta_n) / 2 + \Delta_n \quad (9)$$

[0046] 通过式 (10) 获得校正量 Δ_m 。

$$[0047] \quad \Delta_m = (\delta_q \cdot \tan \theta_m + \delta_n \cdot \tan \theta_n) / 2 \quad (10)$$

[0048] Δ_{m0} 是 Δ_m 和 $\lambda_{\max}$ 的和,因此通过式 (11) 获得最大误差 $\lambda_{\max}$ 。

$$[0049] \quad \lambda_{\max} = \{ \delta_q \cdot (\tan \theta_q - \tan \theta_m) + \delta_n \cdot (\tan \theta_n - \tan \theta_m) \} / 2 \quad (11)$$

[0050] 从以下的式 (12),通过式 (13) 获得最大误差 $\lambda_{\max}$ 。

[0051]

$$\tan \theta_q - \tan \theta_m \cong \tan \theta_n - \tan \theta_m \quad (12)$$

$$[0052] \quad \lambda_{\max} = (\tan \theta_q - \tan \theta_m) \cdot \theta_q / 2 \theta_{div} \quad (13)$$

[0053] 从以下的式 (14),通过式 (15) 获得最大误差 $\lambda_{\max}$ 。

[0054]

$$\tan \theta_q - \tan \theta_m \cong \theta_q / (2/n) \cdot (1 + \tan^2 \theta_q) \quad (14)$$

$$[0055] \quad \lambda_{\max} = \theta_q / 2n \cdot (1 + \tan^2 \theta_q) \cdot \delta_q / 2n \quad (15)$$

[0056] 通过式 (16) 获得锥角命令的变化 $d\theta$ 除以分割数 N 的分割角 θ_{div} 。

$$[0057] \quad \theta_{div} = \sqrt{4 \cdot \lambda_{\max} \cdot \theta_q / (1 + \tan^2 \theta_q)} / \delta_q \quad (16)$$

[0058] 均分角 θ_{div} 必须被获得,使得最大值 $\lambda_{\max}$ 可靠地为可容许误差 ε 或更小。因此,在步骤 S15 中获得锥角命令的最大值 $\theta_{\max}$,并且通过式 (17) 在步骤 S16 中获得分割角 θ_{div} 。

$$[0059] \quad \theta_{div} = \sqrt{4 \cdot \varepsilon \cdot \theta_{\max} / (1 + \tan^2 \theta_{\max})} / \delta_{\max} \quad (17)$$

[0060] 用于锥角命令的最大值 $\theta_{\max}$ 是锥角命令 θ_p 和 θ_q 中的最大的一个。当锥角命令是最大值 $\theta_{\max}$ 时, $\delta_{\max}$ 是转折点位移。在步骤 S17 中,通过式 (18) 获得分割数 N 。

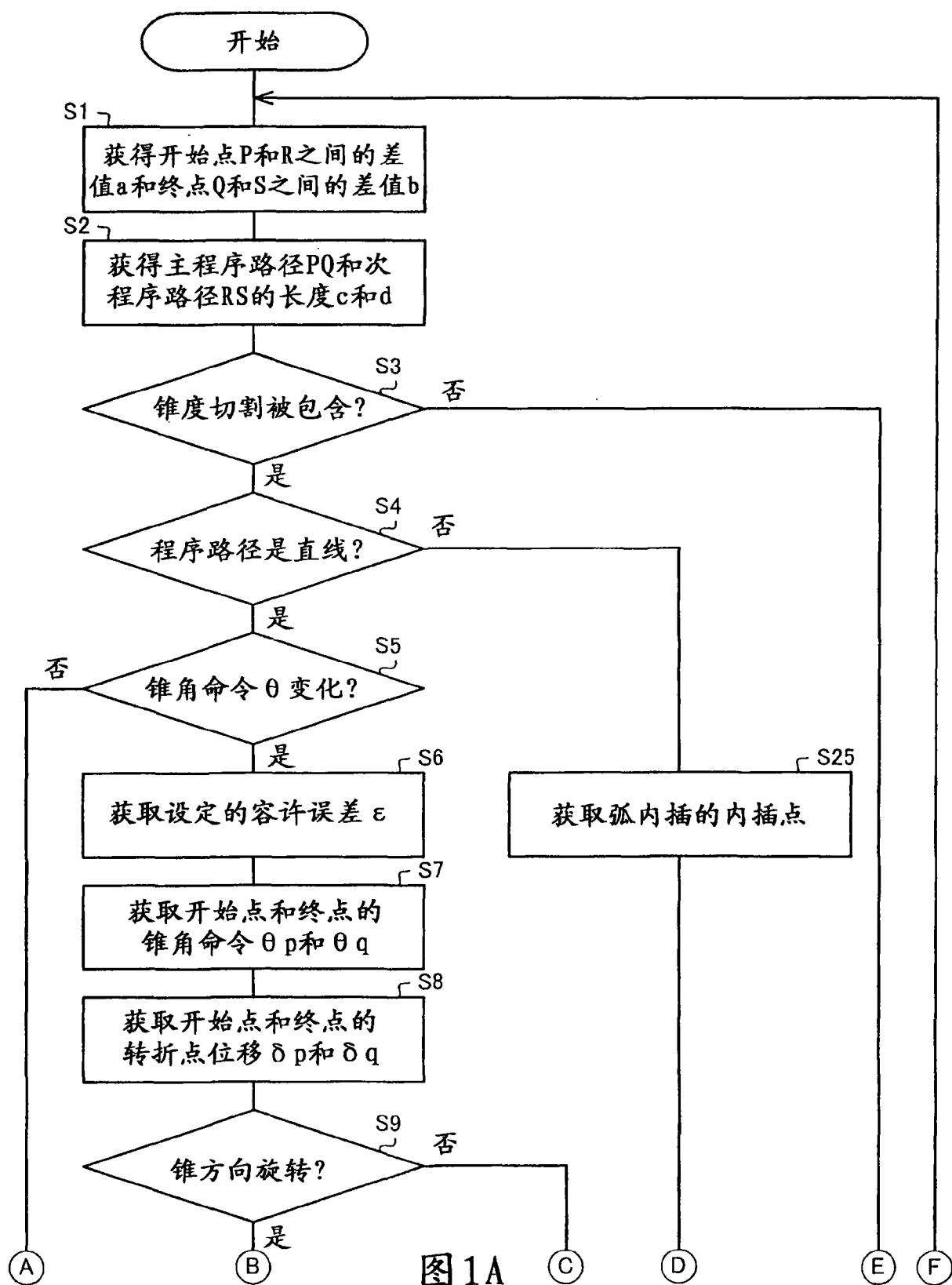
$$[0061] \quad N = |d\theta| / \theta_{div} \quad (18)$$

[0062] 分割数 N 是遵循规定规则的自然数。

[0063] 在步骤 S18 中,程序路径通过分割数 N 被均分,并且用于分割点 $D1-Dn$ 的坐标被获得。 n 是 $N-1$ 。在步骤 S19 中,基于锥角 θ_p 和 θ_q 获得用于分割点 $D1-Dn$ 的锥角命令 $\theta_1-\theta_n$ 。在用于弧内插的内插点已在步骤 S25 中被获得的情况下,内插点被用作分割点 $D1-Dn$ 。在步骤 S20 中,获得用于分割点 $D1-Dn$ 的转折点位移 $\delta_1-\delta_n$ 。在步骤 S21 中,获得用于分割点 $D1-Dn$ 的校正量 $\Delta_1-\Delta_n$ 。在步骤 S22 中,校正量 $\Delta_1-\Delta_n$ 分别基于锥方向等被分配给 X 、 Y 、 U 和 v 方向的校正量。分割点 $D1-Dn$ 的坐标通过使用 X 、 Y 、 U 和 V 方向的校正量被校正。在步骤 S23 中,如果程序块被完成,那么过程前进到步骤 S24。否则,过程返回步骤 S19。如果 NC 程序在步骤 S24 中被完成,那么过程结束。否则,过程返回步骤 S1。

[0064] 为了解释本发明的原理及其实际应用,选择了这些实施例,并且,鉴于以上的教

导,许多变更方式是可能的。意图是本发明的范围由所附的权利要求限定。



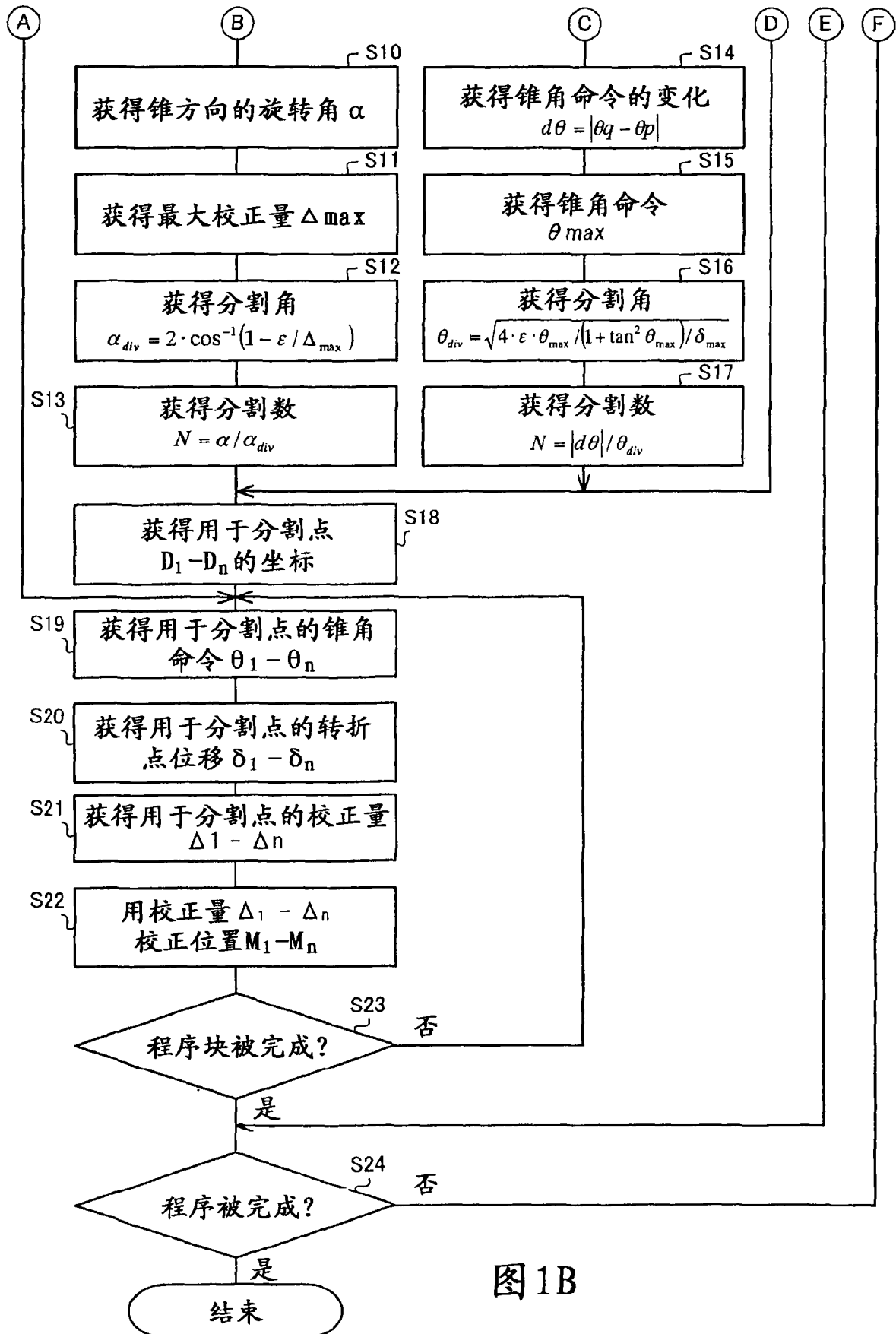


图1B

图 2A

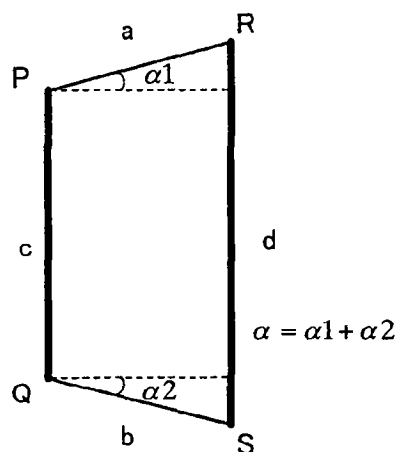


图 2B

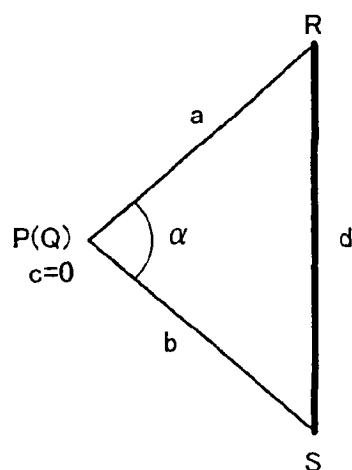


图 2C

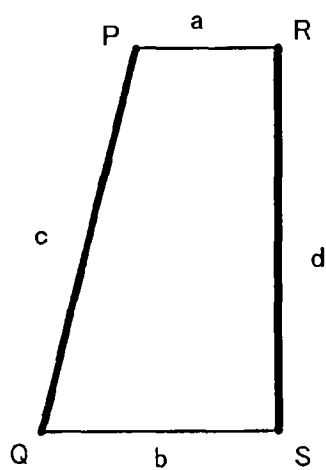


图 2D

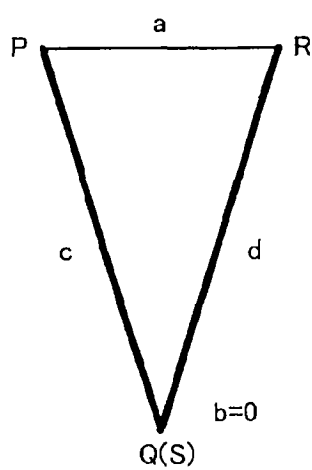


图 2E

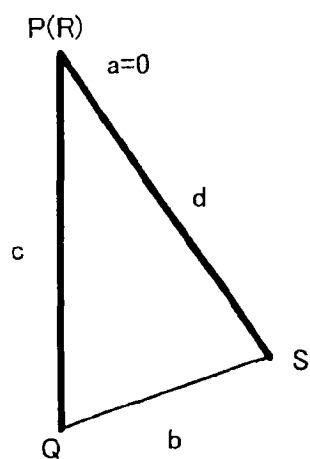


图 2F

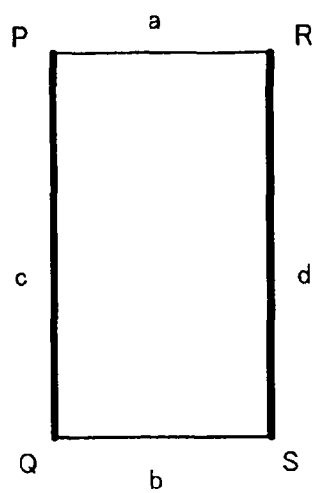


图 2G

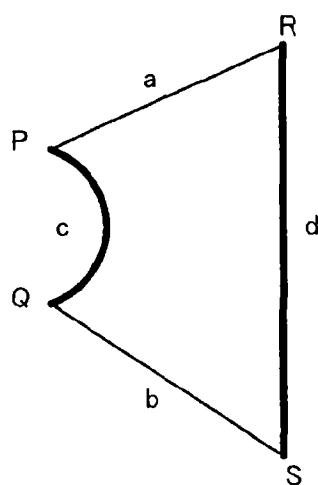
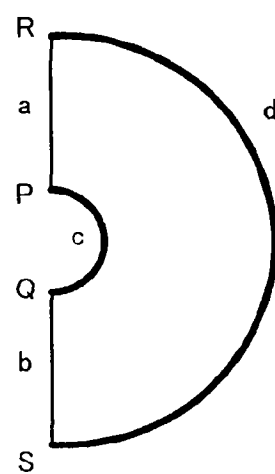


图 2H



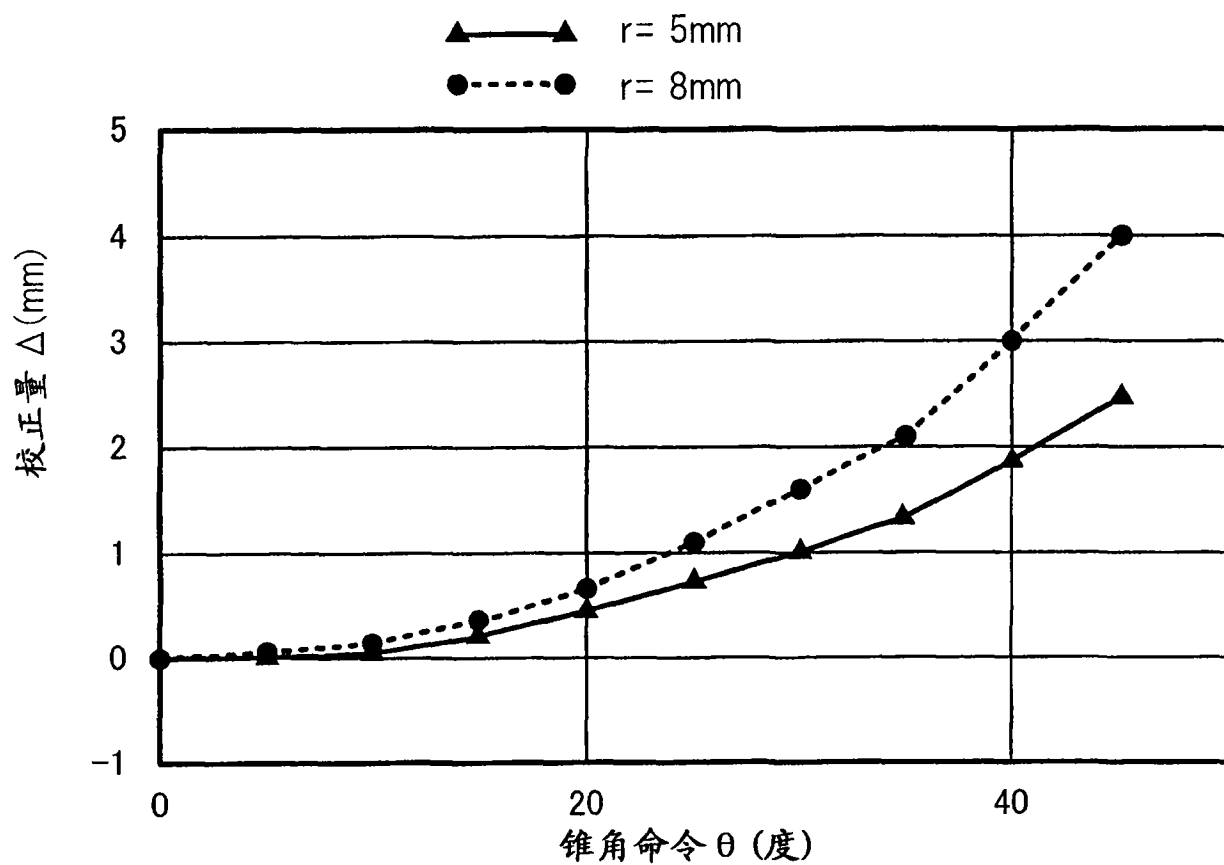


图5

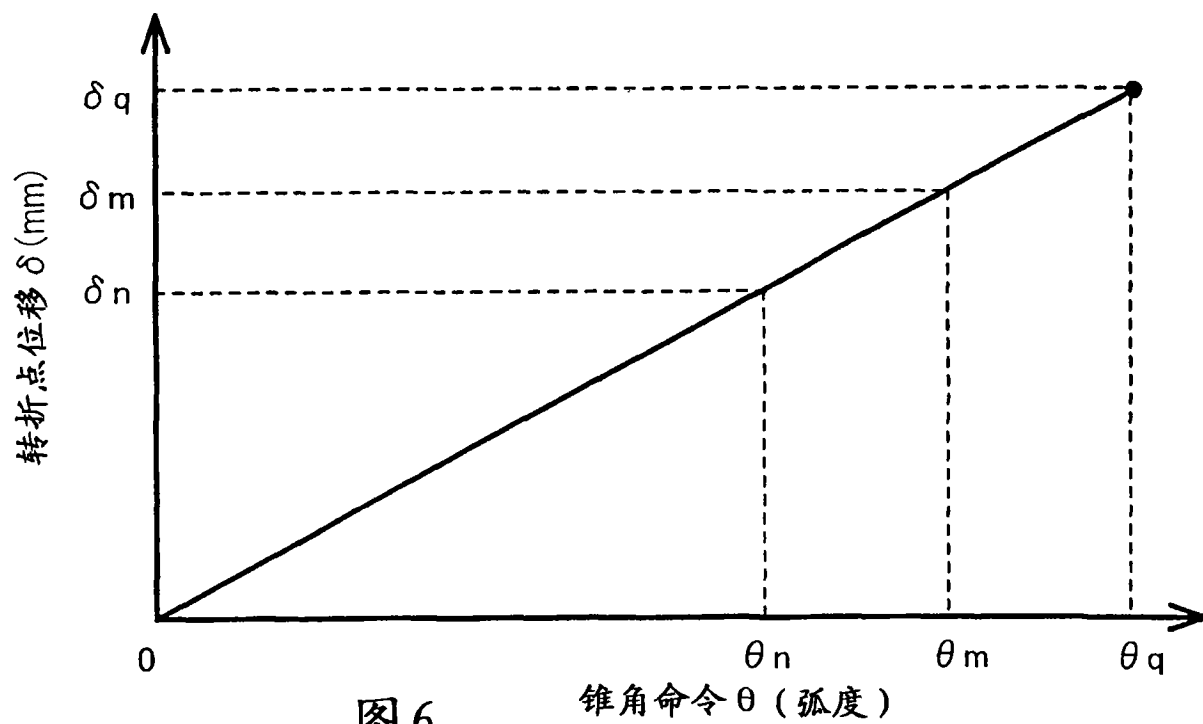


图6

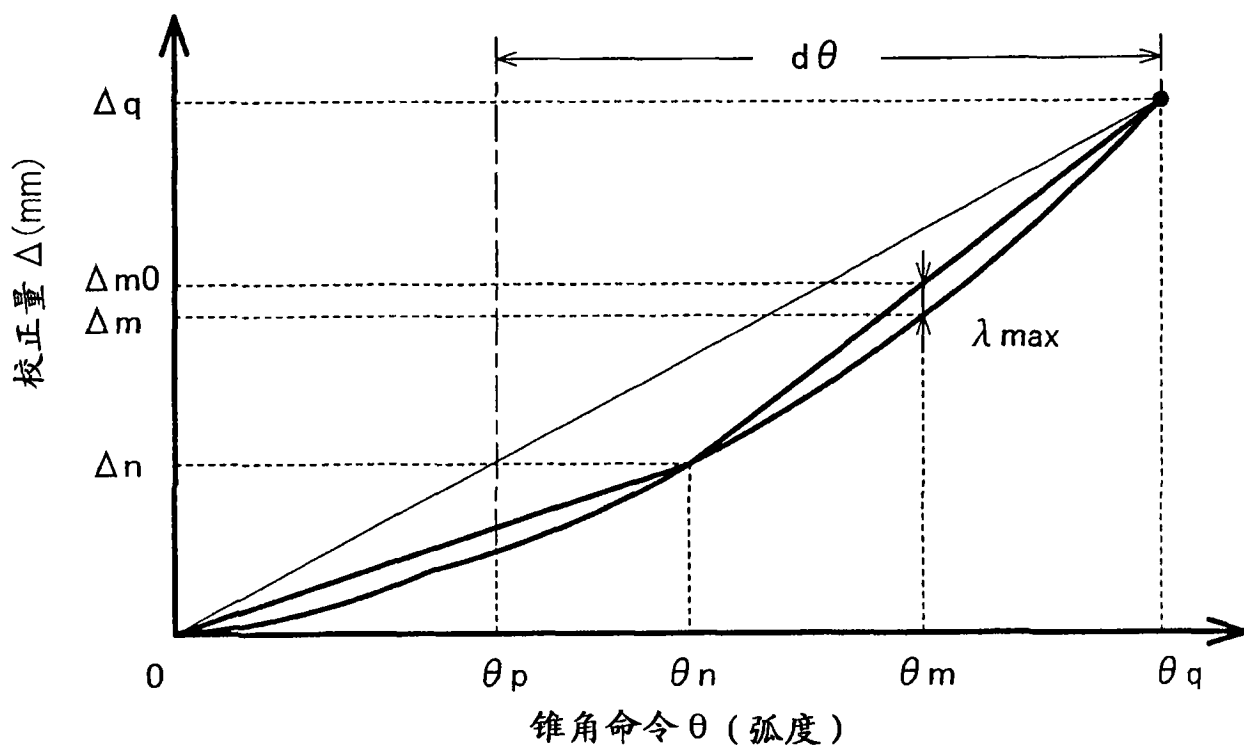


图 7

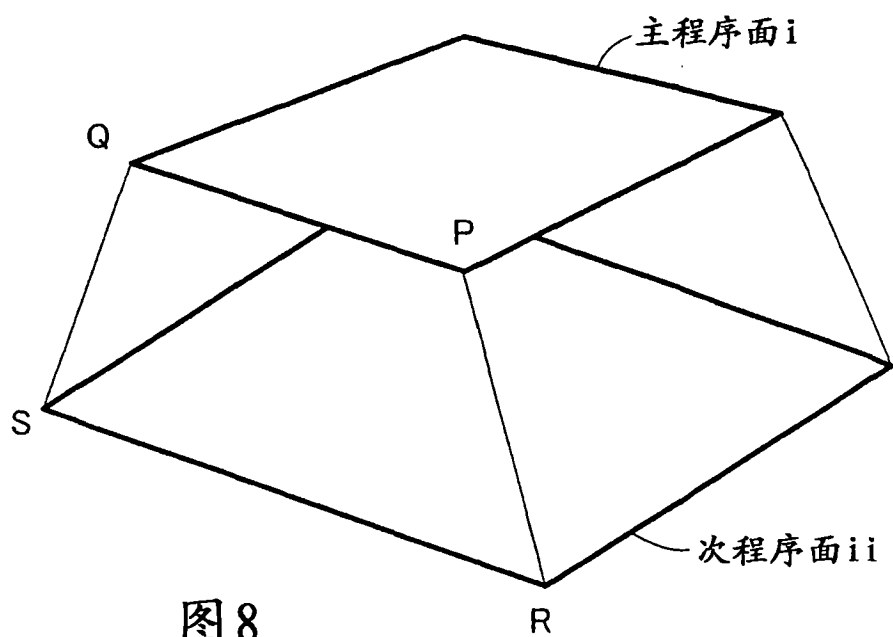


图 8

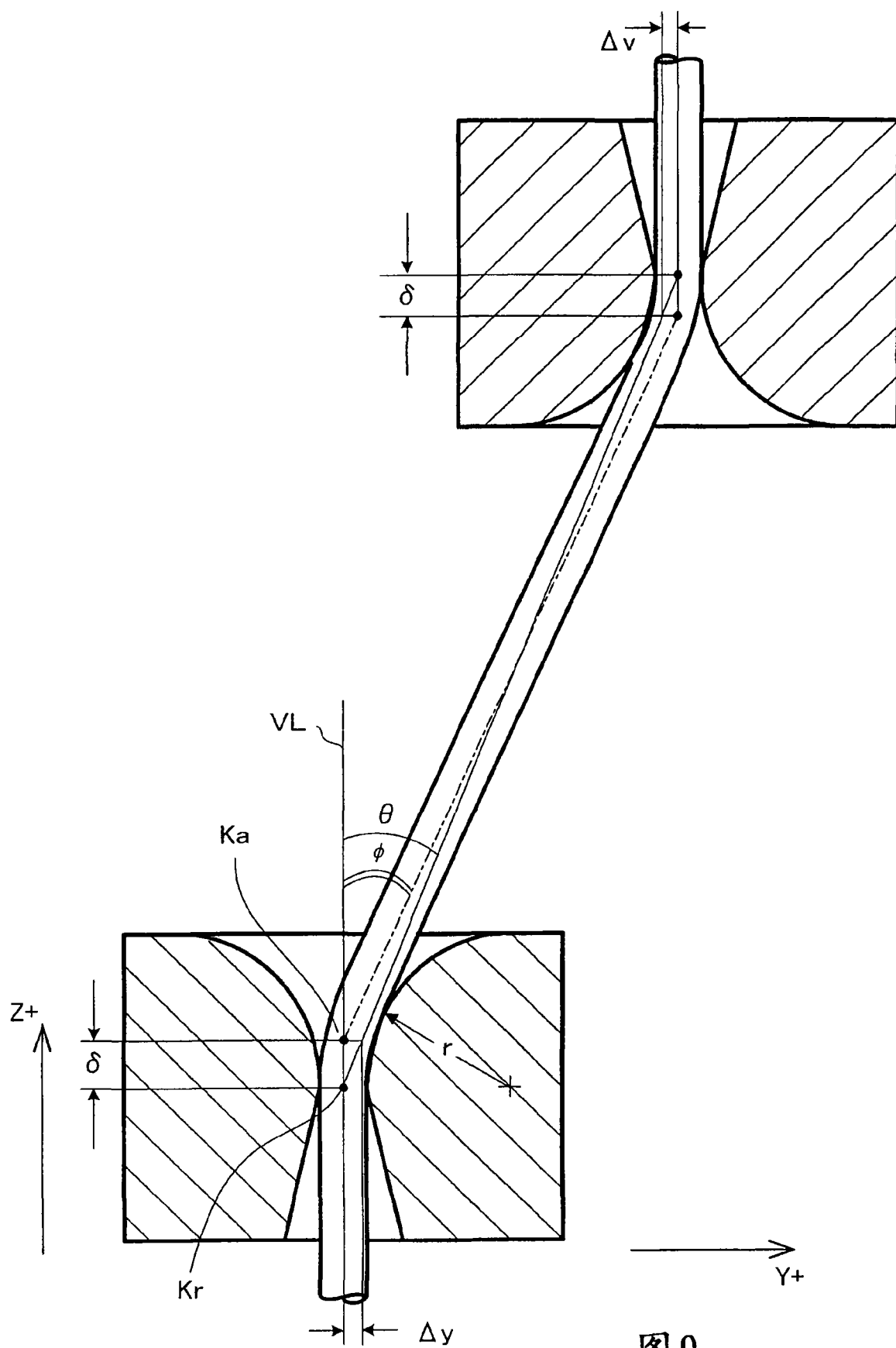


图9